

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

**ВЕСТНИК
ВОРОНЕЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**PROCEEDINGS
OF THE VORONEZH STATE
UNIVERSITY OF ENGINEERING
TECHNOLOGIES**

2015, № 3 (65)

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 1938 ГОДУ
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

**Воронеж
2015**

Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией
Министерства образования и науки Российской Федерации
для опубликования диссертационных исследований

Материалы журнала размещаются в БД РИНЦ (www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32905),
БД AGRIS [ФАО ООН] (<http://agris.fao.org/>) – выборочно,
ЭБС Лань (www.e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_cid=227&pl10_id=2217)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА

Председатель (Главный редактор):

ЧЕРТОВ Е.Д. *д-р техн. наук, проф., ректор ВГУИТ* (г. Воронеж)

Заместитель председателя (Зам. главного редактора):

АНТИПОВ С.Т. *заслуженный изобретатель РФ, д-р техн. наук, проф., проректор по научной и инновационной деятельности ВГУИТ* (г. Воронеж)

Члены редакционного совета:

АКСЕНОВА Л.М. *ак. РАН, д-р техн. наук* (г. Москва)
АНТИПОВА Л.В. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)
БИТЮКОВ В.К. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)
КОРНЕЕВА О.С. *д-р биол. наук, проф.* (г. Воронеж)
ЛИСИЦЫН А.Б. *ак. РАН, д-р техн. наук, проф.* (г. Москва)
ОСТРИКОВ А.Н. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)
ПАНФИЛОВ В.А. *ак. РАН, д-р техн. наук, проф.* (г. Москва)
ПОЛЯКОВ В.А. *ак. РАН, д-р техн. наук, проф.* (г. Москва)
САЛИКОВ Ю.А. *д-р эконом. наук, проф.* (г. Воронеж)
СУХАНОВ П.Т. *д-р хим. наук, проф.* (г. Воронеж)
ХАРИТОНОВ В.Д. *ак. РАН, д-р техн. наук, проф.* (г. Москва)
ХАТКО З.Н. *д-р техн. наук, доцент* (г. Майкоп)
ХИЦКОВ И.Ф. *ак. РАН, д-р эконом. наук, проф.* (г. Воронеж)
ШУТИЛИН Ю.Ф. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)
КАРМАНОВА О.В. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)
ХОРЕВ А.И. *д-р техн. наук, проф.* (г. Воронеж)

Международный состав:

БЕЗБОРОДОВ В.С. *д-р хим. наук, проф.* (Республика Беларусь)
БЕОЛКИНИ Ф. *Ph.D.* (Università Politecnica delle Marche, Италия)
ВЕЛЬО Ф. *D. Sc.* (UNIVAQ г. Аквила, Италия)
ДОРМЕШКИН О.Б. *д-р техн. наук, проф.* (Республика Беларусь)
ИЗТАЕВ А. *д-р техн. наук, проф.* (Казахстан)
КУЗЬМИЦКИЙ И.Ф. *канд. техн. наук, доцент* (Республика Беларусь)
МЕДВЕДКОВ Е.Б. *д-р техн. наук, проф.* (Казахстан)
ПРОКОПЧУК Н.Р. *д-р хим. наук, проф.* (Республика Беларусь)
СТОРНЕЛЛИ В. *D. Sc.* (UNIVAQ г. Аквила, Италия)
УРБАНОВИЧ П.П. *д-р физ.-мат. наук, проф.* (Республика Беларусь)

Chairman (Editor-in-chief):

CHERTOV E.D. *D. Sc.* Rector of VSUET (Russia)

Vice-chairman:

ANTIPOV S.T. *D. Sc.*, Honored inventor of the Russian Federation, Vice President for Science and Innovation VSUET (Russia)

Members of editorial council:

AKSENOVA L.M. *D. Sc.* (Russia)
ANTIPOVA L.V. *D. Sc.* (Russia)
BITYUKOV V.K. *D. Sc.* (Russia)
KORNEEVA O.S. *D. Sc.* (Russia)
LISITSYN A.B. *D. Sc.* (Russia)
OSTRIKOV A.N. *D. Sc.* (Russia)
PANFILOV V.A. *D. Sc.* (Russia)
POLYAKOV V.A. *D. Sc.* (Russia)
SALIKOV Yu.A. *D. Sc.* (Russia)
SUHANOV P.T. *D. Sc.* (Russia)
HARITONOV V.D. *D. Sc.* (Russia)
HATKO Z.N. *D. Sc.* (Russia)
HITSKOV I.F. *D. Sc.* (Russia)
SHUTILIN Yu.F. *D. Sc.* (Russia)
KARMANOVA O.V. *D. Sc.* (Russia)
HOREV A.I. *D. Sc.* (Russia)

International Editorial Council:

BEZBORODOV V.S. *D. Sc.* (Republic of Belarus)
BEOLCHINI F. *Ph. D.* (Italy)
VEGLIO F. *D. Sc.* (Italy)
DORMESHKIN O.B. *D. Sc.* (Republic of Belarus)
IZTAEV A. *D. Sc.* (Kazakhstan)
KUZMITSKY I.F. *Ph. D.* (Republic of Belarus)
MEDVEDKOV E.B. *D. Sc.* (Kazakhstan)
PROKOPCHUK N.R. *D. Sc.* (Republic of Belarus)
STORNELLI V. *D. Sc.* (Italy)
URBANOVICH P.P. *D. Sc.* (Republic of Belarus)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ РУБРИК

Процессы и аппараты пищевых производств

ОСТРИКОВ А.Н. (гл. ред.), ШЕВЦОВ А.А. (зам. гл. ред.), АБРАМОВ О.В., АНТИПОВ С.Т., ВАСИЛЕНКО В.Н., КАЛАШНИКОВ Г.В., КРАВЧЕНКО В.М., КРЕТОВ И.Т., ЛЫТКИНА Л.И., СЛЮСАРЕВ М.И., ШАХОВ С.В., ШИШАЦКИЙ Ю.И.

Информационные технологии, моделирование и управление

БИТЮКОВ В.К. (гл. ред.), ХАУСТОВ И.А. (зам. гл. ред.), АБРАМОВ Г.В., АВЦИНОВ И.А., БУГАЕВ Ю.В., КОЛОДЕЖНОВ В.Н., КУДРЯШОВ В.С., ЛЕБЕДЕВ В.Ф., ТИХОМИРОВ С.Г., ХВОСТОВ А.А., ШИТОВ В.В.

Пищевая биотехнология

АНТИПОВА Л.В. (гл. ред.), СЛОБОДЯНИК В.С. (зам. гл. ред.), АГАФОНОВ Г.В., БЕССОНОВА Л.П., ГОЛУБЕВА Л.В., ДВОРЯНИНОВА О.П., МАГОМЕДОВ Г.О., ПОНОМАРЁВА Е.И., СУЛЕЙМАНОВ С.М., УСПЕНСКАЯ М.Е.,

Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология

КАРМАНОВА О.В. (гл. ред.), КУЧМЕНКО Т.А. (зам. гл. ред.), ЖУЧКОВ А.В., КОРЧАГИН В.И., МОКШИНА Н.Я., НИКУЛИН С.С., НИФТАЛИЕВ С.И., ПАНОВ С.Ю., СУХАНОВ П.Т., ФИЛИМОНОВА О.Н., ШУТИЛИН Ю.Ф.

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

КОРНЕЕВА О.С. (гл. ред.), ГОЛЫБИН В.А. (зам. гл. ред.), БОЛОТОВ В.М., ГОЙКАЛОВА О.Ю., ГРИГОРОВ В.С., ГРОМКОВСКИЙ А.И., КУЛЬНЕВА Н.Г., ЧЕРЁМУШКИНА И.В., ЧЕРЕНКОВ Д.А., ШУВАЕВА Г.П.

Экономика и управление

ХОРЕВ А.И. (гл. ред.), САЛИКОВ Ю.А. (зам. гл. ред.), БАУТИН В.М., БЕЛЯЕВА Г.В., БОГОМОЛОВА И.П., ВОРОНИН В.П., ЖУРАВЛЕВ Ю.В., ОВЧИННИКОВА Т.И., ПАДАЛКИН В.Ю., ПОДМОЛОДИНА И.М., РОДИОНОВА Н.С., ШТЕФАН В. И.

Официальный сайт «Вестник ВГУИТ» www.vestnik.vsu.ru

Подписной индекс издания в агентстве "Роспечать" 70927

Ответственный секретарь: ДЕРКАНОСОВА А.А. (эл. почта: vestnikvgta@mail.ru)

Учредитель: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-56830 от 29 января 2014 г.

Адрес университета, редакции, издательства и отдела полиграфии ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

394036, Воронеж, пр. Революции, 19

тел./факс: (473) 255-37-16

Сдано в набор 17.08.2015. Подписано в печать 31.08.2015.

Формат 70×100 1/8.

Усл. печ. л. 37 Тираж 1500 экз. Заказ. 148 С. 317.

Цена – свободная.

© ФГБОУ ВО

«Воронеж. гос. ун-т инж. технол.», 2015

CONTENTS

PROCESSES AND APPARATUSES OF FOOD ENGINEERING

- Ostrikov A.N., Slyusarev M.I., Gorbatov V.A., Shendrik T.A.** Diffusion model of creamy- and vegetable spreads mixing 7
- Magomedov G.O., Magomedov M.G., Zhuravlev A.A., Lobosova L.A.** Development of installations for the production of concentrated pastes made from fruit – vegetable raw materials 13
- Altayuly S., Shakhov S.V., Kretov I.T., Derkanosova A.A.** The development of innovative design of the conical rotary- and film apparatus 17
- Feskova A., Leont'ev V.N., Savvin P.N., Komarova E.V.** Technological features of the grinding and fractionation of flax seeds 23
- Zhuravlev A.V., Borodkina A.V., Chernousov I.M.** Development of mathematical model of drying amaranth seeds in the machine with a balanced twisted – layer 28
- Tishin V.B., Meledina T.V., Golovinskaya O.V.** About a choice of mathematical models of kinetics of cultivation of *Saccharomyces cerevisiae* yeast in the conditions of deficiency of oxygen 32
- Agafonov G.V., Perelygin V.M., Torshin V.A.** Accelerating column for separation of ethanol from fractions of intermediate and head impurities 38
- Semenov E.V., Slavyanskii A.A., Antipov S.T.** Calculation of efficiency of process of fractionation of loose mix in the working volume of a pneumatic separator 43
- Kalashnikov G.V., Nazaret'yan D.V.** Waste-free production technology of dry mashed potatoes 50

INFORMATION TECHNOLOGIES, MODELLING AND CONTROL

- Bugaev Yu.V., Nikitin B.E., Mironova M.S.** Numerical experiments for the analysis of manipulability in the extrapolation procedure based on the maximum likelihood method 55
- Dikareva E.V.** Method of Green Functions in Mathematical Modelling For Two-Point Boundary-Value Problems 62
- Bitjukov V.K., Emelyanov A.E.** The channel model with random transmission delays and loss of data packets for networked control systems 68
- Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V.** Research of problems of design of complex technical providing and the generalized model of their decision 74
- Bitjukov V.K., Tikhomirov S.G., Arapov D.V., Savvin S.S.** Modeling of naphtha pyrolysis with using genetic algorithm 79
- Emelyanov A.E.** Software package for solving the problems of analysis and synthesis of networked control systems 85
- Polenov V.S., Kukarskikh L.A., Logoida S.M.** Dynamic deformation of the viscoelastic two-component medium 89
- Bitjukov V.K., Balashova E.A., Savvina E.A.** Neural networks as a classification tool biotechnological systems (for example flour production) 93
- Marley V.E., Plotnikov S.N., Reznikov V.A.** Special libraries of fragments of algorithmic networks to automate the development of algorithmic models 97

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- Остриков А.Н., Слюсарев М.И., Горбатова А.В., Шендрик Т.А.** Диффузионная модель перемешивания сливочно-растительных спредов 7
- Магомедов Г.О., Магомедов М.Г., Журавлев А.А., Лобосова Л.А.** Разработка установки для производства концентрированных паст из фруктово-овощного сырья 13
- Алтайулы С., Шахов С.В., Кретов И.Т., Дерканосова А.А.** Разработка инновационной конструкции конического ротационно-пленочного аппарата 17
- Феськова Е.В., Леонтьев В.Н., Саввин П.Н., Комарова Е.В.** Технологические особенности измельчения и фракционирования семян льна масличного 23
- Журавлев А.В., Бородкина А.В., Черноусов И.М.** Разработка математической модели сушки семян амаранта в аппарате со взвешенно-закрученным слоем 28
- Тишин В.Б., Меледина Т.В., Головинская О.В.** О выборе математических моделей кинетики культивирования дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в условиях дефицита кислорода 32
- Агафонов Г.В., Перельгин В.М., Торшин А.В.** Разгонная колонна для выделения этилового спирта из фракций промежуточных и головных примесей 38
- Семенов Е.В., Славянский А.А., Антипов С.Т.** Расчет эффективности процесса фракционирования сыпучей смеси в рабочем объеме пневмосепаратора 43
- Калашников Г.В., Назарет'ян Д.В.** Безотходная технология производства сухого картофельного поро 50

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

- Бугаев Ю.В., Никитин Б.Е., Миронова М.С.** Численные эксперименты для анализа манипулируемости в процедуре экстраполяции на основе метода максимального правдоподобия 55
- Дикарева Е.В.** Метод функций Грина в математических моделях для двухточечных краевых задач 62
- Битюков В.К., Емельянов А.Е.** Модель канала передачи со случайной задержкой и потерей пакетов данных для сетевых систем управления 68
- Скрыпников А.В., Чернышова Е.В.** Исследование задач проектирования комплексного технического обеспечения и обобщенная модель их решения 74
- Битюков В.К., Тихомиров С.Г., Арпов Д.В., Саввин С.С.** Моделирование процесса пиролиза прямогонного бензина с использованием генетического алгоритма 79
- Емельянов А.Е.** Программный комплекс для решения задач анализа и синтеза сетевых систем управления 85
- Поленов В.С., Кукарских Л.А., Логойда С.М.** О динамическом деформировании вязкоупругой двухкомпонентной среды 89
- Битюков В.К., Балашова Е.А., Саввина Е.А.** Нейронные сети, как инструмент классификации биотехнологических систем (на примере мукомольного производства) 93
- Марлей В.Е., Плотников С.Н., Резников В.А.** Специализированные библиотеки фрагментов алгоритмических сетей для автоматизации разработки алгоритмических моделей 97

FOOD BIOTECHNOLOGY

- Antipova L.V., Pryanishnikov V.V.** Modern technology of fermented meat products **103**
- Rodionova N.S., Kalgina Yu.O., Zyablov M.M., Naumenko V.B.** Application of a full-coherent artificial neural network for forecasting of the modes of storage of domestic low-olive raw materials in controlled environments **113**
- Kireeva E.I., Ponomareva E.I.** Impact of new products with a flour dietary supplements "Rapamid" on clinical state of the human **118**
- Chesinskii L.V., Magomedov G.O., Zatsepilina N.P., Gullaganda S.G.** Effect of dispersion of particles of coarse whole meal flour from wheat and dispersed grain mass on the structure formation of dough and bread **122**
- Alekseeva T.V., Rodionov A.A., Vesnina A.A., Larina T.P.** Quality management of food systems with the predicted biopotential on the basis of products of processing of domestic lowolive raw materials **127**
- Cheshinskii L.V., Magomedov G.O., Zatsepilina N.P., Gul'baganda S.G.** The research of prescription components' influence on structure formation of «whipped» dough and bread for school meal **132**

FUNDAMENTAL AND APPLIED CHEMISTRY, CHEMICAL TECHNOLOGY

- Skyadnev E.V., Balabanova M.Yu., Ignatyeva N.N.** Complex processing of cellulose waste from poultry and sugar production **136**
- Serebrovsky V.I., Safronov R.I., Blinkov B.S., Zhuravlev V.M.** Hardening electrodeposited iron chemical-heat treatment **141**
- Egorova M.I., Shirokih E.V., Kretova Ya.A.** Methodological aspects of molasses sample preparation in sulfur dioxide content determining **144**

BIOTECHNOLOGY, BIONANATECHNOLOGY AND SUGAR PRODUCTS TECHNOLOGY

- Gladysheva E.K., Skiba E.A.** Biosynthesis of bacterial cellulose by *Medusomyces gisevii* **149**
- Kolomnikova Ya.P., Derkanosova A.A., Mankovska M.V., Litvinov E.V.** Effect of non-traditional vegetable raw materials on the properties and biotechnological structure pastry **157**
- Golybin V.A., Matvienko N.A., Fedoruk V.A., Murach D.S.** A method of producing pectin and dietary fibers using electrochemically activated water **161**
- Ostrikov A.N., Vasilenko L.I.** Development of technology for functional cheese product using non-traditional vegetable raw materials **166**
- Gromkovskii A.A., Sherstyuk O.I.** Statistical analysis of raw sugar material for sugar producer complex **172**
- Alekseenko E.V., Bystrova E.A.** Monitoring of efficiency of application of fermental preparations for processing of berries of cowberry when receiving juice **177**
- Kulneva N.G., Posledova Yu.I., Efremov A.A., Kutsenko Yu.S.** Use cellulose cleaning concentrated sugar solutions **182**

ПИЩЕВАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ

- Антипова Л.В., Прянишников В.В.** Современные технологии ферментированных мясных продуктов **103**
- Родионова Н.С., Калгина Ю.О., Зяблов М.М., Науменко В.Б.** Применение полносвязной искусственной нейронной сети для прогнозирования режимов хранения отечественного низкомасличного сырья в контролируемых средах **113**
- Пономарева Е.И., Киреева Е.И.** Исследование влияния хлебобулочных изделий с внесением диетической добавки «Рапамид» на клиническое состояние организма человека **118**
- Чешинский В.Л., Магомедов Г.О., Зацепиллина Н.П., Гульбагандова С.Г.** Влияние дисперсности частиц муки из цельнозернового зерна пшеницы и диспергированной зерновой массы на структурообразование теста и хлеба **122**
- Алексеева Т.В., Родионов А.А., Веснина А.А., Ларина Т.П.** Управление качеством пищевых систем с прогнозируемым биопотенциалом на основе продуктов переработки отечественного низкомасличного сырья **127**
- Чешинский В.Л., Магомедов Г.О., Зацепиллина Н.П., Гульбагандова С.Г.** Исследование влияния рецептурных компонентов на структурообразование сбивного теста и хлеба для школьного питания **132**

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- Скляднев Е.В., Балабанова М.Ю., Игнатъева Н.Н.** Комплексная переработка целлюлозосодержащих отходов птицефабрик и сахарного производства **136**
- Серебровский В.И., Сафронов Р.И., Блинков Б.С., Журавлев М.В.** Упрочнение электроосажденного железа химико-термической обработкой **141**
- Егорова М.И., Широких Е.В., Кретова Я.А.** Методологические аспекты пробоподготовки мелассы при определении содержания диоксида серы **144**

БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОНАНОТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ САХАРИСТЫХ ПРОДУКТОВ

- Гладышева Е.К., Скиба Е.А.** Биосинтез бактериальной целлюлозы культурой *Medusomyces gisevii* **149**
- Коломникова Я.П., Дерканосова А.А., Мануковская М.В., Литвинова Е.В.** Влияние нетрадиционного растительного сырья на биотехнологические свойства и структуру сдобного теста **157**
- Гольбин В.А., Матвиенко Н.А., Федорук В.А., Мурач Д.С.** Способ получения пектина и пищевых волокон с использованием электрохимически активированной воды **161**
- Остриков А.Н., Василенко Л.И.** Разработка технологии функционального сырного продукта с использованием нетрадиционного растительного сырья **166**
- Громковский А.А., Шерстюк О.И.** Статистический анализ динамики сырьевых показателей сахаропроизводящего комплекса **172**
- Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А.** Мониторинг эффективности применения ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока **177**
- Кульнева Н.Г., Последова Ю.И., Ефремов А.А., Куценко Ю.С.** Использование целлюлозы для очистки концентрированных сахарных растворов **182**

- Trunova S.E., Bogomolov A.V., Belimova E.A.** 186 **Трунова С.Е., Богомолов А.В., Белимова Е.А.** Управление ресурсным потенциалом предприятия на основе функциональных продуктов
- Bryantseva L.V., Polozova A.N., Nuzhdin R.V.** 194 **Брянцева Л.В., Полозова А.Н., Нуждин Р.В.** Agrofood polyclustering as method of realization of target interests
- Merzlikina G.S., Pshenichnikov I.V.** 201 **Мерзликina Г.С., Пшеничников И.В.** Formation of a innovation regional cluster model
- Lyuft M.S., Peshchanskaia I.V.** 210 **Люфт М.С., Пещанская И.В.** Detection of reports falsification provided to a bank by a borrower using the method of dynamic parameters analysis
- Goncharova I.A.** 217 **Гончарова И.А.** System of a comparative assessment of an innovative state of the food industrial enterprises
- Alekseev G.V., Egoshina E.V., Borovkov M.I., Egorova G.N.** 224 **Алексеев Г.В., Егошина Е.В., Боровков М.И., Егорова Г.Н.** Using the segment analysis for oncerabotki strategies of the development obrazovatelinoogo of the institution
- Kovaleva E.N.** 228 **Ковалева Е.Н.** Orientation on stakeholders' objectives as a key competence of image formation of the educational institutions of higher education (German Experience)
- Likhacheva L.B., Shevtsova N.V.** 235 **Лихачева Л.Б., Шевцова Н.В.** The use of the process "Management ideas" to achieve objectives of the company
- Volkova S.A.** 240 **Волкова С.А.** Platform economic growth quality of life quality of the population (on the example of regions of the Central Chernozem region)
- Esina Yu.L., Agafonova E.E.** 247 **Есина Ю.Л., Агафонова Е.Е.** Integration of the business community and edu-cation as a factor of innovation development of the region's economy (on the example of the Lipetsk region)
- Cheremushkina I.V., Davydova E.Yu., Manilevich N.N.** 253 **Черемущкина И.В., Давыдова Е.Ю., Манилевич Н.Н.** Innovation and investment strategy crisis management, sustainable development firms
- Endovitskaya A.V., Volkova T.A.** 258 **Ендовицкая А.В., Волкова Т.А.** Financial stability as a factor economic security
- Shipilova N.A.** 263 **Шипилова Н.А.** The legal framework of quality control Education
- Grineva M.N., Gorobtsova D.N.** 268 **Гринева М.Н., Горобцова Д.Н.** Features of a state policy of redistribution in modern macroeconomic conditions
- Aleshin A.I.** 272 **Алешин А.И.** The mechanism of improving the management of the region as an organizational innovation
- Gromov V.V.** 276 **Громов В.В.** Analysis and particularities of external factors impact on economical results of strategic objects planning development
- Polyanskova N.V., Uhtverova E.A.** 280 **Полянская Н.В., Ухтверова Е.А.** Public-private partnership in social economic development: an untapped resource for modernisation
- Armashova-Tel'nik G.S.** 290 **Армашова-Тельник Г.С.** The role of social partnership in the system of social and labor relations
- Shirobokov V.G., Voronkov A.V.** 295 **Широбок В.Г., Воронков А.В.** Accounting for the effects of inflation the financial results organization
- Agafonov S.M.** 301 **Агафонов С.М.** The algorithm implementation of the risk management system on the market of tourist services
- Трунова С.Е., Богомолов А.В., Белимова Е.А.** 186 Управление ресурсным потенциалом предприятия на основе функциональных продуктов
- Брянцева Л.В., Полозова А.Н., Нуждин Р.В.** 194 Агропищевая поликластеризация как метод реализации целевых интересов
- Мерзликina Г.С., Пшеничников И.В.** 201 Формирование региональной модели кластерообразования
- Люфт М.С., Пещанская И.В.** 210 Выявление фальсификации отчетности предоставляемой в банк заемщиком методом анализа динамических показателей
- Гончарова И.А.** 217 Система сравнительной оценки уровня инновационного состояния промышленного предприятия
- Алексеев Г.В., Егошина Е.В., Боровков М.И., Егорова Г.Н.** 224 Применение сегментного анализа для разработки стратегии развития образовательного учреждения
- Ковалева Е.Н.** 228 Ориентация на цели стейкхолдеров как ключевая компетенция при формировании имиджа образовательных организаций высшего образования (опыт Германии)
- Лихачева Л.Б., Шевцова Н.В.** 235 Использование процесса «Управления идеями» для достижения целей компании
- Волкова С.А.** 240 Экономическая платформа роста качества жизни населения (на примере областей Центрального Черноземья)
- Есина Ю.Л., Агафонова Е.Е.** 247 Интеграция бизнес-сообщества и образования как фактор инновационного развития экономики региона (на примере Липецкой области)
- Черемущкина И.В., Давыдова Е.Ю., Манилевич Н.Н.** 253 Инновационные и инвестиционные стратегии управления кризисо-устойчивым развитием фирм
- Ендовицкая А.В., Волкова Т.А.** 258 Финансовая устойчивость как фактор экономической безопасности предприятия
- Шипилова Н.А.** 263 Законодательная база контроля качества образования
- Гринева М.Н., Горобцова Д.Н.** 268 Особенности государственной политики перераспределения в современных макроэкономических условиях
- Алешин А.И.** 272 Механизм совершенствования управления деятельностью региона как организационное новшество
- Громов В.В.** 276 Анализ и особенности влияния факторов внешней среды на экономические результаты развития объектов стратегического планирования
- Полянская Н.В., Ухтверова Е.А.** 280 Государственно-частное партнерство в социоэкономическом развитии музеев: неиспользованный ресурс модернизации
- Армашова-Тельник Г.С.** 290 Роль социального партнерства в системе социально-трудовых отношений
- Широбок В.Г., Воронков А.В.** 295 Отражение в бухгалтерском учете воздействия инфляционных процессов на финансовый результат предприятия
- Агафонов С.М.** 301 Алгоритм внедрения системы риск-менеджмента на рынке туристских услуг

УДК 664.3

Профессор А.Н. Остриков, профессор М.И. Слюсарев,
ассистент А.В. Горбатова, студентка Т.А. Шендрик
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов
химических и пищевых производств.
тел. (473) 255-35-54
E-mail: gorbatova.nastia@yandex.ru

Professor A.N. Ostrikov, professor M.I. Slyusarev,
graduate A.V. Gorbatova, student T.A. Shendrik
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of fats,
processes and devices, chemical and food industries.
phone. (473) 255-35-54
E-mail: gorbatova.nastia@yandex.ru

Диффузионная модель перемешивания сливочно-растительных спредов

Diffusion model of creamy- and vegetable spreads mixing

Реферат. Разработана математическая модель процесса перемешивания сливочно-растительных спредов. При моделировании использованы диффузионные представления о характере протекания процесса, что позволяет отвлечься от геометрии аппарата. После включения мешалки начинается процесс перемешивания, продолжительность которого можно определить по поведению частиц трассера, вводимых в перемешиваемую среду в заданном количестве через свободную поверхность жидкости в течение короткого промежутка времени. Если частицы трассера имеют одинаковую плотность с окружающими их объемами жидкой фазы, то в этом случае траектории движения частиц и жидкости совпадают. Степень однородности перемешиваемой композиции можно рассчитать через коэффициент вариации, который идентифицируется через локальные концентрации частиц трассера в объеме перемешиваемой среды, для расчета которых решена задача одномерного переноса частиц в плоском слое перемешиваемой жидкости. Полученные расчетные соотношения позволяют рассчитать концентрацию частиц в любой точке перемешиваемого объема в произвольные моменты времени. На основании проведенного эксперимента идентифицированы коэффициенты эффективного перемешивания и предложены соотношения для их оценки в зависимости от числа Рейнольдса мешалки в исследованном интервале изменения параметров процесса. С использованием временной зависимости для коэффициента вариации, характеризующего однородность перемешиваемой системы, возможно определение продолжительности перемешивания до получения продукта заданной однородности и определение однородности продукта при заданной длительности процесса перемешивания. Для спреда № 1, перемешиваемого мешалкой, вращающейся с частотой об/мин, при безразмерной длительности процесса по полученным расчетным соотношениям найдено значение коэффициента вариации %, свидетельствующее о достаточно хорошей однородности, получаемой спредовой композиции. Используя предложенный алгоритм расчета, можно оценить однородность продукта в любой момент времени.

Summary. A mathematical model of the process of mixing cream- and vegetable spread was developed. In modeling the diffusion understanding of the nature of the process were used, allowing escape from the apparatus geometry. After turning on the mixer the mixing process begins. Its duration can be determined by the behavior of the tracer particles introduced into the agitated medium in a predetermined quantity through the free liquid surface within a short period of time. If tracer particles have the same density with the surrounding bulk liquid phase, then the path of movement of the particles and the fluid are identical. The degree of homogeneity of the composition can be stirred calculated by the coefficient of variation, which is identified by the local concentrations of tracer particles in the volume of stirred medium. The task of a one-dimensional particle transport in the plane layer of the mixed liquid is solved for their calculation. The calculated ratios obtained allow us to calculate the particle concentration at any point in the volume being mixed at random times. Based on the experiment effective mixing coefficients are identified and relations for their assessment, depending on the Reynolds number of the mixer in the range studied variations of process are offered. Using the time dependence of the variation coefficient characterizing the homogeneity of the system being mixed, it is possible to determine the duration of mixing to obtain the product with the desired uniformity and homogeneity of the product under the definition of a predetermined duration of the mixing process. The variation coefficient %, indicating a sufficiently good uniformity of the spread composition was found for the spread №1, being mixed with a stirrer rotating at a speed of $n = 150$ rev / min, and the dimensionless length of the process $Fo = 0,0935$ for obtaining estimated relations. Using the proposed calculation algorithm one can estimate the homogeneity of the product at any time.

Ключевые слова: эмульгирование, спред, коэффициент вариации, концентрация.

Key words: emulsification, spread, variation coefficient, concentration.

© Остриков А.Н., Слюсарев М.И.,
Горбатова А.В., Шендрик Т.А., 2015

Одной из основных стадий производства сливочно-растительных спредов является эмульгирование. Качество готового продукта и возможность его длительного хранения определяется условиями получения стабильных эмульсий. При реализации этой стадии необходимо учитывать, что излишнее механическое воздействие может привести к дестабилизации жировых эмульсий, а также требует дополнительных затрат энергии [2, 3, 5]. Поэтому определение продолжительности перемешивания спредовых композиций до достижения однородности является актуальной задачей технологии их производства.

Продолжительность процесса перемешивания можно определить по поведению частиц трассера, вводимого в перемешиваемую среду. Необходимо, чтобы частицы трассера имели одинаковую плотность с окружающими их объемами жидкой фазы. В этом случае траектории движения частиц трассера и жидкости совпадают, а степень однородности перемешиваемой композиции можно рассчитать через коэффициент вариации, определяемый формулой:

$$K_{\text{var}} = \frac{1}{\bar{n}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (n_i - \bar{n})^2}{m-1}}, \quad (1)$$

где \bar{n} – средняя по объему перемешиваемой среды концентрация частиц трассера; n_i – их локальная концентрация в m точках, равномерно распределенных по всему рабочему объему аппарата.

Локальные концентрации трассера определяются закономерностями движения жидкой фазы. Если для описания ее поведения использовать уравнения движения Навье-Стокса в общей постановке, то в силу их нелинейности принципиально невозможно получить решение задачи в аналитическом виде. Различные упрощающие допущения как, например, модели перемешивания, предусматривающие разбиение потока на области с восходящим и нисходящим движением жидкости, неприменимы в данном случае, т. к. не отражают в полной мере трехмерный характер течения перемешиваемой среды.

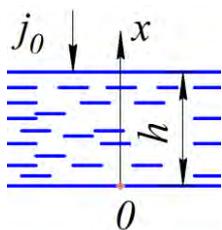


Рисунок 1. Расчетная схема

Высказано предположение о том, что интенсивность перемешивания, одинаковая по всему объему жидкости, позволяет воспользоваться диффузионными представлениями о характере протекания процесса [1].

В этом случае геометрия аппарата не имеет значения и можно рассматривать задачу как одномерный перенос частицы трассера в плоском слое перемешиваемой жидкости (рисунок 1):

$$\frac{\partial n(x, \tau)}{\partial \tau} = D \frac{\partial^2 n(x, \tau)}{\partial x^2}, \quad (2)$$

$$n(x, 0) = 0, \quad (3)$$

$$\frac{\partial n(0, \tau)}{\partial x} = 0, \quad (4)$$

$$D \frac{\partial n(h, \tau)}{\partial x} = j_0 [1(\tau) - 1(\tau - \tau_0)], \quad (5)$$

где τ – время, с; n – счетная концентрация частиц в объеме жидкости, шт/м³; D – эффективный коэффициент перемешивания, м²/с; τ_0 – продолжительность ввода частиц трассера в жидкость, с; x – координата, м; $1(\tau)$ – функция Хэвисайда; j_0 – средняя штучная плотность поверхностного потока частиц за время их ввода τ_0 , шт/(м²·с).

По определению:

$$j_0 = \frac{z}{s \cdot \tau_0}, \quad (6)$$

где z – общее количество вводимых частиц, s – площадь свободной поверхности жидкости.

Пусть $n_0 = z/V$ – средняя по объему жидкости концентрация частиц. Тогда $z = n_0 V$ и с учетом (6):

$$j_0 = \frac{n_0 V}{s \cdot \tau_0} = \frac{n_0 h}{\tau_0}. \quad (7)$$

Принимая во внимание (7), граничное условие (5) примет вид:

$$D \frac{\partial n(h, \tau)}{\partial x} = \frac{n_0 h}{\tau_0} [1(\tau) - 1(\tau - \tau_0)]. \quad (8)$$

Приведем систему уравнений (2-4), (8) к безразмерному виду:

$$\frac{\partial N(X, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 N(X, Fo)}{\partial X^2}, \quad (9)$$

$$N(X, 0) = 0, \quad (10)$$

$$\frac{\partial N(0, Fo)}{\partial X} = 0, \quad (11)$$

$$\frac{\partial N(1, Fo)}{\partial X} = \frac{1}{Fo_0} [1(Fo) - 1(Fo - Fo_0)], \quad (12)$$

где $N = n/n_0$, $Fo = D\tau/h^2$, $Fo_0 = D\tau_0/h^2$, $X = x/h$.

Применим к системе уравнений (9)-(12) одностороннее преобразование Лапласа по переменной Fo :

$$s \cdot N_L(X, s) = \frac{d^2 N_L(X, s)}{dX^2}, \quad (13)$$

$$\frac{dN_L(0, s)}{dX} = 0, \quad (14)$$

$$\frac{dN_L(1, s)}{dX} = \frac{1}{Fo_0} \cdot \frac{1 - \exp(-sFo_0)}{s}, \quad (15)$$

где s и $N_L(X, s)$ – изображения Fo и $N(X, Fo)$.

Решение задачи (13)-(15) в изображениях имеет вид:

$$N_L(X, s) = \frac{1}{Fo_0} \cdot \frac{[1 - \exp(-sFo_0)] \operatorname{ch}(\sqrt{s} \cdot X)}{s\sqrt{s} \cdot \operatorname{sh}(\sqrt{s})}. \quad (16)$$

Используя теоремы обращения Ващенко-Захарченко и осуществляя переход от изображений к оригиналам функций в (16), получаем решение задачи в виде:

$$N(X, Fo) = 1 - \frac{2}{Fo_0} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\cos(\mu_n X)}{\mu_n^2 \cos \mu_n} \times \exp(-\mu_n^2 Fo) [1 - \exp(\mu_n^2 Fo_0)] \quad (17)$$

Изменение безразмерной концентрации частиц трассера, рассчитанной по формуле (17) для начала процесса перемешивания, представлено на рисунке 2. Зависимость концентрации от времени была уточнена по высоте перемешиваемого слоя жидкости (рисунок 3).

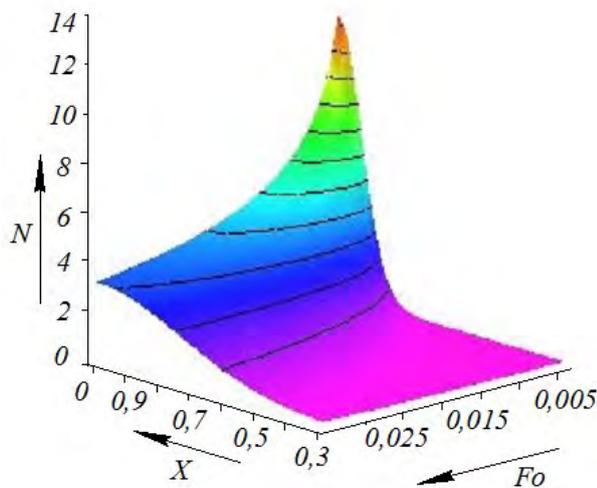
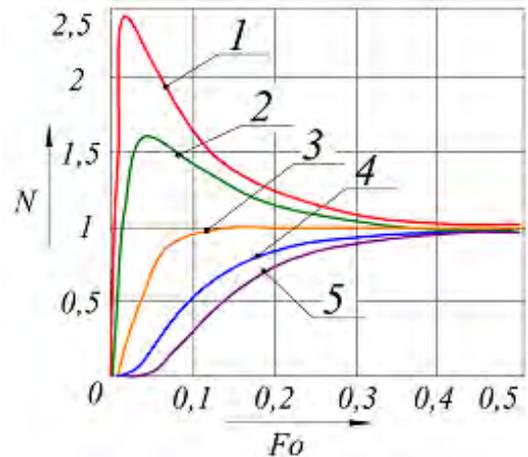


Рисунок 2. Изменения объемной концентрации частиц трассера в начале процесса перемешивания

В верхней половине перемешиваемого слоя (рисунок 3) объемная концентрация частиц проходит через максимум. Это связано с перемещением вниз за счет конвективного перемешивания вводимых импульсно частиц трассера. В нижней части слоя концентрация монотонно возрастает до единицы, что соответствует физическому смыслу задачи.



1 – $X = 0,8$; 2 – $X = 0,7$; 3 – $X = 0,5$;
4 – $X = 0,3$; 5 – $X = 0,1$

Рисунок 3. Изменение объемной концентрации частиц трассера по высоте перемешиваемого слоя

Отбирая пробу продукта в определенной точке перемешиваемого слоя в различные моменты времени, получаем экспериментальную зависимость безразмерной концентрации частиц от числа Фурье $N_{\text{экс}}(X, Fo)$. С ее помощью можно рассчитать коэффициент эффективного перемешивания, используя следующий алгоритм.

Задаются произвольным значением коэффициента эффективного перемешивания D , рассчитывают соответствующую величину безразмерной продолжительности ввода импульса частиц трассера $Fo_0 = \frac{D\tau_0}{h^2}$, а также безразмерное текущее время процесса $Fo_i = \frac{D\tau_i}{h^2}$ (τ_i – размерное текущее время, с).

Экспериментальное значение безразмерной концентрации частиц трассера находят по формуле:

$$N_{\text{экс}} = n_{\text{пр}} / n_0,$$

где $n_{\text{пр}} = z_{\text{пр}} / V_{\text{пр}}$ – счетная концентрация частиц трассера в пробе, $z_{\text{пр}}$ – количество трассеров в пробе, шт; $V_{\text{пр}}$ – объем пробы перемешиваемой жидкости, м^3 .

Минимизацией функционала

$$\Phi = \sum_i \left[\frac{N_{\text{расч}}(0,96; Fo_i) - N_{\text{эсп}}(0,96; Fo_i)}{N_{\text{расч}}(0,96; Fo_i)} \right], \quad (18)$$

где $N_{\text{расч}}(0,96; Fo_i)$ находили по (17), с использованием экспериментально полученных данных (рисунки 4-5), были идентифицированы значения коэффициента эффективного перемешивания для различных условий проведения процесса.

Процесс получения сливочно-растительных спредов складывается из двух стадий: перемешивание при температуре 65 °С; процесс кристаллизации при температуре от 30-15 °С. Для оценки коэффициента эффективного перемешивания в зависимости от числа Рейнольдса мешалки [4] в исследованном интервале изменения параметров процесса получения спредов предложены соотношения:

- для процесса перемешивания:

$$D = 3,5 \cdot 10^{-13} \cdot \text{Re}^2 - 1,8 \cdot 10^{-9} \cdot \text{Re} + 3,7 \cdot 10^{-6}; \quad (19)$$

- для процесса кристаллизации:

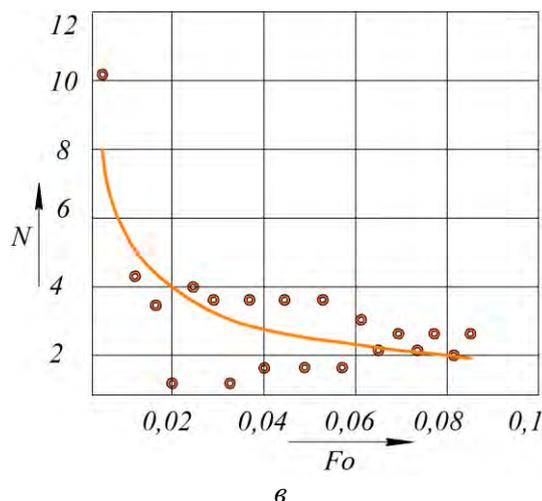
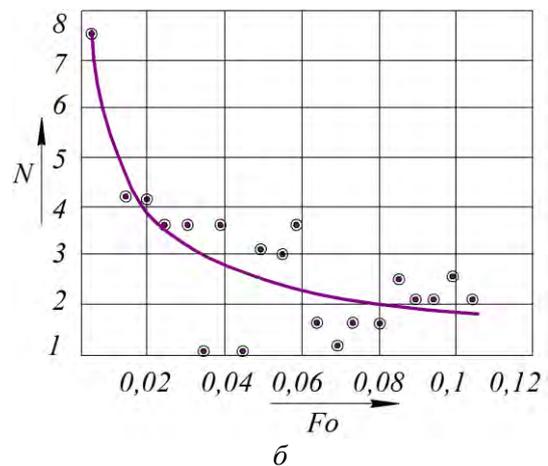
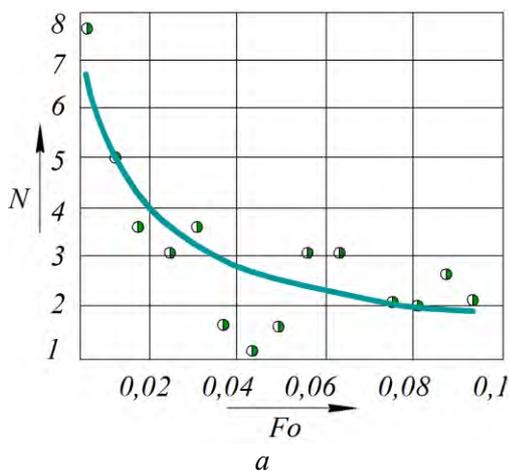
$$D = 1,8 \cdot 10^{-10} \cdot \text{Re}^2 - 2,1 \cdot 10^{-8} \cdot \text{Re} + 1,2 \cdot 10^{-6}. \quad (20)$$

При анализе процессов перемешивания обычно рассматриваются две взаимосвязанных задачи:

– определение продолжительности перемешивания до получения продукта заданной однородности;

– определение однородности продукта при заданной длительности процесса перемешивания.

Указанные задачи могут быть решены с использованием временной зависимости для коэффициента вариации, характеризующего однородность перемешиваемой системы согласно уравнению (1).

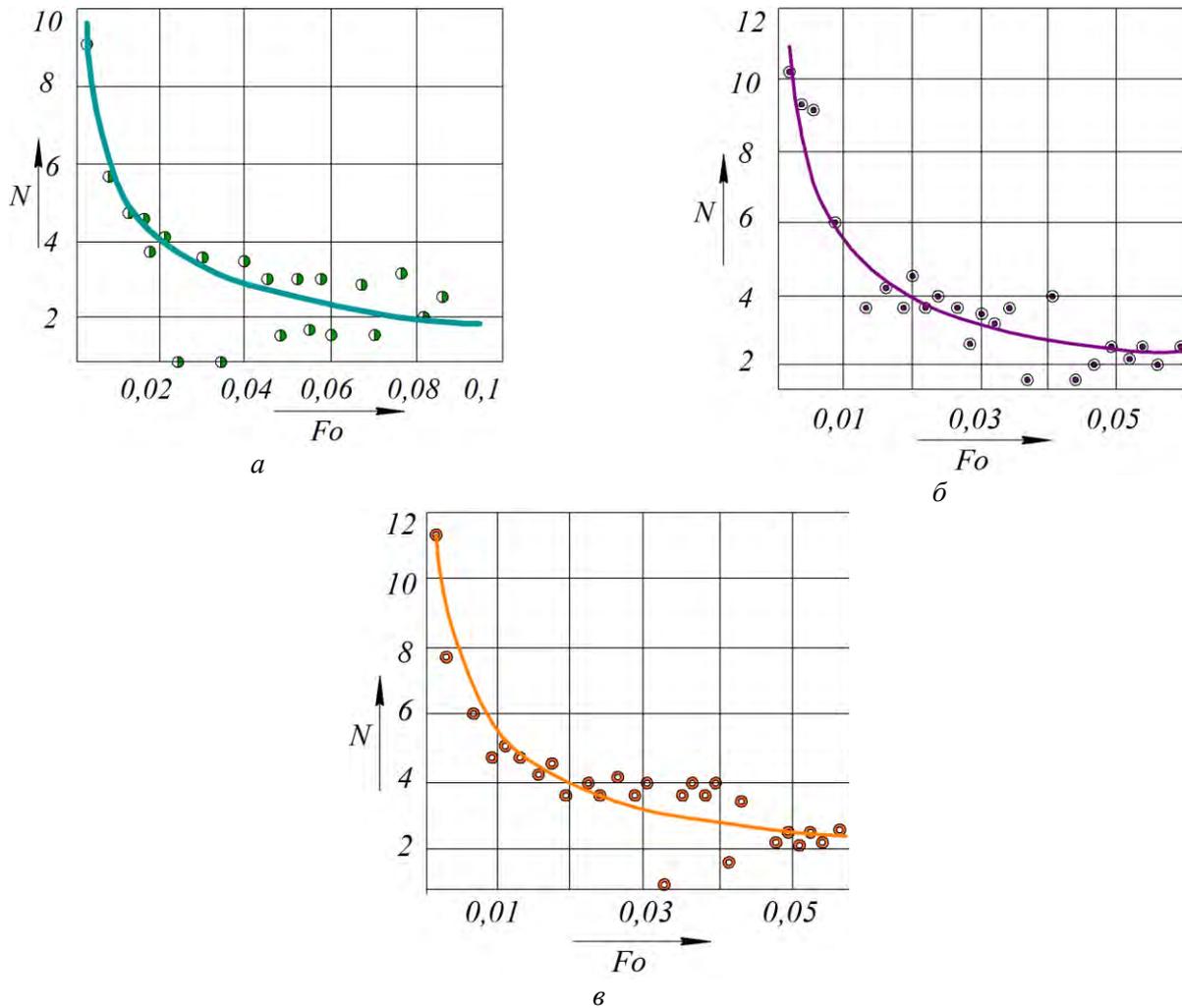


a – спред № 1, $n = 150 \text{ мин}^{-1}$, $D = 2,29 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

б – спред № 3, $n = 140 \text{ мин}^{-1}$, $D = 1,82 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

в – спред № 2, $n = 130 \text{ мин}^{-1}$, $D = 1,49 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

Рисунок 4. Сравнение результатов эксперимента (точки) с расчетом по (17) (линия) процесса перемешивания



а – спред № 1, $n = 150 \text{ мин}^{-1}$, $D = 0,954 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;
 б – спред № 3, $n = 140 \text{ мин}^{-1}$, $D = 0,617 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;
 в – спред № 2, $n = 130 \text{ мин}^{-1}$, $D = 0,586 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

Рисунок 5. Сравнение результатов эксперимента (точки) с расчетом по (17) (линия) процесса кристаллизации

Переходя в правой части уравнения (1) к безразмерным величинам, получаем следующую расчетную формулу для коэффициента вариации, которая учитывает его изменение как по высоте слоя жидкости, так и по времени:

$$K_{\text{var}} = \sqrt{\frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m \left[\frac{N(X_i, Fo)}{\bar{N}(Fo)} - 1 \right]^2}. \quad (21)$$

Здесь m – число точек разбиения отрезка $[X_n, X_k]$, для которого среднее по его длине значение концентрации частиц трассера определяется выражением

$$\bar{N}(Fo) = 1 - \frac{2}{Fo_0(X_k - X_n)} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[\sin(\mu_n X_k) - \sin(\mu_n X_n)]}{\mu_n^3 \cdot \cos \mu_n} \times \exp(-\mu_n^2 Fo) \cdot [1 - \exp(\mu_n^2 Fo_0)] \quad (22)$$

Определим коэффициент вариации в конце процесса перемешивания спреда № 1 при $n = 150$ об/мин. Безразмерная длительность процесса составляет $Fo = 0,0935$. Этому значению числа Фурье согласно соотношениям (17) и (21) соответствует $K_{\text{var}} = 3,2 \%$, что свидетельствует о достаточно хорошей однородности получаемой спредовой композиции.

Используя данный способ, можно оценить однородность продукта в любой момент времени.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Богер А.А., Рязских В.И., Слюсарев М.И. Математическое моделирование кинетики осаждения частиц при импульсном вводе через свободную поверхность плоского слоя перемешиваемой среды // ИФЖ. 2012. Т. 85. № 1. С. 27-33.
- 2 Вышемирский Ф.А., Дунаев А.В. Спреды: состав, технологии, перспективы // СПб: Профессия, 2014. 412 с.
- 3 Горбатова А.В. Исследование качественных показателей сливочно-растительного спреда функциональной направленности // Аграрный вестник Урала. 2013. № 1. С. 37-39.
- 4 Остриков А.Н., Смирных А.А., Горбатова А.В. Комплексное исследование реологических свойств спреда функциональной направленности // Вестник Алтайского Государственного аграрного университета. 2013. № 1. С. 37-39.
- 5 Maureen L. R., Jozef L. K. Effect of mixer geometry and operating conditions on mixing efficiency of a non-Newtonian fluid in a twin screw mixer // Journal of Food Engineering. 2013. V. 118. P. 256-265.

REFERENCES

- 1 Boger A.A., Ryazhskikh V.I., Slyusarev M.I. Mathematical modeling the kinetics of deposition of particles at them -pulse input through the free surface of a flat layer stirs. *Inzhenerno-fizicheskiy zhurnal* [Journal of Engineering Physics], 2012, vol. 85, no. 1, pp. 27-33. (In Russ.).
- 2 Vyshemirskii F.A., Dunaev A.V. Spredu: sostav, tehnologii, perspektivy [Spreads: composition, technology, perspectives]. Saint-Petersburg, Professiya, 2014. 412 p. (In Russ.).
- 3 Gorbatova A.V. Qualitative research cream-vegetable spread functional orientation. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals], 2013, no. 1, pp. 37-39. (In Russ.).
- 4 Ostrikov A.N., Smirnov A.A., Gorbatova A.V. Complex the Exploration of the rheological properties of the spread functional orientation. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 2013, no. 1, pp. 37-39. (In Russ.).
- 5 Maureen L.R., Jozef L.K. Effect of mixer geometry and operating conditions on mixing efficiency of a non-Newtonian fluid in a twin screw mixer. *Journal of Food Engineering*, 2013, vol. 118, pp. 256-265.

УДК 664.87

Профессор Г.О. Магомедов, доцент М.Г. Магомедов,
доцент А.А. Журавлев, доцент Л.А. Лобосова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств.
тел. 8(473)255-38-51
E-mail: mmg@inbox.ru

Professor G.O. Magomedov, associate Professor M.G. Magomedov,
associate Professor A.A. Zhuravlev, associate Professor L.A. Lobosova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of bakery,
confectionery, pasta and grain processing enterprises.
phone 8(473)255-38-51
E-mail: mmg@inbox.ru

Разработка установки для производства концентрированных паст из фруктово- овощного сырья

The development of plants for the production of concentrated pastes of fruit and vegetable raw materials

Реферат. Разработана новая установка для получения концентрированных полуфабрикатов в виде паст для пищевой промышленности. В настоящее время важной задачей пищевой промышленности является создание продукции новых видов с целью совершенствования структуры ассортимента, экономии дефицитного сырья, а также снижения сахароемкости; разработка изделий функционального назначения и изделий длительного срока хранения. Использование местных нетрадиционных видов растительного сырья может способствовать решению существующей задачи. Фруктовые и овощные пасты являются ценными пищевыми продуктами, которые можно использовать как полуфабрикат в кондитерской, хлебопекарной, молочной, пищевконцентратной промышленности для получения изделий повышенной пищевой ценности. Фруктовые и овощные пюре обладают явно выраженными структурно-вязкими или псевдопластичными свойствами и при концентрировании образуют очень вязкую массу. Уже в начале процесса концентрирования, то есть при относительно низкой степени испарения это приводит к быстрому нарастанию вязкости концентрируемой массы и уменьшению испарения влаги. С повышением температуры происходит подгорание массы, а также изменение ее цвета и вкуса. Поэтому для концентрирования фруктовых и овощных пюре необходимо использовать оборудование, конструкция которого учитывает возможные реологические и тепловые проблемы. В результате анализа литературных данных о конструкциях выпарных аппаратов и проведенных исследований, нами была разработана установка для получения концентрированных паст из фруктово-овощного сырья. Разработанная установка позволяет повысить качество готовой продукции за счет интенсификации процесса концентрирования, снизить материальные и энергетические ресурсы, повысить производительность.

Summary. Developed a new system for producing concentrated semi-finished products in the form of pastes for the food industry. Currently, an important task of the food industry is the creation of new products with the aim of improving the structure of the range, saving scarce raw materials, as well as reduce sugar intake; development of product functionality and products with extended shelf life. The use of local non-traditional types of plant materials can contribute to solving existing problems. Fruit and vegetable pastes are a valuable food products which can be used as a semifinished product in the confectionery, bakery, food concentrates industry. Fruit and vegetable purees have a distinct structurally viscous or pseudo-plastic properties and concentration form a very viscous mass. Already in the beginning of the process of concentration, i.e. at a relatively low degree of evaporation that leads to a rapid increase in the viscosity of the concentrate mass and reduce evaporation. With increasing temperature is the burning mass, and also change its color and flavor. Therefore, for the concentration of fruit and vegetable purees, you must use equipment whose design takes into account the possible rheological and thermal problems. The analysis of literary data structures evaporators and studies, we developed a system for producing concentrated pastes of fruit and vegetable raw materials. Developed installation can increase the quality of the finished product due to the intensification of the process of concentration, to reduce material and energy resources, increase productivity.

Ключевые слова: концентрированное пюре, паста, выпарной аппарат.

Keywords: concentrated puree, paste, evaporating device.

© Магомедов Г.О., Магомедов М.Г.,
Журавлев А.А., Лобосова Л.А., 2015

Концентрированные фруктовые и овощные пюре - пастообразные продукты, имеющие однородную консистенцию, запах, вкус и цвет тех фруктовых и овощных пюре, из которых они изготовлены.

Фруктовые и овощные пюре обладают явно выраженными структурно-вязкими или псевдопластичными свойствами и при концентрировании образуют очень вязкую массу. Уже в начале процесса концентрирования, то есть при относительно низкой степени испарения это приводит к быстрому нарастанию вязкости концентрируемой массы и уменьшению испарения влаги. С повышением температуры происходит подгорание массы, а также изменение ее цвета и вкуса. Поэтому для концентрирования фруктовых и овощных пюре необходимо использовать оборудование, конструкция которого учитывает возможные реологические и тепловые проблемы [1].

Несмотря на прогресс в технологии концентрирования, возможности для увеличения содержания массовой доли сухих веществ в пюре остаются ограниченными [1].

В ходе анализа литературных данных о конструкциях выпарных аппаратов и результатах проведенных исследований, нами была разработана установка для получения концентрированных паст из фруктово-овощного сырья [2-5].

Установка для производства концентрированных фруктовых и овощных паст состоит из греющей и выпарной камер, соединенных между собой трубопроводом (рисунок 1). Греющая камера представляет собой цилиндрический стальной корпус 1 с приваренным стандартным штампованным стальным днищем 19 в нижней части и съёмной крышкой 2 в греющей части корпуса, которая присоединяется через уплотнитель 15 к корпусу для герметизации греющей камеры установки для производства концентрированных фруктовых и овощных паст. В корпусе греющей камеры смонтирован медный змеевик 3. Входной конец змеевика 9 присоединяется к насосу, питающему установку, а выходной 4 направляется в выпарную камеру 18 для подачи нагретого пюре и отвода пара.

Патрубок для подачи пара в греющую камеру установки выполнен с таким расчетом, чтобы пар распределялся внутри всего пространства греющей камеры, равномерно, обогревая все части змеевика 3. Контроль за давлени-

ем в греющей камере осуществляется с помощью пароконтактного манометра 6, закрепленного на её съёмной крышке 2.

Греющая камера снабжена трубопроводом с краном для выпуска воздуха 7, краном подачи пара 17 и предохранительным клапаном 5, расположенным на крышке. Греющая камера установки для производства концентрированных фруктовых, овощных и ягодных пюре закрыта кожухом 20, который защищает обслуживающий персонал от ожогов и уменьшает теплопотери. Вентиль 8 служит для спуска конденсата из колонки, а вентиль 10 предназначен для продувки греющей камеры.

Выпарная камера 11 служит для концентрирования пюре и отвода пара и смонтирована рядом с греющей камерой установки. Она представляет собой вертикальную цилиндрическую камеру. Для удаления концентрированной пасты со стенок выпарной камеры в аппарате предусмотрена лопастная конструкция, расположенная в цилиндрической части камеры, смонтированная ниже патрубка трубопровода подачи пюре из греющей камеры. Лопасты выполнены в виде ножевых рам 12, расположенных в вертикальной осевой плоскости таким образом, чтобы между стенкой выпарной камеры и лопастями был зазор 0,5 - 1 мм. Ножевые рамы закреплены на вертикальном консольно расположенном валу 14. Выгрузка готового продукта осуществляется шнеком – дозатором 16, расположенным в нижней продуктовой части выпарной камеры.

Установка для концентрирования фруктовых и овощных паст работает следующим образом.

Исходное пюре насосом перекачивается в змеевик 3, где вследствие нагревания глухим паром свыше 120 °С и избыточного давления в 3 атмосферы в греющей камере из него удаляется свободная и частично связанная влага. Пюре, продвигаясь внутри змеевика, теряет влагу, которая переходит в состояние пара под действием высокой температуры. После выхода из змеевика пюре по трубопроводу 4 направляется в выпарную камеру 11 для дальнейшего концентрирования и отвода пара. Пюре вместе с паром, образовавшимся от выпаривания влаги, который при отсутствии его отвода конденсируется и способствует снижению содержания сухих веществ, направляется по трубопроводу 4 в выпарную камеру.

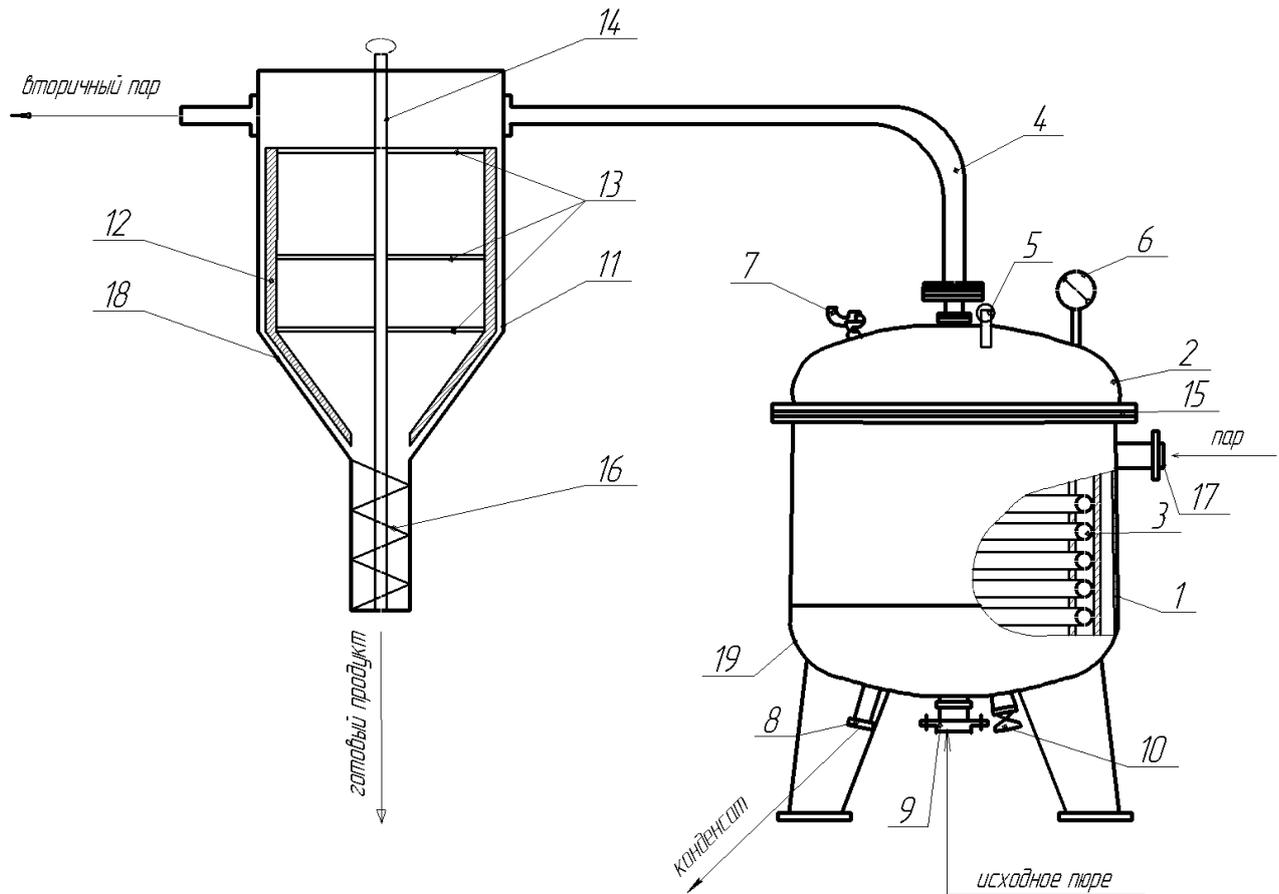


Рисунок 1. Установки для производства концентрированных паст из фруктово-овощного сырья: 1- корпус; 2- крышка; 3- медный змеевик; 4- соединительный трубопровод; 5- предохранительный клапан; 6- манометр; 7- кран для выпуска воздуха; 8- штуцер для конденсата; 9- входной патрубок; 10- воздушный кран; 11- выпарная камера; 12- лопасти; 13- рама; 14- вал; 15- уплотнитель; 16- шнек – дозатор; 17- штуцер для подачи пара; 18- корпус

После выхода пюреобразной массы из змеевика греющей камеры установки для производства концентрированных фруктовых и овощных паст она направляется для дальнейшего концентрирования в выпарную камеру 11, в результате резкого перепада давления с 3 до 1 атмосферы влага мгновенно испаряется. При этом происходит частичное подсушивание пюреобразной массы за счет сброса давления и испарения образующихся паров и удаления их из цилиндроконического корпуса 18. Пюре оседает на стенках камеры, пар центробежным вентилятором отводится из камеры. Пюре со стенок снимается лопастями, выполненными в виде ножевых рам 12, закрепленных на вертикальном консольном расположенном валу. Далее готовый продукт под действием силы тяжести падает вниз и шнеком – дозатором 16 выводится из выпарной камеры.

Таким образом, установка для производства концентрированных фруктовых и овощных паст позволяет:

- получать фруктовые и овощные концентрированные пасты заданного состава и влажности для их дальнейшего использования при производстве кондитерских и хлебобулочных изделий;
- снизить удельные энергозатраты на производство фруктовых и овощных концентрированных паст за счет использования аппаратов для уваривания и концентрирования пюре и более равномерной обработки вследствие использования рациональных конструкций греющей камеры для уваривания и выпарной камеры;
- снизить материальные затраты вследствие устранения вспомогательных операций, избежать потерь продукта в процессе концентрирования и повысить производительность установки за счет перехода на непрерывный режим работы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии: пер. с нем. под общ. науч. ред. А.Ю. Колеснова, Н.Ф. Берестяня, А.В. Орещенко. СПб: Профессия, 2004. 640 с.

2 Магомедов М.Г., Журавлев А.А., Лобосова Л.А., Литвинова А.А. и др. Оптимизация рецептуры ферментной мультиэнзимной композиции для обработки пюре из топинамбура // Хранение и переработка сельхозсырья. 2014. № 8. С. 8-10.

3 Пат. 2528686 РФ А23N 15/00. Устанoвка для производства концентрированных фруктовых, овощных и ягодных пюре / Г.О. Магомедов, М.Г. Магомедов, А.С. Щербаченко. № 2013119763/13; Заявл. 29.04.2013; Оpubл. 20.09.2014.

4 Landl A., Abadias M., Sárraga C. et al. Effect of high pressure processing on the quality of acidified Granny Smith apple purée product // Innovative Food Science and Emerging Technologies. 2010. № 11. P. 557–564.

5 Grabowskia J.A., Truonga V.-D., Daubert C.R. Nutritional and rheological characterization of spray dried sweetpotato powder // Swiss Society of Food Science and Technology. 2007. P. 206-216.

6 Колодязная В.С., Булькран М.С. Кинетика реакций превращения органических кислот при холодильном хранении цитрусовых плодов Ортаник // Вестник Международной академии холода. 2014. № 4. С. 22-25.

REFERENCES

1 Salinger U. Fruktovye i ovoshchnye soki: nauchnye osnovy i tekhnologiya [Fruit and vegetable juices: scientific bases and technology]. Saint-Petersburg, Professiya, 2004. 640 p. (In Russ.).

2 Magomedov M.G., Zhuravlev, A.A., Lobosova L.A., Litvinova A. A. et al. Optimization of the formulation of the enzyme multienzyme composition for processing a puree of Jerusalem artichoke. *Khranenie i pererabotka el'khozsyrya*. [Storage and processing of farm products], 2014, no. 8, pp. 8-10. (In Russ.).

3 Magomedov G.O., Magomedov M.G., Shcherbachenko A.S. Ustanovka dlya proizvodstva kontsentrirrovannykh fruktovykh, ovoshchnykh i yagodnykh pyure iz topinambura [Installation for the production of concentrated fruit, vegetable and berry puree]. Patent RF, no. 2528686, 2014. (In Russ.).

4 Landl A., Abadias M., Sárraga C. et al. Effect of high pressure processing on the quality of acidified Granny Smith apple purée product. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2010, no. 11, pp. 557–564.

5 Grabowskia J.A., Truonga V.-D., Daubert C.R. Nutritional and rheological characterization of spray dried sweetpotato powder. *Swiss Society of Food Science and Technology*, 2007, pp. 206-216.

6 Kolodyaznaya V.S., Boulkrane M.S. Transformation's kinetic reaction of organic acids during the cold storage of Tangor (Ortanique). *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Bulletin of international academy of refrigeration], 2014, no. 4, pp. 22-25. (In Russ.).

Профессор С. Алтайулы,

(Казакский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина) кафедра технологии пищевых и перерабатывающих производств

E-mail: sagimbek@mail.ru

профессор С.В. Шахов, профессор И.Т. Кретов,

(Воронеж. гос. ун-т инж. технолог.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств, тел. (432) 255-35-54

E-mail: s_shahov@mail.ru

доцент А.А. Дерканосова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технолог.) кафедра сервиса и ресторанного бизнеса,

E-mail: aa-derk@yandex.ru

Professor S. Altayuly,

(Kazakh agrotechnical University named after S. Seifullin) Department of technology of food and processing manufactures

E-mail: sagimbek@mail.ru

professor S.V. Shahov, professor I.T. Kretov

(Voronezh State University of Engineering Technologies) Department of machines and apparatuses of food productions

E-mail: s_shahov@mail.ru

associate professor A.A. Derkanosova

(Voronezh State University of Engineering Technologies)

Department of service and restaurant business

E-mail: aa-derk@yandex.ru

Разработка инновационной конструкции конического ротационно-пленочного аппарата

The development of innovative design of the conical rotary- and film apparatus

Реферат. Разработана новая конструкция конического ротационно-пленочного аппарата для проведения процесса влагоудаления из фосфатидных эмульсий растительных масел, который используется в масложировой промышленности и других отраслях промышленности, применяющих выпаривание влаги из термолабильных высоковязких концентратов. В результате экспериментальных исследований определено, что в коническом ротационно-пленочном аппарате, внутренняя полость перфорированного ротора разделена на зону подачи и распределения исходного продукта и зону удаления пара перегородкой, на которой размещена вставка сфероконической формы с обратным изгибом конической части, вершина которой, направлена навстречу подачи исходного продукта, причем в зоне подачи и распределения исходного продукта отверстия перфорации ротора имеют щелевидную форму и в полости ротора данной зоны установлены криволинейные лопасти, образующие которых имеют вид кривой, полученной аппроксимацией ломаной линии, при этом патрубок для ввода исходного продукта, имеющий с обоих концов тангенциально выполненные отверстия, установлен с возможностью вращения в центральной части конического корпуса по его оси, один конец которого размещен во внутренней полости перфорированного ротора в зоне подачи и распределения исходного продукта, а другой размещен в камере для исходного продукта, которая последовательно соединена с калорифером и насосом подачи исходного продукта. Научной новизной инновационной конструкции аппарата является снижение амплитуды колебаний ротационно-пленочного аппарата путем уменьшения трения частиц суспензии о лопасти ротора, вызывающего повышенные динамические нагрузки, обеспечения равномерного распределения исходного продукта по внутренней поверхности корпуса, а также снижение энергозатрат.

Summary. A new design of the conical rotary- and film apparatus for carrying out the process of dripping phosphatidic emulsion of vegetable oils, which are used in the oil industry and other industries that use the evaporation of moisture from the high-heat-labile concentrates. As a result of experimental studies we achieved the following. The conical rotary film apparatus perforated inner cavity of the rotor is divided into a supply and distribution of the original product and vapor removal zone with a barrier that hosts spheroconical insert shapes with reverse bend the conical portion, the top of which is directed towards the delivery of the original product. In the area of supply and distribution of starting material the perforations of the rotor have a slit shape. In the cavity of the rotor curved blades are mounted whose generators have the form of the curve. This curve is obtained by approximation of the polyline. The nozzle for inputting of starting material having tangentially formed holes on both ends is rotatably mounted in the central part of the conical body along its axis, one end of which is placed in the interior of the perforated rotor in the feeding zone and the distribution of the starting material, and the other one is placed in the chamber for a starting material, which is connected in series with the heater and the feeding pump for starting material. Scientific novelty of the innovative design of the device is to reduce the amplitude of the oscillation of the film rotary apparatus by reducing friction of particles suspension on the rotor blades, causing higher dynamic loads, ensure even distribution of starting material on the inner surface of the housing, as well as reduction of energy consumption.

Ключевые слова: конструкция, конический, ротационно-пленочный, аппарат, влагоудаление, эмульсия.

Keywords: design, conical, rotary film apparatus, moisture removal, emulsion.

В настоящее время возрастает актуальность проблемы создания перспективных технологий и оборудования для производства высококачественных продуктов функционального назначения. В решении поставленных задач большая роль отводится масложировой промышленности, развитие которой должно удовлетворить возрастающие потребности населения в растительных маслах и продуктах их переработки [1, 5]. В масложировой промышленности производят фосфатидные концентраты, являющиеся одним из ценных побочных продуктов, которые широко применяются в кондитерской, хлебопекарной, комбикормовой и других отраслях промышленности. Фосфатидные концентраты получают при первичной очистке растительных масел на стадии рафинации в результате их гидратации путем добавления воды в масло, в результате чего фосфатиды коагулируют в виде хлопьев, что основано на их коллоидно-гидрофильных свойствах. Масло с гидратированными хлопьями фосфатидов центрифугируется в сепараторах или отделяется на отстойниках непрерывного действия. Полученный в результате гидратации растительных масел гидратационный (гидрофильный) осадок, имеющий высокую начальную влажность (50-70 % к общей массе), при хранении интенсивно окисляется. Для увеличения срока хранения и улучшения качества, пищевых фосфатидных концентратов из гидратационных осадков удаляет влагу до содержания не более 1 % [2]. Отсутствие научно-обоснованных режимов процесса удаления влаги приводит к необратимым физико-химическим, физико-механическим изменениям в перерабатываемом материале, что делает процесс влагоудаления неэффективным. Изыскание путей интенсификации и повышения качества готового продукта, а также разработка высокопроизводительных конструкций выпарных ротационно-пленочных аппаратов является актуальной задачей.

Разрабатываемый конический ротационно-пленочный аппарат относится к устройствам для проведения процесса влагоудаления из влажных фосфатидных эмульсий растительных масел и может быть использовано в масложировой промышленности и других отраслях промышленности, применяющих выпаривание влаги из термолабильных высоковязких концентратов. Известен ротационно-пленочный аппарат [3, 4], который предназначен для проведения процесса выпаривания из фосфатидных эмульсий растительных масел.

Недостатком ротационно-пленочного аппарата является то, что при подаче в верхней части его корпуса фосфатидной эмульсии на лопасть ротора в результате трения возникают динамические нагрузки, вызывающие колебания ротационно-пленочного аппарата, при этом происходит неравномерное распределение фосфатидной эмульсии по внутренней поверхности корпуса, а также при работе аппарата требуются высокие энергозатраты.

Научной новизной данной конструкции является снижение амплитуды колебаний ротационно-пленочного аппарата путем уменьшения трения частиц суспензии о лопасти ротора, вызывающего повышенные динамические нагрузки, обеспечения равномерного распределения исходного продукта по внутренней поверхности корпуса, а также снижение энергозатрат.

В результате экспериментальных исследований достигнута, что в коническом ротационно-пленочном аппарате, внутренняя полость перфорированного ротора разделена на зону подачи и распределения исходного продукта и зону удаления пара перегородкой, на которой размещена вставка сфероконической формы с обратным изгибом конической части, вершина которой, направлена навстречу подачи исходного продукта, причем в зоне подачи и распределения исходного продукта отверстия перфорации ротора имеют щелевидную форму и в полости ротора данной зоны установлены криволинейные лопасти, образующие которых имеют вид кривой, полученной аппроксимацией ломаной линии, описываемой уравнением:

$$\ddot{x} = \omega^2 x - f g - f \omega^2 \sqrt{x_0^2 + y_0^2} \sin \beta_0 - 2 f \omega \dot{x} \quad (1)$$

где ω - угловая скорость вращения ротора, рад/с; x, y - координаты частицы продукта, f - коэффициент трения продукта о поверхность криволинейной лопасти, g - ускорение свободного падения m/c^2 ($g = 9,81 m/c^2$), β_0 - угол наклона лопасти ротора относительно радиального направления, с учетом условия:

$$\sin \beta_0 < \frac{2\dot{x}}{\omega \cdot r_0} \quad (2)$$

где r_0 - радиус вращения частиц, м.

При этом патрубок для ввода исходного продукта, имеющий с обоих концов тангенциально выполненные отверстия, установлен с возможностью вращения в центральной части конического корпуса по его оси, один конец которого размещен во внутренней полости перфорированного ротора в зоне подачи и распределения исходного продукта, а другой размещен в камере для исходного продукта,

которая последовательно соединена с калорифером и насосом подачи исходного продукта.

На рисунке 1 изображен общий вид конического ротационно-пленочного аппарата, на рисунке 2 - полый барабан со звездообразным сечением и его трехмерная модель, рисунке 3 – сепарационный отбойник, рисунке 4 – увеличенный выносной элемент Б (сепарационного отбойника).

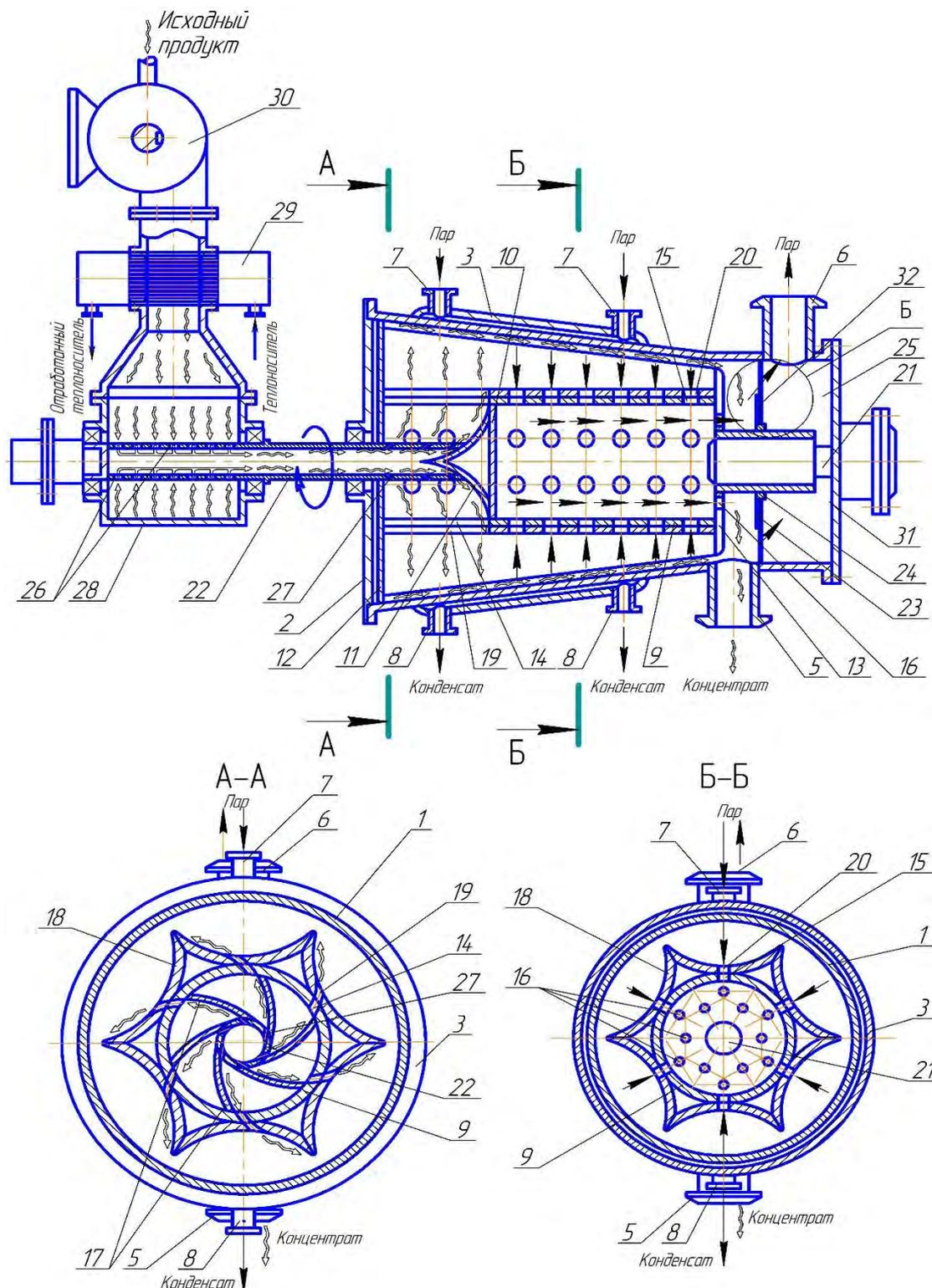


Рисунок 1. Конический ротационно-пленочный аппарат

Конический ротационно-пленочный аппарат (рисунок 1) содержит конический корпус 1 с крышками 2, и 31 (правая крышка корпуса) и обогреваемыми стенками, имеющими греющую рубашку 3 и патрубки 4, 5 соответственно для ввода исходного продукта, вывода готового продукта, а также патрубка 6 для присоединения к вакуумной

системе. Подвод и отвод пара из греющей рубашки 3 осуществляется через патрубки 7 и 8.

Конический корпус 1 выполнен усеченным с углом раскрытия $18-22^\circ$, большее основание которого расположено в зоне ввода исходного продукта, а отношение диаметра большего основания корпуса к диаметру меньшего его основания равно 1,8-2,5.

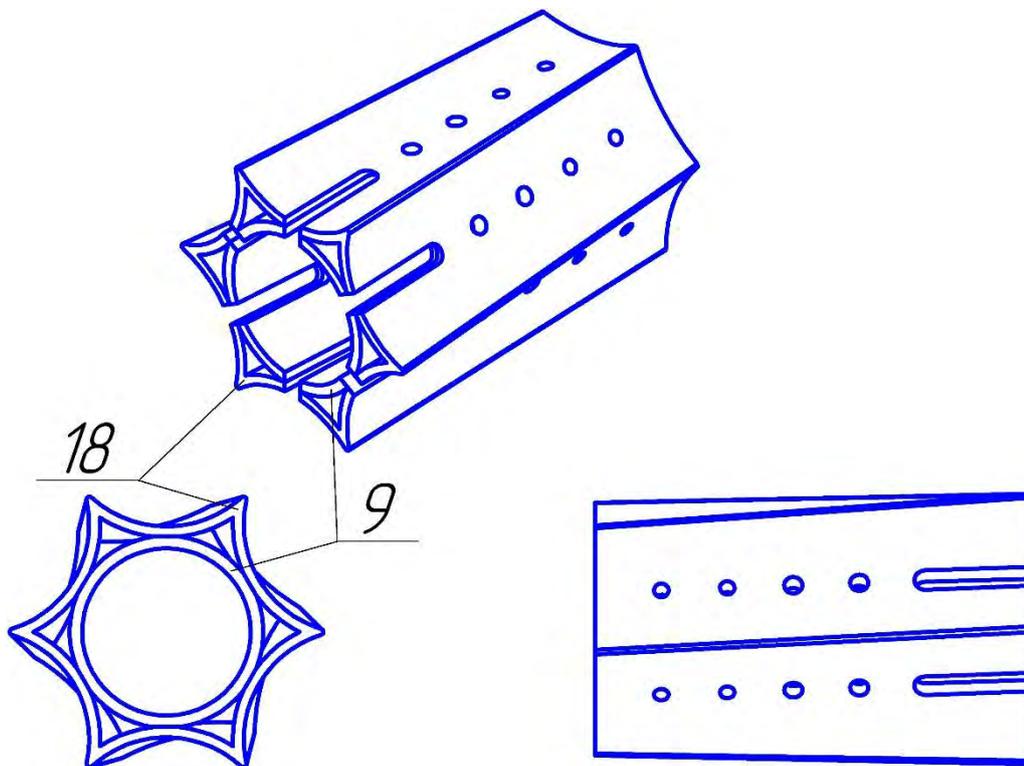


Рисунок 2. Полый барабан со звездообразным сечением

Внутри корпуса размещен с возможностью вращения цилиндрический перфорированный ротор 9, внутренняя полость которого разделена на зону подачи и распределения исходного продукта и зону удаления пара перегородкой 10.

На перегородке 10 размещена вставка 11 сфероконической формы с обратным изгибом конической части (т.е. луковичной или шлемовидной формы), вершина которой, направлена навстречу подачи исходного продукта. Использование вставки 11 позволяет исключить застойные зоны во внутренней полости ротора 9 и беспрепятственно и своевременно направлять исходный продукт в зону обработки.

Перфорированный ротор 9 ограничен дисками 12 и 13. В зоне подачи и распределения исходного продукта выполнены отверстия перфорации ротора щелевидной формы 14, а в зоне удаления пара отверстия цилиндрической формы 15. На диске 13 ротора 9, расположенном в зоне выхода продукта, выполнены цилиндрические отверстия 16 отношение площади живого сечения,

которых к площади живого сечения отверстий 15 перфорированного ротора 9 не меньше 1.

В полости ротора 9 зоны подачи и распределения исходного продукта установлены криволинейные лопасти 17, образующие которых имеют вид кривой, полученной аппроксимацией ломаной линии.

На наружной поверхности цилиндрического перфорированного ротора 9 расположен полый барабан 18 со звездообразным сечением, вершины которого являются его лопастями.

Кромки лопастей барабана 18 расположены параллельно образующей внутренней поверхности конического корпуса 1 с постоянным зазором, и выполнены винтообразно по всей своей длине.

В месте контакта с цилиндрическим перфорированным ротором 9 полый барабан 18 также имеет отверстия щелевидной формы 19 и цилиндрической формы 20, выполненные соосно с отверстиями 14 и 15 цилиндрического перфорированного ротора 9.

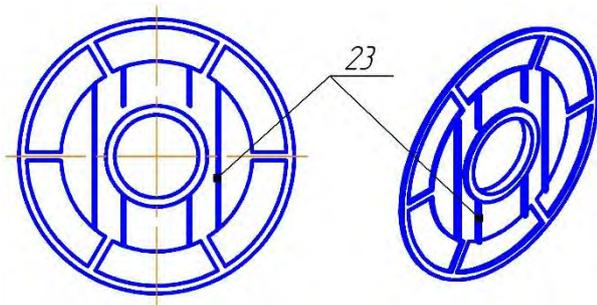


Рисунок 3. Сепарационный отбойник

Живое сечение отверстий 15 (или 20) перфорации и по длине ротора 9 изменяется. Отношение площади живого сечения отверстий 15 перфорации ротора 9 (или отверстий 20 перфорации полого барабана 18) в месте ввода исходного продукта, к площади живого сечения перфорации в месте выхода готового продукта составляет 1,4-1,8.

Ротор 9 установлен в корпусе 1 с помощью полуоси 21 и патрубка 22. На полуоси 21 установлен сепарационный отбойник 32, который неподвижно закреплен на корпусе 1 посредством радиальных опор с образованием отверстий в виде кольцеобразных сегментов, причем на поверхности сплошной части сепарационного отбойника 32, обращенной к ротору 9, установлены вертикальные направляющие 23 и уплотняющая втулка 24.

Между сепарационным отбойником 32 и правой крышкой 31 корпуса 1 образована сепарационная камера 25.

Патрубок 22 служит для ввода исходного продукта и имеет с обоих концов тангенциально выполненные отверстия 26 и 27. Патрубок 22 для ввода исходного продукта установлен с возможностью вращения в центральной части конического корпуса 1 по его оси. Один конец патрубка 22 для ввода исходного продукта размещен во внутренней полости перфорированного ротора 9 в зоне подачи и распределения исходного продукта, а другой конец размещен в камере 28 для исходного продукта, которая последовательно соединена с теплообменником 29 и насосом 30 подачи исходного продукта.

Предлагаемый конический ротационно-пленочный аппарат работает следующим образом.

Исходный обрабатываемый продукт посредством насоса 30 через рекуперативный теплообменник 29, где он с целью снижения

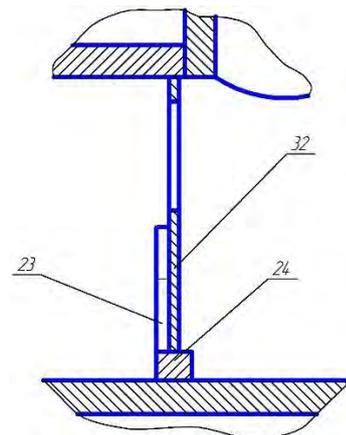


Рисунок 4. Увеличенный выносной элемент Б (сепарационного отбойника)

вязкости подогревается теплоносителем (в качестве которого может использоваться отработанный конденсат из греющей рубашки 3) поступает через патрубок 22 во внутреннее пространство корпуса 1, где через отверстия 27 попадает на криволинейные лопасти 17 вращающегося ротора 9. При движении по криволинейной поверхности лопастей 17, за счет энергии потока продукта и давления, оказываемого на них, происходит вращение ротора 9. Затем продукт через отверстия 14 и 19 поступает на лопасти полого барабана 18 и под действием центробежных сил наносится на внутреннюю поверхность корпуса 1, обогреваемого через греющие рубашки 3 паром, подаваемым и отводимым патрубками 7 и 8. Обрабатываемый продукт поступательно перемещается вместе с выпаренными из продукта парами влаги вдоль корпуса 1 за счет винтообразных лопастей с высокой скоростью движения вдоль аппарата к выходу и выводится из него через патрубок 5. Образовавшаяся в результате выпаривания парогазовая смесь отсасывается вакуумной системой (не показана) через отверстия 15 и 20 перфорированного полого барабана 18 и ротора 9 и отверстия 16 диска 13, а также через зазор между корпусом 1 и диском 13, после чего вступает в контакт с сепарационным отбойником 22, где из нее выделяются жидкая фаза готового продукта, которая посредством направляющих 23 перемещается в патрубок вывода готового продукта 5. Затем парогазовая смесь поступает в сепарационную камеру 25 и через патрубок 6 для присоединения к вакуумной системе выводится из устройства.

В результате снижения амплитуды колебаний ротационно-пленочного аппарата путем уменьшения трения частиц суспензии о лопасти ротора, вызывающего повышенные динамические нагрузки, обеспечивается

равномерного распределения исходного продукта по внутренней поверхности корпуса, и снижается энергозатрат.

Преимущества конического ротационно-пленочного аппарата заключаются в том, что:

- разделение внутренней полости перфорированного ротора на зону подачи и распределения исходного продукта и зону удаления пара перегородкой, на которой размещена вставка сфероконической формы с обратным изгибом конической части, вершина которой, направлена навстречу подачи исходного продукта, выполнение в зоне подачи и распределения исходного продукта отверстий перфорации ротора щелевидной формы и установка в полости ротора данной зоны криволинейных лопастей позволяет беспрепятственно доставлять на внутреннюю поверхность корпуса

исходный продукт путем уменьшения трения продукта о поверхность аппарата вызывающего повышенные динамические нагрузки, что приводит к снижению амплитуды колебаний ротационно-пленочного аппарата путем;

- установка патрубка для ввода исходного продукта, имеющего с обоих концов тангенциально выполненные отверстия, с возможностью вращения в центральной части конического корпуса по его оси, один конец которого размещен во внутренней полости перфорированного ротора в зоне подачи и распределения исходного продукта, а другой размещен в камере для исходного продукта, позволяет осуществить равномерное распределение исходного продукта по внутренней поверхности корпуса.

- последовательное соединение с теплообменником и насосом подачи исходного продукта позволяет снизить энергозатраты.

ЛИТЕРАТУРА

1 Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н. и др. Машины и аппараты пищевых производств. учеб. для вузов под ред. акад. РАСХН В. А. Панфилова. М.: КолосС., 2009. 1610 с.

2 Алтайулы С. Извлечение фосфолипидов из сырого растительного масла с последующим получением фосфатидного концентрата // Масла и жиры. 2010. № 11(117). С.20-22.

3 Пат. 1722516 (СССР), МКИ 3 В 01 D 3/30. Ротационно-пленочный аппарат / Алтаев С.А., Репп К.Р., Кузембаев К.К. № 4775444/26; Заявл. 20.11.89; Оpubл. 30.03.92, Бюл. № 12. 4 с.

4 Алтайулы С., Антипов С. Т. Конический ротационно-пленочный аппарат для сушки фосфолипидных эмульсий подсолнечных масел // Изв. вузов. Пищ. технология. 2011. № 4(322). С. 92 - 93.

5 Ишевский А.Л., Marin Iniesta F. Перспективы и риски агропромышленного комплекса Российской Федерации в условиях закона убывающей эффективности. // Вестник Международной академии холода. 2014. № 3. С. 53-57.

REFERENCE

1 Antipov S.T., Kretov I.T., Ostrikov A.N. et al. Mashiny i apparaty pishchevykh proizvodstv [Machines and equipment for food production, ed. by acad. RAAS V. A. Panfilov]. Moscow, KolosS, 2009. 1610 p. (In Russ.).

2 Altaiuly S. Extraction of phospholipids from crude vegetable oil followed by production of phosphatide concentrate. *Masla i zhiry*. [Oil and fats], 2010, no. 11(117), pp. 20-22. (In Russ.).

3 Altayev S. A., Repp K. R., Kuzembaev K. K. Rotatsionno-plenochnyi apparat [Rotary-film apparatus]. Pateny USSR, no. 1722516, 1989. (In Russ.).

4 Altaiuly S., Antipov S. T. Conical rotary-film apparatus for drying phospholipid emulsions sunflower oils. *Izvestiya vuzov. Pishcheyaya tekhnologiya*. [Bulletin of universities. Food. technology], 2011, no. № 4(322), pp. 92 - 93. (In Russ.).

5 Ishevskii A.L., Marin Iniesta F. Prospect and risks of agroindustrial complex in the Russian Federation under the conditions of the law of diminishing efficiency. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Bulletin of the International Academy of Refrigeration], 2014, no. 3, pp. 53-57. (In Russ.).

УДК 633.854.54

Научный сотрудник Е.В. Феськова,
заведующий кафедрой В.Н. Леонтьев,

(Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»
Минск, Республика Беларусь) кафедра биотехнологии и биоэкологии.
тел. +375 17 327 28 03

доцент П.Н. Саввин, доцент Е.В. Комарова

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра химии и хим. технологии органич. соединений
и переработки полимеров.
тел. 8-473-249-92-37

E-mail: kaftpp14@mail.ru

Researcher A. Feskova, head of the department V.N. Leontiev,
(Educational Institution "Belarusian State Technological University" Minsk, Belarus)
Department of biotechnology and bio-ecology.
phone +375 17 327 28 03

associate professor P.N. Savvin, associate professor E.V. Komarova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of Chemistry and Chemical
technology of organic compounds and polymer processing.
phone. 8-473-249-92-37

E-mail: kaftpp14@mail.ru

Технологические особенности измельчения и фракционирования семян льна масличного

Technological features of milling and fractionation of flaxseeds

Реферат. Обоснованы оптимальные параметры измельчения и фракционирования семян льна масличного. Установлено, что фракция оболочек с наибольшим содержанием лигнана секоизоларицирезинола диглюкозид (SDG) получается при измельчении семян льна на роторной мельнице ударного типа непрерывного действия при частоте вращения ротора 1380–1640 мин⁻¹. Проведенные исследования показали, что при увеличении частоты вращения ротора неразрушенных семян становится меньше. Однако за счет того, что оболочки измельчаются сильнее, их становится труднее отделить от семядолей на. Для идентификации SDG и его количественного определения использовали метод ВЭЖХ-МС. Установлено, что оптимальное разделение фракций оболочек и семядолей происходит при просеве перемолотых семян последовательно на ситах с диаметром отверстий 1 мм и 0,5 мм. Предложена технология промышленного получения лигнансодержащей фракции и муки на основе переработки семян льна масличного, включающая в себя измельчение семян льна при частоте вращения ротора 1380–1640 мин⁻¹ с последующим добавлением 2 % диоксида кремния и постадийное просеивание с использованием сит с диаметром отверстий 2 мм. Для использования фракции оболочек с высоким содержанием лигнанов в качестве сырья для биологически активной добавки к пище требовалось ее дополнительно измельчить до размеров не более 0,4 мм (технологические особенности капсулирования). Разработанная технология позволяет с максимальными выходами получать лигнансодержащую фракцию (выход 10 %) и муку льняную (выход 80 %).

Summary. The optimal parameters of milling and fractionation of flaxseeds were substantiated. It was found that the hull fraction with the highest content of lignan secoisolariciresinol diglucoside SDG was obtained when flaxseeds were grinded using a rotatory impact continuous operation mill at the rotation 1380-1640 rpm. Studies have shown that with the increasing of the rotor speed the number of unbroken seeds decreased. However, due to the fact that the shells are crushed more, they become more difficult to separate from the cotyledons. For identification and quantification of SDG the HPLC-MS method was used. It is found that the optimum separation membranes and cotyledon fraction occurs at sifting milled seeds sequentially through the sieves having meshes of 1 and 0.5 mm. The technology of industrial production of lignans-containing fraction and flour on the basis of flaxseeds processing were proposed. This technology includes milling flaxseeds at the rotation 1380-1640 rpm, with subsequent 2% silicon dioxide addition and stepwise sieving using sieves with the mesh size 2 mm. To use a fraction membranes high in lignans as raw material for biologically active additives to food it needed additional enforcement-ground to a size not more than 0.4 mm (technological features of capsulation). The developed technology allowed getting with maximum yields of lignans-containing fraction (10% yield) and flaxseed flour (80% yield).

Ключевые слова: семена льна масличного, лигнаны, секоизоларицирезинола диглюкозид (SDG), измельчение, фракционирование, лигнансодержащая фракция.

Keywords: flaxseeds, lignans, secoisolariciresinol diglucoside (SDG), milling, fractionation, lignans-containing fraction.

© Феськова Е.В., Леонтьев В.Н.,
Саввин П.Н., Комарова Е.В., 2015

Лен – поистине универсальное и, без сомнения, одно из самых ценных технических растений. В последнее время льняное семя начинает играть все большую роль в мировом производстве продуктов питания. Семена льна масличного богаты жирными кислотами, минеральными веществами (Ca, P, Cu, Fe, K, Mg, Na, Z и др.), протеинами, клейковиной, микрофибриллами, витаминами (C, B₁, B₂, B₆), токоферолами (витамин E) и полисахаридами [1].

Отличительной чертой семян льна масличного является высокое содержание лигнанов по сравнению со всеми зерновыми, бобовыми, овощами и фруктами. Лигнаны – это фенольные соединения, в частности димеры, содержащие дибензобутановую группу и относящиеся к классу фитоэстрогенов, т. е. веществ растительного происхождения, проявляющих эстрогеноподобную активность в организме человека. Среди лигнанов секоизоларицирезинола диглюкозид (SDG) (рисунок 1) является самым распространенным. SDG – один из основных предшественников лигнанов млекопитающих энтеролактона и энтеродиола, который играет важную роль в защите от гормонозависимых видов рака (рак молочной железы, рак простаты, рак щитовидной железы и т. д.), а также от ряда других заболеваний (атеросклероз, остеопороз, диабет и т. д.). Лигнаны также обладают антиаллергенными свойствами и мощным антиоксидантным действием [2].

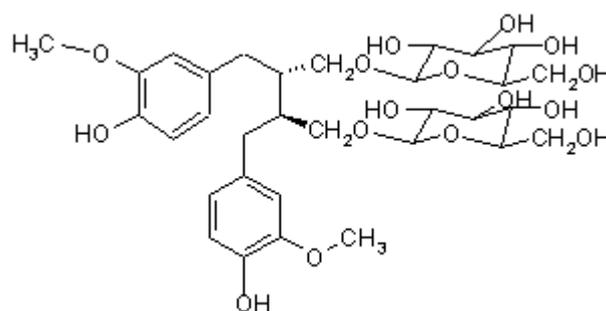


Рисунок 1. Структура секоизоларицирезинола диглюкозида

Основная масса лигнанов локализована в оболочках семян льна. Льняные оболочки являются побочным продуктом обработки семян льна, однако представляют собой потенциальный компонент здорового питания [3]. Оболочка семян льна состоит из наружного слоя, истинной оболочки, жесткой и волокнистой, не содержащей масла и белков, и внутренней мягкой оболочки, содержащей некоторое количество масла и белка (рисунок 2). Однако, т.к. истинную и внутреннюю оболочки трудно отделить друг от друга, их выделяют вместе [4].

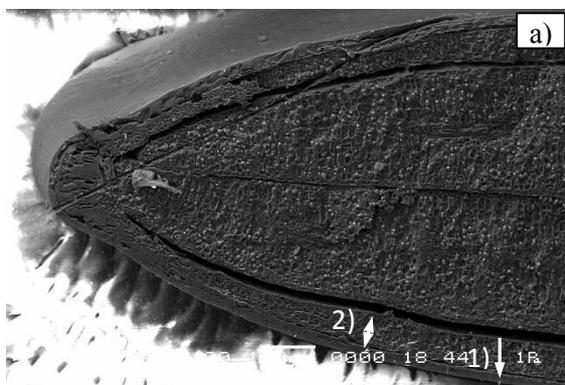


Рисунок 2. Микрофотографии продольного среза льняного семени
а) – увеличение в 100 раз; б) – увеличение в 200 раз
1) – истинная оболочка; 2) – внутренняя оболочка

Оболочки семян льна масличного крепко прикреплены к семядоле. Для получения фракций, богатых оболочками льна, разработаны различные методы, большинство из которых включают стадию обезжиривания семян, что требует использования органических растворителей. Однако оболочки, полученные с использованием органических растворителей, нежелательно употреблять в пищу.

Целью работы являлся подбор оптимальных параметров измельчения и фракциониро-

вания семян льна масличного и разработка технологии получения лигнансодержащей фракции и муки льняной.

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований по измельчению семян льна масличного в роторной мельнице ударного типа (УЦМ-200) при разных частотах вращения ротора – 1250, 1500, 1750, 2000 мин⁻¹. Измельченные семена просеивали на ситах с диаметром отверстий 1 мм или последовательно через сита с диаметром отверстий 1 и 0,5 мм.

Масло в семенах льна масличного содержится в семядолях, а SDG – в оболочках, поэтому для оценки качества разделения измельченных семян на фракции (оболочек и семядолей) определяли содержание масла и SDG в сходах (фракциях, которые остаются на сите), полученных при перемалывании семян при разной частоте вращения ротора и при просеивании на ситах с различным диаметром отверстий.

Для идентификации SDG и его количественного определения использовали метод ВЭЖХ-МС при помощи хроматомасс-спектрометра (Waters, США), оснащенного диодно-матричным детектором с использованием колонки BDS HYPERSIL C₁₈ 250×4,6 мм, 5 мкм (Thermo Electron Corporation, США) и масс-детектора с электроспрей ионизацией (ESI).

Количественное определение SDG проводили по калибровочному графику, построенному по стандартным растворам коммерческого препарата SDG (ChromaDex, США). Содержание масла определяли весовым методом после его экстракции в аппарате Сокслета.

Проведенные исследования показали, что при увеличении частоты вращения ротора неразрушенных семян становится меньше. Однако за счет того, что оболочки измельчаются сильнее, их становится труднее отделить от семядолей на вышеуказанных ситах.

Установлено, что оптимальное разделение фракций оболочек и семядолей происходит при просеве перемолотых семян последовательно через сита с диаметром отверстий 1 и 0,5 мм (рисунок 3).

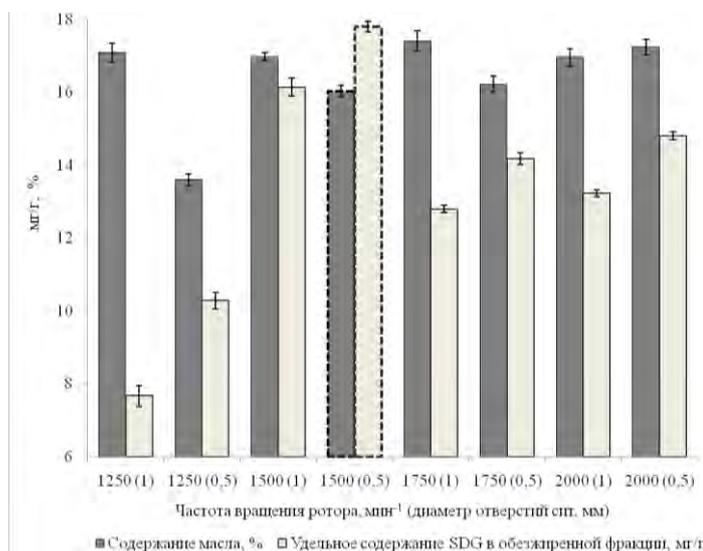


Рисунок 3. Влияние частоты вращения ротора на содержание масла и SDG (1) – просеивание измельченных семян через сито с диаметром отверстий 1 мм; (0,5) – последовательное просеивание измельченных семян через сита с диаметром отверстий 1 и 0,5 мм

На рисунке 4 представлена зависимость величины содержания масла и SDG в образцах, полученных при измельчении семян и при

просеве перемолотых семян последовательно через сита с диаметром отверстий 1 и 0,5 мм, от частоты вращения ротора.

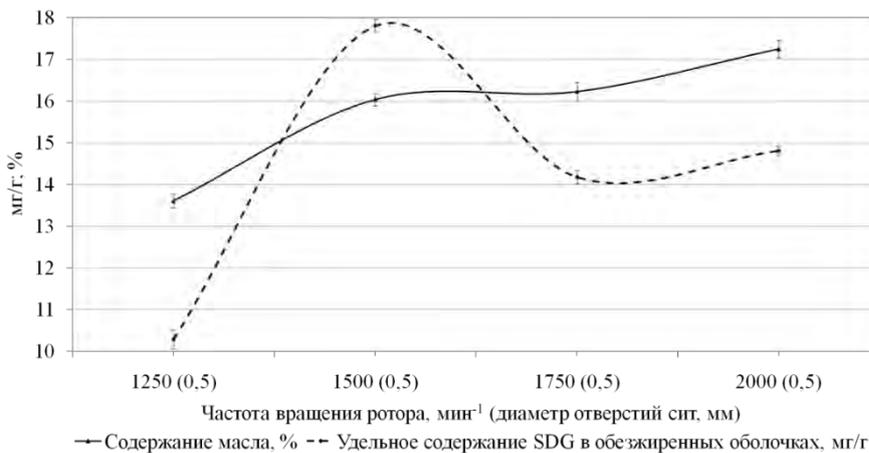


Рисунок 4. Влияние частоты вращения ротора на содержание масла и SDG при последовательном просеивании фракций через сита с диаметром отверстий 1 и 0,5 мм

Установлено, что оптимальный диапазон частоты вращения ротора составляет 1380–1640 мин⁻¹.

Были установлены параметры измельчения и фракционирования семян льна в промышленных условиях. Измельчение семян льна масличного производили на мельнице ударного непрерывного типа УЦМ-200, частота вращения ротора 1500 мин⁻¹. Измельченные семена льна просеивали через сита с диаметром отверстий 2 и 1 мм. Критерием отбора являлось содержание масла в получаемых сходах. По результатам исследований было установлено, что меньшее содержание масла наблюдалось в сходе, полученном при просеивании через сито с диаметром отверстий 2 мм (18,47±0,89% и 29,14±0,88% в сходе, полученном при просеивании через сито с диаметром отверстий 1 мм).

Из-за того, что семена льна масличного содержат большое количество масла и при просеивании происходит слипание фракций и налипание их на сита, для облегчения просеивания измельченных семян добавляли 2 % диоксида кремния.

Для использования фракции оболочек с высоким содержанием лигнанов в качестве сырья для биологически активной добавки к пище требовалось ее дополнительно измельчить до размеров не более 0,4 мм (технологические особенности капсулирования). Так как оболочка льняного семени очень эластичная для ее дополнительного измельчения использовали молотковую мельницу с пятью молотками. После дополнительного измельчения на молотковой мельнице схода, полученном при просеивании через сито с диаметром отверстий 2 мм, его просеивали через сита с диаметрами отверстий 0,4 и 0,28 мм. В результате просеивания было установлено, что использование сит с диаметром отверстий 0,4 мм наиболее пригодно для просеивания, так как дальнейшее уменьшение диаметра отверстий сита (0,28 мм) приводило к слипанию частиц и уменьшению выхода фракции оболочек.

Нами предложена технология промышленного получения фракции оболочек с высоким содержанием лигнанов (лигнансодержащей фракции) и муки на основе переработки се-

мян льна масличного (рисунок 5). Предлагаемая к внедрению технология не предполагает использование органических растворителей.

Разработанная технология позволяет с максимальными выходами получать целевые продукты: лигнансодержащую фракцию (выход 10%) и муку льняную (выход 80%).



Рисунок 5. Технология получения лигнансодержащей фракции и муки льняной

Таким образом, определенные в эксперименте параметры переработки семян льна легли в основу технологии получения лигнансодержащей фракции по ТУ ВУ 100354659.088-2010 «Фракция оболочек семян льна масличного», которую использовали для производства на УП «Минскинтеркапс» биологически активной добавки к пище «Лигнокапс» по ТУ ВУ 100348119.052-2014 «Добавка биологически активная к пище "Лигнокапс"», и муки льняной по ТУ ВУ 100354659.099-2012 «Мука льняная».

ЛИТЕРАТУРА

1 Kajla P., Sharma A., Sood D.R. Flaxseed –a potential food source // J. Food Sci. Tecnol. 2015. V. 52. № 4. P. 1857-1871.
 2 Chen J., Liu X., Shi Y.-P. Determination of the Lignan Secoisolariciresinol Diglucoside from Flaxseed (*Linum Usitatissimum* L.) by HPLC // Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies. 2007. V. 30. P. 533–544.

3 Oomah B.D., Sitter L. Characteristics of flaxseed hull oil // Food Chemistry. 2009. V. 114. № 2. P. 623–628.
 4 Mridula D., Barnwal P., Singh K.K. Dehulling characteristics of selected flaxseed varieties // Food Bioprocess Technol. 2013. V. 6. P. 3284–3289.

REFERENCES

1 Kajla P., Sharma A., Sood D.R. Flaxseed –a potential food source. J. Food Sci. Technol, 2015, vol. 52, no. 4, pp. 1857-1871.

2 Chen J., Liu X., Shi Y.-P. Determination of the Lignan Secoisolariciresinol Diglucoside from Flaxseed (*Linum Usitatissimum* L.) by HPLC.

Journal of Liquid Chromatography and Related Technologies, 2007, vol. 30, pp. 533–544.

3 Oomah B.D., Sitter L. Characteristics of flaxseed hull oil. Food Chemistry, 2009, vol. 114, no. 2, pp. 623–628.

4 Mridula D., Barnwal P., Singh K.K. De-hulling characteristics of selected flaxseed varieties. Food Bioprocess Technol., 2013, vol. 6, pp. 3284–3289.

УДК 631.563.2:621.72

Доцент А.В. Журавлев, аспирант А.В. Бородкина,
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-55-57

к.т.н. И.М. Черноусов
(Управление ОАО «Сбербанк России»)

Associate professor A.V. Zhuravlev, graduate student A.V. Borodkina,
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machines and equipment
for food production. phone (473) 255-55-57

Candidate of Technical Sciences I.M. Chernousov
(OJSC «Sberbank of Russia»)

Разработка математической модели сушки семян амаранта в аппарате со взвешенно- закрученным слоем

Development of mathematical model of drying amaranth seeds in the machine with a balanced twisted – layer

Реферат. Интенсификация процессов сушки является основной совершенствования сушильной техники и технологии. Разработка и внедрение в промышленность высокоинтенсивных аппаратов с активными гидродинамическими режимами, обеспечивает во многих случаях более высокие технико-экономические показатели. Применение аппаратов с закрученным потоком теплоносителя для интенсификации процесса сушки дисперсных материалов представляет, как теоретический интерес, так и практическую ценность. Процессы тепло- и массообмена в сушильных аппаратах в значительной мере определяются гидродинамической обстановкой в его внутреннем объеме. Учитывая сложность геометрии и структуры поля скорости во взвешенно-закрученном слое, которое в общем случае является существенно трехмерным, необходимо декомпозировать гидродинамическую задачу на две суперпозиционные части. Из анализа физической картины следует, что траектории линий тока по своим близки к семейству винтовых кривых. На основе проведенного теоретического анализа тепло- и массообмена процесса сушки семян амаранта в аппарате со взвешенно-закрученным слоем авторами разработана его математическая модель. Рассмотрена структура течения процесса сушки в поперечных сечениях аппарата. Модель базируется на фундаментальных уравнениях А.В. Лыкова, описывает тепло- влагоперенос в капиллярнопористых средах в линейном термодинамическом приближении, учитывая конвективный способ подвода теплоты и малые размеры высушиваемых семян амаранта. Полученные уравнения описывают динамическое изменение полей температуры и влагосодержания в условиях сопряженного теплообмена на границе твердая фаза – теплоноситель. Найдены макрокинетические закономерности процесса. Результаты работы будут полезны широкому кругу специалистов, занимающихся сушкой семян амаранта, а также для расчета и проектирования современных сушильных установок. На основании экспериментальных данных и их статистической обработки была получена математическая модель, адекватно описывающая процесс сушки семян амаранта в аппарате с закрученным потоком теплоносителя. Определен характер изменения критериев оптимизации в зависимости от входных факторов. Результаты математической модели будут полезны широкому кругу специалистов, занимающихся сушкой семян амаранта, а также для расчета и проектирования современных сушильных установок.

Summary. Intensification of drying is a major improvement of the drying equipment and technology. Development and implementation in the industry of high-intensity devices with active hydrodynamic regimes, provides in many cases, higher technical and economic indicators. The use of devices with twisted coolant flow to intensify the process of drying of dispersed materials is both theoretical interest and practical value. The processes of heat and mass transfer in drying machines are largely determined by the hydrodynamic conditions in its internal volume. Given the complexity of the geometry and structure of the velocity field in the balanced twisted-layer, which in general is essentially three-dimensional, it is necessary to decompose the hydrodynamic problem into two parts superposition. From the analysis of the physical picture implies that the path of the current lines of his close family helical curves. Based on the theoretical analysis of heat and mass transfer process of drying seeds of amaranth in the office with a balanced twisted-layer authors developed a mathematical model of it. The structure of the flow of the drying process in the cross-sections of the device. The model is based on the fundamental equations A.V. Lykov, describes a heat moisture transfer in capillary-porous environments in a linear thermodynamic approach, given the method of convective heat supply and the small size of dried seeds of amaranth. These equations describe the dynamic change in the fields of temperature and moisture content in a conjugated heat and mass transfer at the interface solid phase - coolant. Found macrokinetic natural process. The results will be useful for a wide range of professionals involved in drying seeds of amaranth, as well as for calculation and design of modern dryers. On the basis of experimental data and their statistical treatment has been received a mathematical model that adequately describes the process of drying seeds of amaranth in the device with twisted coolant flow. The character of changes in the optimization criteria, depending on the input factors. The results of the mathematical model will be useful a wide range of professionals involved in drying seeds of amaranth, as well as for calculation and design of modern dryers.

Ключевые слова: математическая модель, сушка, семена амаранта, сушильный аппарат, взвешенно-закрученный слой, теплоноситель, тепло-массообмен.

Keywords: mathematical model, drying, amaranth seeds, dryer, balanced twisted - layer, heat transfer fluid, heat and mass transfer.

Окончание. Начало см. «Вестник ВГУИТ» № 1, 2015.

© Журавлев А.В., Бородкина А.В., Черноусов И.М., 2015

Получена система уравнений:

$$\frac{\partial U}{\partial Fo} = Lu \left(\frac{\partial^2 U}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \frac{\partial U}{\partial R} \right) + Lu Pn \left(\frac{\partial^2 T}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \frac{\partial T}{\partial R} \right); \quad (1)$$

$$\frac{\partial T}{\partial Fo} = \frac{FeLu}{Pn} \left(\frac{\partial^2 U}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \frac{\partial U}{\partial R} \right) + (1 + FeLu) \left(\frac{\partial^2 U}{\partial R^2} + \frac{2}{R} \frac{\partial U}{\partial R} \right); \quad (2)$$

$$U(R, 0) = T(R, 0) = 0; \quad (3)$$

$$\frac{\partial U(0, Fo)}{\partial R} = \frac{\partial T(0, Fo)}{\partial R} = 0; \quad (4)$$

$$\frac{\partial U(1, Fo)}{\partial R} + Pn \frac{\partial T(1, Fo)}{\partial R} + Bi_m [U(1, Fo) - 1] = 0; \quad (5)$$

$$- \frac{\partial T(1, Fo)}{\partial R} + Bi_q [1 - T(1, Fo)] - (1 - \varepsilon) Bi_m Ko Lu [U(1, Fo) - 1] = 0, \quad (6)$$

где $Lu = a_m / a_q$ - критерий Лыкова, характеризующий отношение скоростей переноса массы и тепла диффузией; $Pn = \delta(t_c - t_o) / (u_c - u_o)$ - критерий Поснова, характеризующий отношение термодиффузионного переноса влаги к диффузионному переносу; $Fe = \delta r^* \varepsilon / c$ - критерий Федорова, характеризующий отношение теплосодержания переносимой жидкой и парообразной влаги к теплосодержанию высушиваемого материала; $Bi_q = \alpha_q r_o / \lambda_q$ - теплообменное число Био; $Bi_m = \alpha_m r_o / \lambda_m$ - массообменное число Био; $Ko = r^* (u_c - u_o) / (c_p (t_c - t_o))$ - критерий Косовича, характеризующий зависимость между количеством теплоты, затраченным на испарение жидкости и на нагревание влажного тела.

Интегрирование системы уравнений (1)-(6) необходимо проводить численно, так как аналитическое решение получить затруднительно [1].

Численное интегрирование уравнений математической модели основывается на конечно-разностных представлениях. Непрерывная область интегрирования разбивается сеткой с шагом ΔR и ΔFo , при этом область решения, представляющая собой полуограниченную полосу $[0; 1] \times [0; \infty)$, заменяется дискретной, то есть совокупностью узлов, при этом вводятся обозначения:

$$U(R, Fo) = U(i\Delta R, j\Delta Fo) = U_i^j;$$

$$T(R, Fo) = T(i\Delta R, j\Delta Fo) = T_i^j,$$

где $i = 0, 1, \dots, n$; $j = 0, 1, \dots$; $\Delta R = \frac{1}{n}$; ΔFo выбирается из условия $\Delta \theta < \Delta R$.

Для аппроксимации уравнений модели выбран четырехточечный шаблон, рисунок 1.

Это позволяет записать дискретный аналог уравнений модели с первым порядком точности по ΔFo и вторым по ΔR в виде:

$$U_i^{j+1} = U_i^j + [Lu \left(\frac{U_{i+1}^j - 2U_i^j + U_{i-1}^j}{\Delta R^2} + \frac{U_{i+1}^j - U_{i-1}^j}{i\Delta R^2} \right) + Lu Pn \left(\frac{T_{i+1}^j - 2T_i^j + T_{i-1}^j}{\Delta R^2} + \frac{T_{i+1}^j - T_{i-1}^j}{i\Delta R^2} \right)] \Delta Fo; \quad (7)$$

$$T_i^{j+1} = T_i^j + \left[\frac{FeLu}{Pn} \left(\frac{U_{i+1}^j - 2U_i^j + U_{i-1}^j}{\Delta R^2} + \frac{U_{i+1}^j - U_{i-1}^j}{i\Delta R^2} \right) + (1 + FeLu) \left(\frac{T_{i+1}^j - 2T_i^j + T_{i-1}^j}{\Delta R^2} + \frac{T_{i+1}^j - T_{i-1}^j}{i\Delta R^2} \right) \right] \Delta Fo; \quad (8)$$

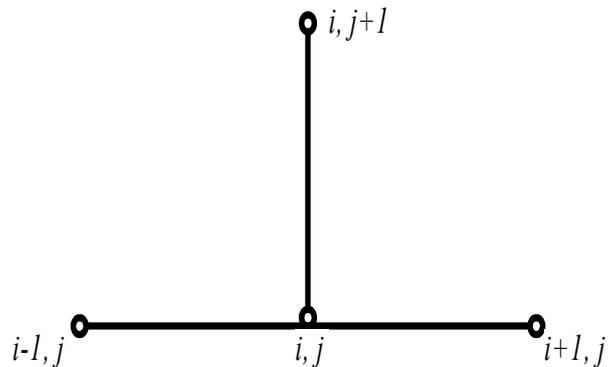


Рисунок 1. Схема четырехточечного шаблона.

$$U_i^0 = T_i^0 = 0; \quad (9)$$

$$U_0^j = U_1^j; \quad T_0^j = T_1^j; \quad (10)$$

$$\frac{U_n^j - U_{n-1}^j}{\Delta R} + Pn \frac{T_n^j - T_{n-1}^j}{\Delta R} + Bi_m [U_n^j - 1] = 0; \quad (11)$$

$$-\frac{T_n^j - T_{n-1}^j}{\Delta R} + Bi_q [1 - T_n^j] - (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu [U_n^j - 1] = 0, \quad (12)$$

Прежде чем приступить к реализации конечно-разностной схемы (1)-(6), преобразуем граничные условия (5) и (6) для выделения из них в явном виде U_n^j и T_n^j :

$$U_n^j - U_{n-1}^j + Pn T_n^j - Pn T_{n-1}^j + \Delta R Bi_m U_n^j - \Delta R Bi_m = (1 + \Delta R Bi_m) U_n^j + Pn T_{n-1}^j - U_{n-1}^j - Pn T_{n-1}^j - \Delta R Bi_m = 0,$$

то есть

$$(1 + \Delta R Bi_m) U_n^j + Pn T_{n-1}^j = Pn T_{n-1}^j + \Delta R Bi_m + U_{n-1}^j; \quad (13)$$

$$-T_n^j + T_{n-1}^j + \Delta R Bi_q - \Delta R Bi_q T_n^j - \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu U_n^j + \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu = -\Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu U_n^j - (1 + \Delta R Bi_q) T_n^j + T_{n-1}^j + \Delta R Bi_q + \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu = 0,$$

то есть

$$U_n^j = \frac{\Delta U}{\Delta} = \frac{(Pn T_{n-1}^j + \Delta R Bi_m + U_{n-1}^j)(1 + \Delta R Bi_q)}{[(1 + \Delta R Bi_m)(1 + \Delta R Bi_q) - Pn \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu]} - \frac{[T_{n-1}^j + \Delta R Bi_q + \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu] Pn}{[(1 + \Delta R Bi_m)(1 + \Delta R Bi_q) - Pn \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu]} \quad (15)$$

$$T_n^j = \frac{\Delta T}{\Delta} = \frac{\{T_{n-1}^j + \Delta R Bi_q + \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu\} (1 + \Delta R Bi_m) - (Pn T_{n-1}^j + \Delta R Bi_m + U_{n-1}^j) \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu}{[(1 + \Delta R Bi_m)(1 + \Delta R Bi_q) - Pn \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu]} \quad (16)$$

Таким образом, вместо (5) и (6) следует записать (15) и (16). В результате получена

$$\Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu U_n^j + (1 + \Delta R Bi_q) T_n^j = T_{n-1}^j + \Delta R Bi_q + \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu \quad (14)$$

Введем обозначения:

$$a_{11} = 1 + \Delta R Bi_m; \quad a_{12} = Pn; \\ a_{21} = \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu; \quad a_{22} = 1 + \Delta R Bi_q;$$

$$b_1 = Pn T_{n-1}^j + \Delta R Bi_m + U_{n-1}^j;$$

$$b_2 = T_{n-1}^j + \Delta R Bi_q + \Delta R (1 - \varepsilon) Bi_m KoLu,$$

Тогда (13) и (14) примет вид:

$$\begin{cases} a_{11} U_n^j + a_{12} T_n^j = b_1, \\ a_{21} U_n^j + a_{22} T_n^j = b_2. \end{cases}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11} a_{22} - a_{12} a_{21};$$

$$\Delta_U = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} \\ b_2 & a_{22} \end{vmatrix} = b_1 a_{22} - b_2 a_{12};$$

$$\Delta_T = \begin{vmatrix} a_{11} & b_1 \\ a_{21} & b_2 \end{vmatrix} = b_2 a_{11} - b_1 a_{21}.$$

математическая модель процесса сушки семян амаранта в аппарате со взвешенно-закрученным слоем.

ЛИТЕРАТУРА

1 Журавлев А. В., Бородкина А.В., Черноусов И.М. Разработка математической модели сушки семян амаранта в аппарате со взвешенно-закрученным слоем // Вестник ВГУИТ. 2015. № 1. С. 58-62.

2 Антипов С.Т., Прибытков А.В., Черноусов И.М. Проблема сушки зерна амаранта в России // Вестник ВГТА. 2010. № 1. С. 27-30.

3 Антипов С.Т., Казарцев Д.А., Бунин Е.С., Черноусов И.М. Новые технические решения в технике сушки дисперсных материалов // Техника машиностроения. 2010. № 1. С. 55-58.

4 Юрова И. С., Кретов И.Т., Журавлев А.В., Казарцев Д.А. Тепло- и массообмен при сушке семян расторопши в вихревой камере с СВЧ-энергоподводе. Воронеж: ВГУИТ, 2012. С. 40-43.

5 Антипов С.Т., Журавлев А.В., Черноусов И.М. Тепло- и массообмен при сушке семян амаранта в аппарате со взвешенно-закрученным слоем. Воронеж: ВГТА, 2011. С. 152-163.

6 Лыков А. В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. С. 230.

REFERENCES

1 Zhuravlev A.V., Borodkina A.V., Chernousov I.M. Development of mathematical model of drying seeds of amaranth in the office with a balanced twisted-layer. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2015, no. 1, pp. 58-62. (In Russ.).

2 Antipov S.T., Pribytkov A.V., Chernousov I.M. The problem of drying of grain amaranth in Russia. *Vestnik VGTA*. [Bulletin of VSTA], 2010, no. 1, pp. 27-30. (In Russ.).

3 Antipov S.T., Kazartsev D.A., Bunin E.S., Chernousov I.M. New technical solutions in the technique of drying particulate materials. *Tekhnika mashinostroeniya*. [Technology of mechanical engineering], 2010, no. 1, pp. 55-58. (In Russ.).

4 Yurova I.S., Kretov I.T., Zhuravlev A.V., Kazartsev D.A. Teplo- i massoobmen pri sushke semyan rastoropshi v vikhrevoi kamere s SVCh-energoprovode [Heat and mass transfer in drying the seeds of milk thistle in the vortex chamber to the microwave energy supply]. Voronezh, VGUIT, 2012. pp. 40-43. (In Russ.).

5 Antipov S.T., Zhuravlev A.V., Chernousov I.M. Teplo- i massoobmen pri sushke semyan amaranta v apparate so vzveshenno-zakruchennym sloem [Heat and mass transfer in drying amaranth seeds in the machine with a balanced twisted-layer]. Voronezh, VGTA, 2011. pp. 152-163. (In Russ.).

6 Lykov A.V. Teoriya sushki [The theory of drying]. Moscow, Energiya, 1968. 230 p. (In Russ.).

УДК 663.12

Профессор В.Б. Тишин, заведующая кафедрой Т.В. Меледина,
к. т. н. О.В. Головинская
(Университет ИТМО) кафедра пищевой биотехнологии продуктов из растительного сырья.
тел. (812) 314-28-03
E-mail: Meledina07@mail.ru

Professor V.B. Tishin, head of department T.V. Meledina,
Ph.D. O.V. Golovinskaya
(St. Petersburg, Russia, ITMO University) Department of food biotechnology of products from
vegetable raw materials.
phone (812) 314-28-03
E-mail: Meledina07@mail.ru

О выборе математических моделей кинетики культивирования дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в условиях дефицита кислорода

About a choice of mathematical models of kinetics of cultivation of *Saccharomyces cerevisiae* yeast in the conditions of deficiency of oxygen

Реферат. В технологиях производства многих пищевых продуктов микробиологические процессы являются определяющими в экономических показателях предприятий и качестве выпускаемой продукции. Примерами тому могут служить производства, в которых конечным продуктом является биомасса. Например, производство различных штаммов дрожжей *Saccharomyces* для различных отраслей пищевой промышленности: хлебопекарной, пивоваренной, винодельческой, а также для фармацевтической промышленности. Разработка математических моделей развития клеток микроорганизмов – одна из сложнейших задач микробиологии. Необходимость в поисках математических моделей диктуется постоянным развитием микробиологической отрасли промышленности, повышающимися требованиями к проектированию производств, ведению и предсказанию хода технологических процессов в зависимости от изменения технологических параметров. Но для этого необходимы знания о закономерностях материального и энергетического обмена между культуральной средой и клеткой и наличие математических моделей, описывающих их. Эти знания нельзя получить, не изучив кинетику протекания биологических процессов. Кинетические закономерности развития микроорганизмов во многом определяются выбором способа проведения микробиологического процесса и типа аппаратуры, в которой эти процессы протекают. Многие биологические процессы можно описать простейшими математическими моделями, однако существуют кинетические закономерности биологических процессов, которые можно описать только уравнениями более сложного вида. Получены модели кинетики культивирования дрожжей, отражающие сложности биологических процессов, протекающих во время культивирования. На примере обработки экспериментальных данных по культивированию дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* периодическим способом получена система уравнений (математическая модель), устанавливающая функциональную связь прироста биомассы и потребления клетками углеводов с их различными начальными значениями в культуральной среде в условиях дефицита кислорода без какого-либо перемешивания.

Summary. In the production technology of many foods microbiological processes are crucial to the economic indicators of enterprises and the quality of the products manufactured. The examples of this are the production, where the biomass is the end product. For example, the production of various strains of the yeast *Saccharomyces* for different branches of the food industry: baking, brewing, wine-making, as well as for the pharmaceutical industry. The development of mathematical models of microbial cells is one of the greatest challenges of microbiology. The need to search for mathematical models is dictated by the continuous development of microbiological industry, increases in the requirements for the production design, maintenance and predictions of the processes depending on the change of process parameters. However, this requires knowledge of the laws governing material and energy exchange between the culture medium and the cell and the availability of mathematical models describing them. This knowledge cannot be obtained without studying the biological processes kinetics. Kinetic regularities of microbial growth is largely determined by the selection method of the microbiological process and the type of equipment in which these processes occur. Many biological processes can be described with a simple mathematical model, but there are kinetic regularities of biological processes that can only be described by equations of more complex type. Culturing yeast kinetic models, reflecting the complexity of the biological processes occurring during the cultivation were obtained. According to the analysis of experimental data on the *Saccharomyces cerevisiae* yeast culturing with a batch process, a system of equations (mathematical model), giving a functional relationship of biomass growth and cells consumption of carbohydrates with their different initial values in a culture medium under conditions of oxygen deficiency without stirring is obtained.

Ключевые слова: математическая модель, кинетика, культивирование, дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*.

Keywords: mathematical model, kinetics, cultivation, yeast *Saccharomyces cerevisiae*.

© Тишин В.Б., Меледина Т.В., Головинская О.В., 2015

Развитие микроорганизмов происходит под действием множества факторов, функционально связанных между собой. Установить эту связь в виде математических зависимостей (моделей) – задача сложная, интересная и необходимая. Необходимость ее решения диктуется высокими темпами развития микробиологических отраслей промышленности, возросшими требованиями к проектным работам, широкой автоматизацией технологических процессов и их оптимизации. Удовлетворить эти требования будет трудно, не имея данных по кинетике развития популяции клеток и математических моделей, адекватно отражающих течение биологических процессов. И не случайно проблеме моделирования кинетики биологических процессов уделяют большое внимание многие известные ученые [1, 2, 10].

Гипотеза о пропорциональности первой степени между приростом биомассы и ее концентрацией в культуральной среде.

Наиболее известной математической моделью кинетики развития микроорганизмов является экспоненциальная зависимость изменения концентрации клеток в культуральной жидкости во времени. Вывод модели основан на предположении о непрерывном делении клеток в неограниченном объеме, в условиях отсутствия дефицита питания и влияния отрицательных факторов, связанных с жизнедеятельностью клеток.

Согласно принятым условиям высказана гипотеза, что прирост биомассы Δx за период времени Δt прямо пропорционален концентрации биомассы (клеток) в культуральной среде X и времени, т.е. $\Delta x = \mu x \Delta t$ [1,2]. В дифференциальной форме это равенство имеет вид уравнения (1):

$$\frac{dx}{dt} = \mu x, \tag{1}$$

где коэффициент пропорциональности μ носит название локальной удельной скорости прироста биомассы. После интегрирования уравнения (1) в пределах от x_i до x_{i+1} и от τ_i до τ_{i+1} получим:

$$x_{i+1} = x_i e^{\mu(\tau_{i+1} - \tau_i)}. \tag{2}$$

Кроме локальной удельной скорости, пользуются еще величиной средней удельной скорости $\bar{\mu}$, определяемой в промежутке времени от $\tau_i = 0$ до произвольного значения τ и от $x_i = x_n$ до x , в таком случае из уравнения (2) следует [2]

$$x = x_n e^{\bar{\mu}\tau}. \tag{3}$$

Чтобы при обработке опытных данных не быть зависимыми от размерностей, концентрации в культуральной жидкости в дальнейшем будем выражать в безразмерном виде, как отношение текущих концентраций к начальным: $x_b = x / x_n$. В новой записи уравнение (3) примет вид:

$$x_b = e^{\bar{\mu}\tau}. \tag{4}$$

В конечном итоге, при переводе безразмерных величин в размерные, величина текущих значений концентраций биомассы будет зависеть от выбора размерности их начальных значений.

Уравнения (3) и (4) выражают закон экспоненциального развития микроорганизмов. Дальнейшая задача заключается в установлении зависимости удельной скорости $\bar{\mu}$ от тех или иных факторов, например, температуры, pH среды, начальной концентрации микроорганизмов и субстрата; гидродинамических условий в культиваторе, последние в свою очередь зависят от интенсивности перемешивания культуральной среды, и т.п.

Обычно считается, что отклонение от экспоненциального закона говорит о несоблюдении ранее принятых условий. Удельную скорость роста при том или ином лимитирующем факторе выражают в виде различных зависимостей. В данной статье не ставится задача их анализа, а желаям детально разобраться в их сути, рекомендуем обратиться к литературе [1–5].

Гипотеза о степенной зависимости прироста биомассы от ее концентрации в культуральной среде.

Можно привести много случаев, когда развитие микроорганизмов не подчиняется экспоненциальной зависимости и условие (1) не всегда соблюдается. Более верным было бы предположение - $\Delta x \sim x^m$. Примером тому может быть развитие дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* при наличии лаг-фазы, дефиците кислорода, когда принудительная подача воздуха в культуральную среду отсутствует, и кислород проникает в жидкость за счет молекулярной диффузии через ее свободную поверхность и т.п. Другим примером может служить культивирование гриба *Medusomyces gisevi* и др. [6–8]. Учитывая сказанное, более правильным будет записать дифференциальное уравнение (1) в ином виде:

$$\frac{dx}{dt} = kx^m. \tag{5}$$

В уравнении (5) коэффициент k аналогичен удельной скорости μ в уравнении (1). В частном случае показатель степени m может равняться и

единице. При $m = 1$ $k = \mu$ и в итоге получим уравнение экспоненты. Таким образом, уравнение (1) является частным случаем уравнения (5).

Интегрируя уравнения (5) в тех же пределах, что и уравнение (1), после приведения конечного выражения к безразмерному виду, получим уравнение степенного вида:

$$x_b^{1-m} = 1 + \frac{(1-m)k}{x_H^{1-m}} \tau. \quad (6)$$

Обозначив в правой части равенства (6) отношение параметров перед τ через δ и проведя несложные преобразования, запишем:

$$x_b = (1 + \delta\tau)^{\frac{1}{1-m}}. \quad (7)$$

Уравнение (7) можно привести к несколько иному виду:

$$x_b = (1 + \delta\tau)^{m_1}, \quad (8)$$

где
$$m_1 = \frac{1}{1-m}. \quad (9)$$

В уравнении (8) параметр δ аналогичен $\bar{\mu}$ в уравнении (3) и представляет собой среднюю относительную удельную скорость прироста биомассы.

Интерес представляет анализ уравнения (9). Ранее уже было сказано, что при $m = 1$, интегрирование уравнения (5) дает экспоненциальную зависимость (4). При подстановке в уравнение (9) $m = 1$, функция $m_1(m)$ претерпевает разрыв и $m_1 = \pm \infty$. Именно в зоне разрыва имеет место экспоненциальная зависимость (4). При $m < 1$, m_1 всегда будет больше нуля, и мы получим уравнение степенного вида (8).

При $m > 1$, m_1 будет иметь отрицательное значение, и мы получим уравнение иного вида:

$$S_b = \frac{1}{(1 + \delta_s \tau)^{m_{1s}}}. \quad (10)$$

В данном случае S_b обозначает любой компонент культуральной жидкости, концентрация которого снижается при протекании биологического процесса.

Уравнения, полученные на основе гипотезы степенного вида, требуют экспериментальной проверки. В дальнейшем будет показано, что область применения уравнений вида (8) и (10) ограничена определенными условиями. Как показали исследования по культивированию дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*, уравнения типа (8) достаточно точно отражают характер накопления биомассы (рисунок 1). Однако уравнение (11), полученное на основе той же гипотезы (5), такой же достаточностью не обладает

при описании опытных данных по кинетике потребления субстрата (рисунок 1а), поэтому для этой цели необходим поиск другой модели.

Эмпирическая степенная зависимость.

Уравнение степенного вида, несколько иного вида, чем (8) и (10), можно получить, основываясь не на гипотезе (5), а, скорее, из соображений логики, опираясь на экспериментальные результаты. Согласно графикам $x = f(\tau)$ (рисунок 1), мы в праве в любой момент времени концентрацию биомассы в культуральной среде выразить в виде суммы:

$$x = x_H + \Delta x, \quad (11)$$

где Δx – прирост биомассы в промежутке времени от $\tau = 0$ до $\tau = \tau_i$, в общем случае изменяющейся во времени. Можно записать, что $\Delta x \sim \tau^n$. Тогда, с учетом этой пропорциональности, уравнение (11) примет вид:

$$x = x_H + k_1 \tau, \quad (12)$$

где k_1 – коэффициент пропорциональности.

Разделив обе части равенства (12) на x_H и обозначив отношение $k/x_H = \gamma^n$, из уравнения (12) получим:

$$x_b = 1 + (\gamma\tau)^n, \quad (13)$$

где γ и n – параметры, определяемые экспериментально. Показатель степени в уравнении (13) может иметь как положительное, так и отрицательное значение. В последнем случае уравнение (14) примет вид:

$$S_b = \frac{1}{1 + (\gamma_s \tau)^{n_s}}. \quad (14)$$

Таким образом, мы вместо уравнений (8) и (10) получили уравнения (13) и (14). Преимущество уравнений (13) и (14) перед уравнениями (8) и (10) заключается в том, что входящим в уравнение (13) и (14) параметрам проще придать вполне определенный физико-биологический смысл. Если в указанных уравнениях параметры m_1 и n имеют один и тот же смысл – темп изменения функции $x_b(\tau)$ или $S_b(\tau)$, т.е. изменение скорости протекания биологического процессы во времени, то с параметрами δ и δ_s дело обстоит сложнее. В отличие от δ в уравнении (8), из уравнения (13) легко доказывается, что величина $\tau_u = 1/\gamma$ есть время удвоения функции $x(\tau)$, а из уравнения (14) – $\tau_s = 1/\gamma_s$ есть время снижения функции $S_b(\tau)$ в два раза.

Время удвоения называют еще генерацией клеток. За все время культивирования дрожжей может быть несколько генераций, причем время генерации остается постоянной. Время генерации является важной характеристикой штамма дрожжей и используется в технологических расчетах.

Экспериментальное определение эмпирических коэффициентов

Прирост биомассы. Предметом исследований являлись дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* штамма Л-12. Опыты проведены на мелассных растворах с начальным содержанием сахаров в культуральной среде $S_{н1} = 0,115$; $S_{н2} = 0,0575$ и $S_{н3} = 0,0383$, в массовых долях. Растворы приготавливались из мелассы с известным содержанием общих сахаров. Для получения необходимой концентрации сахаров в культуральной жидкости мелассу разбавляли водой. Засевная культура приготавливалась из прессованных дрожжей 75 % влажности. Для каждого начального значения субстрата было предусмотрено четыре значения начальной концентрации дрожжей в культуральной среде: $x_n = 3,7; 10; 30; 50$ кг/м³.

Культивирование проводилось в прозрачном стеклянном сосуде в течение 6-8 ч при температуре 30-31 °С при рН среды 4,2-4,6. Считалось, что изменение температуры и кислотности культуральной жидкости в указанных пределах не влияло существенным образом на процесс культивирования. Через каждый час отбирались пробы для определения общей концентрации дрожжей x – кг/м³ при 75 % влажности. Визуальные наблюдения показали, что большая часть дрожжей находилась во взвешенном состоянии и лишь незначительная – оседала на дно сосуда.

Результаты экспериментальных исследований и обработки опытных данных представлены на рисунке 1 в виде графиков зависимости $x_b(\tau)$ при . Для других значений S_n графики выглядят аналогичным образом. Для сравнительной оценки уравнений (8) и (13), обработка экспериментальных даны, с целью нахождения значений коэффициентов δ, m_1, γ и n , велась для обоих вариантов. Для облегчения работы, предварительный выбор уравнений для расчета коэффициентов производился с помощью компьютерных программ CurveExpert и MatchCad [9].

На основе опытных данных установлено, что входящие в уравнения (8) и (13) параметры, связаны сложными функциональными зависимостями с начальными значениями концентрации дрожжей и углеводов в культуральной жидкости.

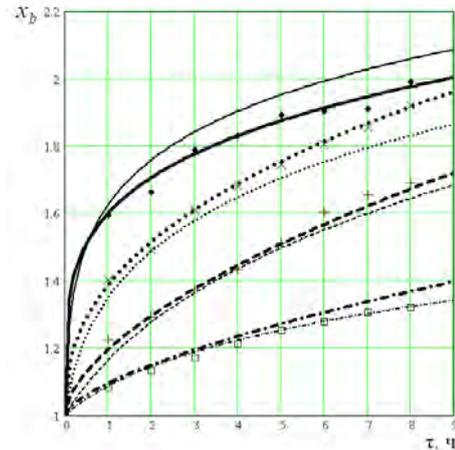


Рисунок 1. Изменение концентрации: биомассы во времени; тонкие линии соответствуют уравнению (8), толстые – (14) при $S_n = 0,115$; $x_n = 3,7$ —; $x_n = 10$ •••; $x_n = 30$ — —; $x_n = 50$ — • —, кг/м³; знаки соответствуют опытным данным.

Поиск математических моделей начнем с анализа возможности использования уравнения (8) в качестве головного. Из нескольких уравнений, предложенных программой CurveExpert для расчета величин δ и m_1 , при различных значениях x_n были выбраны следующие:

$$\delta = k \left(\frac{a}{x_n} \right)^b; \tag{8,а}$$

$$m_1 = a_1 e^{-\frac{(x_n - b_1)^2}{2c^2}}. \tag{8,б}$$

Проанализируем полученные равенства. Прежде всего, отметим, что показатели степеней должны быть безразмерны. Значит безразмерными должны быть величины b, m_1 и a_1 , а коэффициенты a, b_1 и c иметь размерность ту же, что и x_n – кг/м³; так как при проведении экспериментов мы измеряли время в часах, то коэффициент $k = 1$, корректирующий размерность, имеет размерность, что $\delta - 1/ч$.

Все указанные коэффициенты и показатели степеней в уравнениях (8,а) и (8,б) зависят от начальной концентрации углеводов в культуральной среде. Для их расчета на основе опытов выбирались соответствующие уравнения согласно требованиям, сформулированным выше. В результате, для расчета коэффициентов, входящих в уравнения (8а) и (8б), были выбраны следующие уравнения:

$$a = 1,62 S_n^{-\left(\frac{S_n}{0,086}\right)}; \tag{8,в}$$

$$b = 0,0133 \cdot 0,85^{\frac{1}{S_n}} S_n^{-2,95}. \tag{8,г}$$

Проанализируем уравнения (8,в) и (8,г). Согласно рисунку 2а функция (8,в) имеет максимум $S_H = 0,35$. Далее, при $S_H \rightarrow 1$, функция будет стремиться к нулю, что вполне логично. Возможно, значение $S_H = 0,35$ и соответствует тому предельному значению концентрации углеводов, при котором развитие дрожжей начинает тормозиться (требует экспериментальной проверки). При $S_H \rightarrow 0$, $a \rightarrow 0$, и согласно уравнению (8) $\delta \rightarrow 0$, т.е. при отсутствии углеводов прироста биомассы, естественно, не будет.

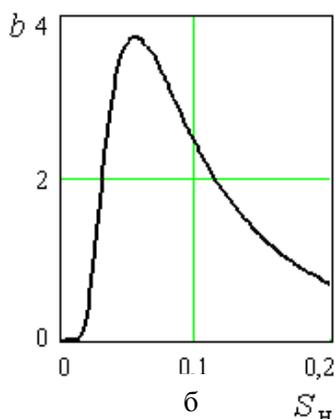
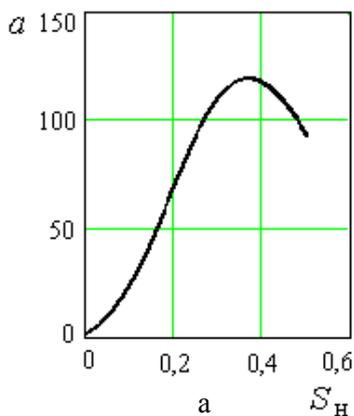


Рисунок 2. Зависимость коэффициентов a и b от S_H в уравнениях (8,в) и (8,г)

Функция (8,г) при $S_H = 0,058$ имеет максимум, следовательно и δ будет максимальным. Далее при $S_H \rightarrow 1$ $b \rightarrow 0$ (рисунок 2б) $\delta \rightarrow 1$. Таким образом влияние начального содержания углеводов S_H на величину δ , выраженное уравнениями (8,в) и (8,г), не противоречит реальным условиям развития клеточной популяции и они могут быть использованы в дальнейшем при составлении математической исследуемого биологического процесса.

Недостаток функций типа (8,в) и (8,г) заключается в том, что аргумент функции входит в показатель степени, поэтому численные коэффициенты 0,086 и 1 должны иметь ту же

размерность, что и x_H . Придать им какой-либо физико-биологический смысл в таких уравнениях довольно сложно.

В уравнении (8,б) коэффициент a_1 определяет максимум значения функции $m_1(x_H)$, а коэффициент b_1 – значение $x_H = x_{min}$, соответствующее этому максимуму. С понижением начального содержания углеводов максимум темпа прироста биомассы возрастает. В тоже время он смещается в сторону увеличения x_H . В этой связи можно рекомендовать изменение начального засева x_H от 5 до 40 при отсутствии аэрации. При наличии принудительной аэрации культивирование можно проводить и при значительно более высоких значениях x_H [8, 9].

Для вычисления коэффициентов, входящих в уравнение (8,б) получены следующие эмпирические выражения:

$$a_1 = 0,175 \cdot S_H^{\left(\frac{0,015}{S_H}\right)}; \quad (8,д)$$

$$b_1 = 17,57 + 94,46 S_H. \quad (8,е)$$

Таким образом, получена система уравнений (8), (8,а)-(8,е), которую можно принять за математическую модель, так как она достаточно точно, согласно рисунку 1, описывает кинетику протекания процесса культивирования дрожжей, и позволяет прогнозировать течение процесса за пределами условий эксперимента в диапазоне изменения x_H от 1 до 50 и S_H от 0,005 до 0,3.

Обратимся теперь к уравнению (13). На основе экспериментальных данных была установлена линейная зависимость γ от x_H :

$$\gamma = a_2 - b_2 \cdot x_H. \quad (13,а)$$

Установлено, что в уравнении (13,а) $b_2 = 0,00186 \text{ м}^3/\text{кк} \cdot \text{ч}$ независимо от значения S_H . Для расчета коэффициента a_2 получено эмпирическое уравнение, устанавливающее его зависимость от начальной концентрации углеводов:

$$a_2 = 0,1028 \cdot 0,983^{\frac{1}{S_H}} \cdot S_H^{-0,14}. \quad (13,б)$$

Согласно равенству (13,б), в пределах изменения S_H от 0 до 0,0013, можно принять $a_2 = 0$ и $\gamma = 0$. В таком случае прирост биомассы при $S_H \leq 0,0013$ не происходит.

Таким образом, уравнения (13,а) и (13,б) устанавливают сложную функциональную связь удельной относительной скорости прироста биомассы с начальными значениями концентрации биомассы и углеводов в культуральной жидкости.

Для расчета темпа прироста биомассы n выбраны следующие уравнения:

$$n = \frac{a_3 \cdot x_n}{8,25 + x_n}; \quad (13,в)$$

$$a_3 = \left(\frac{0,06}{S_n} \right)^{0,428}. \quad (13,г)$$

Сравнивая модели уравнений (8) и (13),

ЛИТЕРАТУРА

1 Алексеев Г.В., Вороненко Б.А., Лукин Н.И. Математические методы в пищевой инженерии. СПб: ЛАНЬ, 2012, 176 с.

2 Nikolić S., Mojović L., Rakin M., Pejin J. et al. Simultaneous enzymatic saccharification and fermentation (SSF) in bioethanol production from corn meal by free and immobilized cells of *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* // Journal of Chemical Science and Technology. 2012. V. 1. Issue.1. P. 21-26.

3 Тишин В.Б., Оганнисян В. Г., Леонов А. В. Тепло- и массообмен между клеткой и культуральной средой при аэробном культивировании хлебопекарных дрожжей. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. № 2.

4 Арзамасцев А.А., Андреев А.Н. О возможности использования различных моделей кинетики биосинтеза. // Биофизика. 2001. Т. 46. № 6. С. 1048-1061.

5 Шлейкин А.Г., Кабанов А.В. и др. Изучение тиолдисульфидного равновесия в хлебопекарных дрожжах. // Вестник Международной академии холода. 2014. № 2. С. 62-65.

6 Тишин В.Б., Головинская О.В., Леонов А.В. Математические и компьютерные методы в медицине, биологии и экологии: монография. М.: МИЭМП, 2013. С. 36-53.

7 Тишин В.Б. Культивирование микроорганизмов. Кинетика, гидродинамика, тепломассообмен. СПб: РАПП, 2012. 180 с.

8 Тишин В.Б., Аль Асаад Кусай М., Кхалил М.М. Исследование влияния некоторых факторов на кинетику роста дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* при периодическом культивировании. // Вестник международной академии холода. 2007. № 1. С. 44-47.

9 Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в MatchCad: учебный курс. СПб.: Питер, 2005. 448 с.

10 Дмитриева Ю.В., Андреев А.Н. Выбор дрожжей для технологии замороженной после формирования сдобы. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2015. № 3. С. 31-44.

можно сказать, что обе они в равной мере удовлетворяют требованиям, предъявляемым к математическим моделям, сформулированным выше. Однако по структуре модель (8) сложнее модели (13) и она менее точно отражает экспериментальные данные (рисунок 1). Учитывая эти замечания и преимущества модели (13) перед моделью (8), отмеченные ранее, предпочтение следует отдать системе уравнений (13), (13,а) – (13,г), представляющей собой математическую модель прироста биомассы.

REFERENCES

1 Alekseev G.V., Voronenko B.A., Lukin N.I. Matematicheskie metody v pishchevoi inzhenerii [Mathematical methods in food engineering]. St. Petersburg, LAN, 2012. 176 p. (In Russ.).

2 Nikolić S., Mojović L., Rakin M., Pejin J. et al. Simultaneous enzymatic saccharification and fermentation (SSF) in bioethanol production from corn meal by free and immobilized cells of *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*. Journal of Chemical Science and Technology, 2012, vol. 1, issue. 1, pp. 21-26.

3 Tishin V.B., Ogannisyan V. G., Leonov A. V. Heat-mass exchange between a cage and the cultural environment at aerobic cultivation of baker's yeast. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. [Scientific Journal ITMO. Series: Processes and equipment for food production], 2012, no 2. (In Russ.).

4 Arzamastsev A.A., Andreev A.N. About possibility of use of various models of kinetics of biosynthesis. *Biofizika*. [Biophysics], 2001, vol. 46, no 6, pp. 1048-1061. (In Russ.).

5 Shleikin A.G., Kabanov A.V. Thioldisulfid balance in baker's yeast. *Vestnik mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Bulletin of the International Academy of Refrigeration], 2014, no 2, pp. 62-65. (In Russ.).

6 Tishin V. B., Golovinskaya O. V., Leonov A. V. Matematicheskie i komp'yuternye metody v meditsine, biologii i ekologii [Mathematical and computer methods in medicine, biology and ecology. Monograph]. Moscow, MIEMP, 2013. P. 36-53. (In Russ.).

7 Tishin V.B. Kul'tivirovanie mikroorganizmov [Cultivation of microorganisms. Kinetics, hydrodynamics, heatmass exchange]. St. Petersburg, 2012. 180 p. (In Russ.).

8 Tishin V.B., Al' Asaad Kusai M., Kkhalil M.M. Research of influence of some factors on kinetics of growth of *Saccharomyces cerevisiae* yeast at periodic cultivation. *Vestnik mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Bulletin of the International Academy of Refrigeration], 2007, no 1, pp. 44-47. (In Russ.).

9 Makarov E.G. Inzhenernye raschety v MatchCad [Engineering calculations in MatchCad]. St. Petersburg, Piter, 2005. 448 p. (In Russ.).

10 Dmitrieva Yu.V. , Andreev A.N. Choice of yeast for technology the frozen ambassador of formation of fancy bread. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya: Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv*. [Scientific Journal ITMO], 2015, no 3, pp. 31-44. (In Russ.).

УДК 663.52

Профессор Г.В. Агафонов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых производств. тел. (473) 255-37-32

профессор В.М. Перельгин

тел. +7(499)740 80 83

E-mail: v.m.perelygin@mail.ru

аспирант А.В. Торшин,

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых производств. тел. (473) 255-37-32

E-mail: avtor-89@mail.ru

Professor G.V. Agafonov

(Voronezh state university of engineering technologies)

Department of Technology of fermentation and sugar industries, phone (473) 255-37-32

E-mail: avtor-89@mail.ru

Professor V.M. Perelygin

тел. +7(499)740 80 83

E-mail: v.m.perelygin@mail.ru

Post-graduate student A.V. Torshin,

(Voronezh state university of engineering technologies)

Department of Technology of fermentation and sugar industries. phone (473) 255-37-32

E-mail: avtor-89@mail.ru

Разгонная колонна для выделения этилового спирта из фракций промежуточных и головных примесей

Accelerating column for separation of ethanol from factions of intermediate and head impurities

Реферат. В настоящее время для очистки этилового спирта от головных и промежуточных примесей производится отбор фракций сивушного спирта и сивушного масла из ректификационной колонны и фракции головных и промежуточных примесей из конденсатора эпорационной колонны, работающей по методу гидроселекции. При этом указанные фракции содержат не менее 13 % этилового спирта, что приводит к снижению выхода конечного продукта. Разгонка данных фракций в известных разгонных колоннах требует увеличения расхода греющего пара на 6-8 кг/дал и повышения металлоёмкости установки. В настоящей работе исследован процесс разгонки фракции из конденсатора эпорационной колонны, сивушного спирта из ректификационной колонны и подсивушного слоя жидкости из декантатора, которые подают на тарелку питания новой разгонной колонны (РзК), которая работает по технологии эпорации с подачей гидроселекционной воды на верхнюю тарелку и имеет в своём составе концентрационную, выварную и отгонную части, дефлегматор, конденсатор, кипятыльник. Были получены уравнения материального баланса колонны и по ним определены концентрации этилового спирта на её тарелках. Преобразовав уравнения материального баланса, получили зависимости для определения соотношения количества примеси, отводимой из разгонной колонны с потоками лютера и фракции этилового спирта. Далее были получены уравнения для определения доли примеси, отбираемой с фракцией из конденсатора колонны. Проведенные расчеты показали, что изученные примеси практически полностью отбираются с данной фракцией. При этом содержание в ней этилового спирта составляет 0,14 % от часовой выработки.

Summary. Nowadays purification of ethanol from the head and intermediate impurities is done with the selection of fractions of fusel alcohol and fusel oil from the distillation column and head and intermediate fractions impurities from condenser Epuration column operating according to the hydro-selection method. Due to this the fraction contains at least 13% ethyl alcohol, resulting in a reduced yield of the final product. Distillation of these fractions in the known acceleration columns requires increased consumption of heating steam for 6-8 kg / dal and increasing installation metal content. In this paper we investigate the process of distillation fraction from the condenser of Epuration column, fusel alcohol from the distillation column and subfusel liquid layer from the decanter, which is fed on a plate of supply of new accelerating column (AC), which operates on Epuration technology with the supply of hydro-selection water on the top plate and has in its composition concentration, boiling and stripping parts, a dephlegmator, a condenser, a boiler. Material balance equations of the column were obtained and ethyl alcohol concentration on its plates were determined by them. Having converted the material balance equations, we determined the dependences for the impurities ratio being drawn from the accelerating column with the Luther flows and ethyl alcohol fraction. Then we received the equation for determining the proportion of impurities taken from the column condenser with fraction. These calculations proved that the studied impurities are almost completely selected with this faction, ethyl alcohol content of it being 0.14% of the hourly output.

Ключевые слова: разгонная колонна, этиловый спирт.

Keywords: accelerating column, ethyl alcohol.

Для очистки спирта от сопутствующих промежуточных и головных примесей производится обычно отбор фракций сивушного спирта и сивушного масла из ректификационной колонны и фракции головных и промежуточных примесей из конденсатора элюационной колонны, работающей по методу гидроселекции [1, 2]. Однако указанные фракции содержат не менее 13 % этилового спирта, что приводит к существенному снижению выхода конечного продукта брагоректификации.

Использование для разгонки этих фракций известных из литературы [3] разгонных колонн требует увеличения расхода греющего пара на 6-8 кг/дал и повышения металлоёмкости брагоректификационной установки.

В настоящей работе исследован процесс разгонки фракции из конденсатора элюационной колонны, сивушного спирта из ректификационной колонны и подсивушного слоя жидкости из декантатора, которые подают на тарелку питания новой разгонной колонны (РЗК), которая работает по технологии элюации с подачей гидроселекционной воды на верхнюю тарелку и имеет в своём составе концентрационную, выварную и отгонную части, дефлегматор, конденсатор, кипятильник. Пусть m, n, w – числа теоретических тарелок в концентрационной, выварной и отгонной частях этой колонны, $g, l, L_c, F_D, L_m, L_n, L_w, L_0, \Phi$ – молевые потоки соответственно пара, гидроселекционной воды, питания, фракции из конденсатора, жидкости в концентрационной части, жидкости в выварной части, жидкости в отгонной части, лютера из куба, фракции очищенного от примесей спирта с нижней тарелки выварной части разгонной колонны, входящей в состав БРУ производительностью 3000 дал/сутки безводного этилового спирта. Тогда:

$$L_m = g - F_D + l; \quad (1)$$

$$L_n = g - F_D + l + L_c; \quad (2)$$

$$L_w = g - F_D + l + L_c - \Phi; \quad (3)$$

$$L_0 = L_w - g \quad (4)$$

Запишем теперь уравнения материального баланса спирта или примеси для дефлегматора РЗК, считая эффект его концентрирующего действия равным одной теоретической ступени равновесной конденсации пара:

$$g \cdot y_{w+n+m} = (g - F_D) \cdot x_D + F_D \cdot y_D, \quad (5)$$

где y_D и x_D – молевые доли спирта или примеси в паре, поступающем из дефлегматора в конденсатор, и флегме, возвращаемой из дефлегматора на верхнюю тарелку РЗК.

С использованием соотношения (5) получены уравнения материального баланса этилового спирта или примеси для теоретических тарелок РЗК, считая их снизу вверх и помечая куб и дефлегматор соответственно индексами «0» и «D»:

$$x_1 = \frac{g}{L_w} \cdot y_0 + \frac{L_0}{L_w} \cdot x_0$$

$$x_1 = \frac{g}{L_w} \cdot y_1 + \frac{L_0}{L_w} \cdot x_0$$

.....

$$x_w = \frac{g}{L_w} \cdot y_{w-1} + \frac{L_0}{L_w} \cdot x_0$$

$$x_{w+1} = \frac{g}{L_w} \cdot y_w + \frac{L_0}{L_w} \cdot x_0$$

$$x_{w+2} = \frac{g}{L_n} \cdot y_{w+1} + \frac{\Phi}{L_n} \cdot x_{w+1} + \frac{L_0}{L_n} \cdot x_0$$

$$x_{w+3} = \frac{g}{L_n} \cdot y_{w+2} + \frac{\Phi}{L_n} \cdot x_{w+1} + \frac{L_0}{L_n} \cdot x_0$$

.....

$$x_{w+n-1} = \frac{g}{L_n} \cdot y_{w+n-2} + \frac{\Phi}{L_n} \cdot x_{w+1} + \frac{L_0}{L_n} \cdot x_0$$

$$x_{w+n} = \frac{g}{L_n} \cdot y_{w+n-1} + \frac{\Phi}{L_n} \cdot x_{w+1} + \frac{L_0}{L_n} \cdot x_0$$

$$x_{w+n+1} = \frac{g}{L_m} \cdot y_{w+n} - \frac{F_D \cdot y_D}{L_m}$$

.....

$$x_{w+n+m} = \frac{g}{L_m} \cdot y_{w+n+m-1} - \frac{F_D \cdot y_D}{L_m}, \quad (6)$$

где x_i и y_i – молевые доли этилового спирта или примеси в жидкости и паре на i -й теоретической тарелке разгонной колонны.

Воспользуемся уравнениями (6) для расчёта распределения концентраций этилового спирта по тарелкам разгонной колонны при следующих условиях её работы: $w=10, n=10, m=8, g=22,5494$ кмол/ч (3,25 кг/дал), $l=189,4150$ кмол/ч, поток сивушного спирта $F_{cc}=2,0836$ кмол/ч при $x_{cc}=0,5139$, поток фракции из конденсатора элюационной колонны $F_s=2,5079$ кмол/ч при $x_s=0,53785$, поток подсивушного слоя из декантатора $F_{дек}=0,6425$ кмол/ч при концентрации этилового спирта в нём $x_{дек}=0,0741$ молевых долей,

$F_D=0,0571$ кмол/ч, отбор фракции этилового спирта 11-й тарелки РзК $\Phi=75,6708$ кмол/ч с концентрацией этилового спирта $x_{11}=0,0322$, поток питания колонны $L_c=5,2340$ кмол/ч с содержанием этилового спирта $x_c=0,4714$. Тогда $L_m=211,3853$ кмол/ч, $L_n=216,6193$ кмол/ч, $L_w=140,9485$ кмол/ч, $L_0=118,3991$ кмол/ч. Расчёты концентраций этилового спирта на тарелках разгонной колонны проводились общепринятым способом «от тарелки к тарелке» на основе данных В.Н. Стабникова и О.Г. Муравской [4] по фазовому равновесию жидкость – пар в системе этиловый спирт – вода. Полученные результаты приведены в таблице 1, из которой следует, что при подаче в РзК питания с содержанием безводного спирта в количестве $L_c \cdot x_c=5,2340 \cdot 0,4714=2,4673$ кмол/ч из дефлегматора этой колонны отбирается флегма с концентрацией этилового спирта $x_D=0,1650$ молевых долей, а в её конденсаторе осуществляется конденсация $0,0571$ кмол/ч несконденсированного в дефлегматоре пара с концентрацией этилового спирта $y_D=0,5105$. При этом $F_D \cdot y_D=0,0571 \cdot 0,5105=0,02915$ кмол/ч безводного этилового спирта, что составляет $0,14\%$ от часовой выработки конечного продукта в БРУ-3000.

Т а б л и ц а 1

Распределение концентраций этилового спирта по тарелкам РзК при $w=10, n=10, m=8, g=22,5494$ кмол/ч, $l=189,4150$ кмол/ч, $F_D=0,0571$ кмол/ч, $L_c=5,2340$ кмол/ч при $x_c=0,4714, \Phi=75,6708$ кмол/ч при $x_{11}=0,0322$

№, № теоретических тарелок	Этиловый спирт в жидкости, мол. доли
D	0,1650
28	0,0172
27	0,0177
26	0,0182
25	0,0191
24	0,0205
23	0,0225
22	0,0254
21	0,0310
20	0,0429
19	0,0429
18	0,0429
17	0,0429
16	0,0429
15	0,0427
14	0,0422
13	0,0411
12	0,0382
11	0,0322
10	0,0197
9	0,0144
8	0,0080

Продолжение табл. 1

7	0,0045
6	0,0023
5	0,0011
4	0,000251
3	0,000245
2	0,000113
1	0,000049
0	0,000013

Уравнение материального баланса примеси для РзК имеет вид:

$$L_c \cdot x_c = F_D \cdot y_D + \Phi \cdot x_{w+1} + L_0 \cdot x_0 \quad (7)$$

Установим соотношение между количествами примеси, отводимой из РзК с потоками лютера и фракции этилового спирта с $(w+1)$ -й тарелки:

$$\delta = \frac{L_0 \cdot x_0}{\Phi \cdot x_{w+1}} \quad (8)$$

Для этого преобразуем уравнения материального баланса примеси для тарелок отгонной части системы (6) следующим образом:

$$\frac{x_{w+1}}{x_0} = \frac{\gamma^{w+1} \cdot [L_0 + L_w \cdot (\gamma - 1)] - L_0}{L_w \cdot (\gamma - 1)}, \quad (9)$$

где $\gamma = \frac{g \cdot K_w}{L_w}$; (10)

K_w – средняя величина коэффициента испарения примеси для тарелок отгонной части РзК.

Из соотношений (8) – (10) следует:

$$\delta = \frac{L_0 \cdot L_w \cdot (\gamma - 1)}{\Phi \cdot \{ \gamma^{w+1} \cdot [L_0 + L_w \cdot (\gamma - 1)] - L_0 \}} \quad (11)$$

Значения δ , рассчитанные по уравнению (11), для изоамилового, изобутилового, н. пропилового, изопропилового спиртов, кротонного, н. масляного альдегидов и этилацетата с использованием данных [5] об их коэффициентах испарения приведены в таблице 2, из которой видно, что величины $L_0 \cdot x_0$ для исследованных примесей намного меньше $\Phi \cdot x_{w+1}$, что позволяет пренебречь последним слагаемым в правой части уравнения (7) и переписать его следующим образом:

$$L_c \cdot x_c = F_D \cdot y_D + \Phi \cdot x_{w+1} \quad (12)$$

Преобразуем теперь уравнение (5) к виду:

$$\sigma_D = \frac{y_D}{x_{w+n+m}} = \frac{K_D \cdot K_{w+n+m} \cdot (V + 1)}{K_D + V}, \quad (13)$$

где $V = \frac{g - F_D}{F_D}$ – флегмовое число РзК; (14)

K_D, K_{w+n+m} – коэффициенты испарения примеси для дефлегматора и верхней тарелки РзК.

Распределение промежуточных и головных примесей этилового спирта между лютером, фракцией этилового спирта с (w+1)-й тарелки и фракцией из конденсатора РзК при w=10, n=10, m=8, g=22,5494 кмол/ч, l=189,4150 кмол/ч, F_D=0,0571 кмол/ч, Φ=75,6708 кмол/ч.

Примеси этилового спирта	$\delta = \frac{L_0 \cdot x_0}{\Phi \cdot x_{11}}$	$\sigma_{w+n} = \frac{x_{20}}{x_{11}}$	$\sigma_{w+n+m} = \frac{x_{28}}{x_{20}}$	$\sigma_D = \frac{y_D}{x_{28}}$	$\alpha_D = \frac{F_D \cdot y_D}{F_D \cdot y_D + \Phi \cdot x_{n+1}} \cdot 100\%$
Изоамиловый спирт	0,18·10 ⁻⁷	222,6260	35,5261	35,7177	99,83
Изобутиловый спирт	0,13·10 ⁻⁵	20,9048	13,9308	48,9537	91,48
Изопропиловый спирт	0,1·10 ⁻⁴	37,0156	52,6187	75,0533	99,10
Н. пропиловый спирт	0,89·10 ⁻⁵	20,9048	13,9308	48,9573	91,48
Кротоновый альдегид	0,94·10 ⁻⁶	452,9158	219,6045	100,4822	99,99
Этилацетат	0,77·10 ⁻⁷	6745,7193	26,0798	396,2551	100,00
Н. масляный альдегид	0,18·10 ⁻⁵	452,9158	18,1084	190,5436	99,92

Из уравнений системы (6) для выварной и концентрационной частей РзК получаем:

$$\sigma_n = \frac{x_{w+n}}{x_{w+1}} = \frac{\alpha^{n-1} \cdot [L_n \cdot (\alpha - 1) + \Phi] - \Phi}{L_n \cdot (\alpha - 1)}, \quad (15)$$

$$\text{где } \alpha = \frac{g \cdot K_n}{L_n};$$

K_n – средний коэффициент испарения примеси для тарелок выварной части РзК;

$$\sigma_m = \frac{x_{w+n+m}}{x_{w+n}} = \frac{\beta_{w+n} \cdot \beta_{w+n+1} \cdot \dots \cdot \beta_{w+n+m-1}}{1 + \frac{F_D \cdot \sigma_D}{L_m} \cdot (1 + \beta_{w+n+m-1} + \beta_{w+n+m-1} \cdot \beta_{w+n+m-2} + \dots + \beta_{w+n+m-1} \cdot \beta_{w+n+m-2} \cdot \dots \cdot \beta_{w+n+1})}, \quad (16)$$

$$\beta_i = \frac{g \cdot K_i}{L_m}; \quad \text{где } K_i \text{ – коэффициент испарения примеси на } i\text{-й тарелке.}$$

Численные значения σ_D, σ_n, σ_m, рассчитанные по уравнениям (13) – (16) для указанных выше примесей, представлены в таблице 2.

Заметим, что:

$$\sigma_D \cdot \sigma_n \cdot \sigma_m = \frac{y_D}{x_{w+1}}. \quad (17)$$

С учётом соотношения (17) уравнение (12) преобразуется к виду:

$$\alpha = \frac{F_D \cdot y_D}{F_D \cdot y_D + \Phi \cdot x_{w+1}} = \frac{F_D \cdot \sigma_D \cdot \sigma_n \cdot \sigma_m}{F_D \cdot \sigma_D \cdot \sigma_n \cdot \sigma_m + \Phi}, \quad (18)$$

где α_D – доля примеси, отбираемой с фракцией F_D из конденсатора РзК.

Значения α_D·100% приведены в таблице 2, из которой следует, что изученные примеси практически полностью отбираются с фракцией F_D=0,0571 кмол/ч из конденсатора РзК. При этом содержание этилового спирта в этой фракции составляет 0,14% от часовой выработки спирта в БРУ-3000. Полученные результаты дают основание рекомендовать к внедрению в промышленность изученную разгонную колонну.

ЛИТЕРАТУРА

1 Цыганков П.С. Ректификационные установки спиртовой промышленности. М: Лёгкая и пищевая промышленность, 1984. С. 356.

2 Перельгин В.М., Никитина С.Ю., Порохова Н.А. О гидроселекции в эпурационных колоннах // Известия вузов. Пищевая технология. 2003. №4. С. 74-78.

3 Пат. РФ №2166346, RU, B01D3/14. Способ получения ректифицированного спирта / Перельгин В.М., Порохова Н.А. №99125833/13; Заявл. 15.12.1999; Опубл. 10.05.2001, Бюлл. №13.

4 Цыганков П.С., Цыганков С.П. Руководство по ректификации спирта. М: Пищепромиздат, 2002. С. 380,381.

5 Перельгин В.М. Физико-химические основы расчёта и проектирования брагоректификационных аппаратов в спиртовой промышленности: автореф. дис. докт. техн. наук: Спец.05.175. Краснодар: КПИ, 1971. 40 с.

REFERENCES

1 Tsygankov P.S., Rektifikacionnye ustanovki spirtovoi promyshlennosti [Rectification installation alcohol industry]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1984. 356 p. (In Russ).

2 Perelygin V.M., Nikitina S.Yu., Porokhova N.A. About hydroselection in epuration column. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology], 2003, no. 4, pp.74-78. (In Russ).

3 Perelygin V.M. Porokhova N.A. Sposob polucheniya rektifikovannogo spirta [A method for producing rectified spirit]. Patent RF, no. 2166346, 2001. (In Russ.).

4 Tsygankov P.S., Tsygankov S.P. Rukovodstvo po rektifikatsii spirta [Guidelines for rectification of alcohol]. Moscow, Pishchepromizdat, 2002. pp. 380, 381. (In Russ).

5 Perelygin V.M. Fiziko-khimicheskie osnovy rascheta i proektirovaniya bragorektifikatsionnykh apparatov v spirtovoi promyshlennosti. Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk [Physical and chemical bases of calculation and design brago-rectification devices in industrial alcohol, laziness. Abstr. dr. techn. sci. diss.]. Krasnodar, 1971. 40 p. (In Russ).

УДК 621.6-5

Профессор Е.В. Семенов, профессор А.А. Славянский
(Москов.гос. ун-т технол. и управл. им. К.Г. Разумовского (ПКУ)) кафедра «Технологии
продуктов из растительного сырья и парфюмерно-косметических изделий»;
тел. (495) 670 15 10

E-mail: mgutu-sahar@mail.ru

профессор С.Т. Антипов

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств;
тел. (473) 255 37 16

E-mail: ast@vsuet.ru

Professor E.V. Semenov, professor A.A. Slayanskiy

(K.G. Razumovsky Moscow State University of technol. and manag.) Department of «Technologies
of products from vegetable raw materials and prafyumerno-cosmetic products»;

phone (495)670 15 10

E-mail: mgutu-sahar@mail.ru

professor S.T. Antipov

(Voronezh State University of Engineering Technologies) Department of the machine and devices
of food productions

phone (473) 255 37 16

E-mail: ast@vsuet.ru

Расчет эффективности процесса фракционирования сыпучей смеси в рабочем объеме пневмосепаратора

Calculation of efficiency of process of fractionation of loose mix in the working volume of a pneumatic separator

Реферат. Процесс сепарирования сыпучих смесей в воздушном потоке широко распространен в производстве, связанном с очисткой зерна от примесей. При этом для того чтобы эффективно использовать силу тяжести, целесообразно проводить очистку зерна в вертикальном воздушном потоке. Количественный анализ процесса сепарирования рассматривают на базе модели движения изолированной частицы в потоке. Используется закон сохранения импульса в форме второго закона Ньютона. Движение частиц в воздушном потоке развивается в условиях большого значения числа Рейнольдса. Поэтому силу сопротивления движению частицы выбирали по квадратической зависимости от ее относительной скорости. При решении кинетических уравнений в аналитической форме получены зависимости по проекциям координат и скорости движения частицы. На базе количественного анализа уравнения движения частицы, перемещающейся по определенной траектории, определяют критический диаметр частицы. В качестве параметра управления процесса выбирали скорость воздушного потока. На основе заданного дисперсионного состава сыпучей смеси рассчитывают коэффициент осветления. На конкретном примере оборудования, на базе геометрических и физико-механических параметров процесса, в графическом виде приводятся результаты количественного и содержательного анализа по траекториям и скоростям частиц, критическому диаметру частиц, коэффициенту осветления.

Summary. The process of separation bulk mixtures in the air stream is widespread in production associated with the cleaning of grain from impurity. In doing so, in order to effectively use the force of gravity appropriate cleaning grain in vertical air stream. Quantitative analysis of the separation process considering based on the model of the motion of an isolated particles in the stream. We used law of conservation of impulse in the form of the second law of Newton. Movement of particles in the air stream develops in conditions of large of number Reynolds. Therefore, the resistance force particles chosen by quadratic depending on its relative speed. Based on the quantitative analysis of the equations of motion of a particle moving on a specific trajectory, determine the critical diameter of the particles. As a process control setting chosen by the speed of the airflow. Based on the dispersion factor mixture of granular calculated coefficient of lightening. A specific example of equipment based on geometrical and physical-mechanical parameters of the process graphically presents the results of a qualitative and meaningful analysis on trajectories and velocities of the particles, the critical diameter of particle, coefficient of lightening.

Ключевые слова: воздушный поток, поле силы тяжести, пневмосепаратор, коллектив частиц, классифицирование.

Keywords: air flow, gravity field, pneumatic separation plant, collective particles, classification.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

В перерабатывающих производствах АПК и других смежных отраслях промышленности во многих случаях необходимо использовать в технологическом потоке сырьевые ресурсы, полуфабрикаты и др. измельченные материалы определенной крупности.

Для реализации этой цели, например, в условиях обработки зерновой смеси используется способ сепарирования в вертикальном воздушном потоке, что объясняется конструктивной простотой и компактностью применяемого обрабатывающего устройства. Данный способ используют в современных зерновых сепараторах, пневмосепараторах и аспираторах как отечественного, так и зарубежного производства.

При этом следует отметить, что если в смежных областях технологии измельчения и сепарирования материалов, очистки газов и др. отмечаются значительные достижения, то в области развития теории данных процессов успехов меньше. Так, например, если задача о кинетике взвеси в восходящем воздушном потоке и считается наименее сложной среди подобных задач, она все еще мало изучена как в теоретическом, так и в экспериментальном отношении. В то же время данная задача представляет значительный самостоятельный интерес для технических приложений, в том числе, и при решении проблемы фракционирования зерновых смесей на базе пневмосепаратора.

Нужно добавить также, что существующие проблемы механического фракционирования порошкообразных субстанций обусловлены в значительной степени отсутствием системных аналитических разработок по обоснованию режимных параметров работы оборудования. В связи с чем, возникает потребность в углубленном и приближенном к реальному физико-математическому описанию протекания процесса фракционирования измельченных смесей в обрабатывающем оборудовании [1-6].

Очевидно, что для реализации процесса разделения на фракции порошкообразной субстанции, с тем, чтобы после ее обработки получить фракцию из частиц требуемого размера, необходимо, с одной стороны, располагать данными по гранулометрическому составу порошка, с другой стороны, иметь обоснованную методику количественной оценки статистических характеристик взвеси при ее фракционировании по этапам процесса.

Ниже исследуется процесс разделения сыпучей смеси в рабочем объеме пневмосепарирующей установки.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При обосновании силового воздействия потока воздуха на частицу (т.е. решая внешнюю задачу аэродинамики) полагают, что действующие на частицу, мало отличающуюся по форме от сферической, силовые факторы выбираются такими же, какими они были бы при решении внутренней задачи аэродинамики однородного потока газа в том месте, где находится частица (рисунок 1).

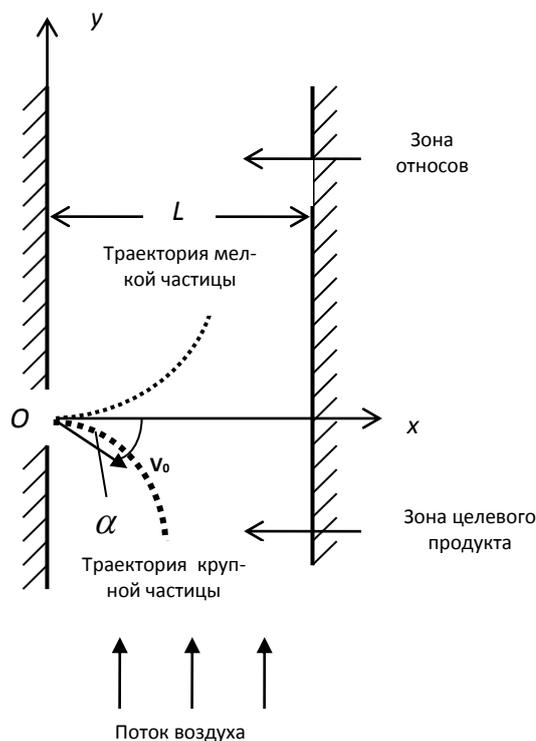


Рисунок 1. Схема траекторий частиц в восходящем воздушном потоке в вертикальном канале пневмосепаратора

При этом учитывают, что на изолированную частицу весом G , введенную каким-либо образом в невозмущенный поток, и движущуюся со скоростью V , со стороны окружающей среды гипотетически действуют: сила сопротивления среды F_c , сила давления, подъемная сила Магнуса-Жуковского и др.

В таком случае, если среди действующих на частицу сил сохранить лишь наибольшие по порядку величины – вес G и силу сопротивления F_c (рисунок 2), то в результате согласно основному закону динамики для точки записывают уравнение:

$$m dV/dt = G + F_c, \quad (1)$$

где m – масса частицы, кг; t – время, с; $G = \{0, -mg\}$ – вектор силы тяжести, F_c – сила сопротивления, Н; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; δ – диаметр частицы, м; μ – ди-

намический коэффициент вязкости, Па·с; $\mathbf{V} = \{V_x, V_y\}$ – вектор скорости частицы, $\mathbf{U} = \{0, U\}$, U – скорость потока воздуха, $U > 0$, м/с.

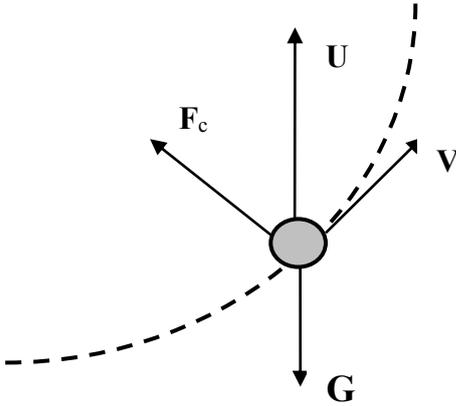


Рисунок 2. Схема к расчету сил, действующих на частицу

Если процесс сепарирования смеси развивается в условиях, когда размер сепарируемых частиц имеет величину порядка нескольких миллиметров, при скорости потока воздуха порядка нескольких метров в секунду, то кинетика частицы в рабочем объеме воздушного сепаратора протекает при немалом значении числа Рейнольдса. Поэтому в качестве формулы расчета силы сопротивления \mathbf{F}_c движению частицы со стороны потока воздуха выбирают квадратическую зависимость по местной (относительной) скорости частицы в потоке (скорости витания).

В таком случае имеют:

$$\mathbf{F}_c = -k_1 \mathbf{V}_{отн} |\mathbf{V}_{отн}|, \quad (2)$$

где $k_1 = 0,5\rho_v C_D S$ – коэффициент пропорциональности, ρ_v – плотность воздуха, кг/м³; C_D – аэродинамический коэффициент сопротивления; S – площадь проекции частицы на плоскость, нормальную направлению ее движения, м²; $\mathbf{V}_{отн} = \mathbf{W} = \mathbf{V} - \mathbf{U}$ – вектор местной скорости частицы (скорости витания), м/с.

При исследовании поставленной задачи оси координат выбирают естественным путем (рисунок 1), направляя ось y вверх, против силы тяжести, а ось x перпендикулярно оси y .

Тогда в соответствии с (2) векторное уравнение (1) в проекциях по осям x и y принимает вид:

$$dV_x/dt = -kV_x |W|, \quad (3)$$

$$dV_y/dt = -g - k(V_y - U) |W|, \quad (4)$$

где $k = k_1/m$, $m = \rho_1 \pi \delta^3/6$, ρ_1 – плотность частицы, кг/м³.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Поскольку $|W| = [V_x^2 + (V_y - U)^2]^{1/2}$, то согласно уравнениям (3), (4) имеют:

$$dV_x/dt = -kV_x[V_x^2 + (V_y - U)^2]^{1/2}, \quad (5)$$

$$dV_y/dt = -g - k(V_y - U)[V_x^2 + (V_y - U)^2]^{1/2}. \quad (6)$$

Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений (5), (6) согласуют с начальными условиями (рисунок 1):

$$V_x = V_0 \cos \alpha, \quad (7)$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha \quad \text{при } t = 0, \quad (8)$$

где V_0 – скорость частицы в точке O (рисунок 1).

Поскольку система уравнений (5), (6) не интегрируется по V_x и V_y в явном виде, то ее решение может быть найдено лишь численным путем.

Для того чтобы получить зависимости, позволяющие прогнозировать результаты разделения смеси в вертикальном пневмосепарирующем канале, желательно располагать аналитическим, пусть даже упрощенным, решением задачи (5) – (8) по проекциям скорости частицы и ее координатам.

На базе численного моделирования задачи Коши (5) – (8), в области реальных значений параметров процесса выявлено, что обычно выполняется неравенство $V_x^2 < (V_y - U)^2$. Поэтому, имея в виду, что $V_x > 0$, $V_y - U < 0$, вместо уравнений (5), (6) приближенно имеют:

$$dV_x/dt = kV_x W, \quad (9)$$

$$dW/dt = -g + kW^2. \quad (10)$$

При этом начальные условия (7), (8) по проекциям скорости частицы принимают вид

$$V_x = V_{x0} = V_0 \cos \alpha, \quad (11)$$

$$W = W_0 \quad \text{при } t = 0, \quad (12)$$

где обозначено $W_0 = V_0 \sin \alpha - U$.

Частным решением дифференциального уравнения (10), согласующимся с (12), служит:

$$W = \varphi(t),$$

где

$$\varphi(t) = \frac{[A \exp(-Bt) - 1] \sqrt{g/k}}{A \exp(-Bt) + 1}, \quad (13)$$

$$A = \frac{\sqrt{g} + \sqrt{k}W_0}{\sqrt{g} - \sqrt{k}W_0}, \quad B = \sqrt{kg} \quad (14)$$

или, если возвратиться к проекции скорости V_y

$$V_y = U + \varphi(t), \quad (15)$$

где $\varphi(t)$ определяют по (13).

В таком случае, подставляя (15) в уравнение (9), получают:

$$dV_x/dt = k\varphi(t), \quad (16)$$

откуда, в соответствии с начальным условием (11) и зависимостью (15), в качестве частного решения уравнения (16) имеют:

$$V_x = \sqrt{gk}V_{x0} \cdot \frac{[A - \exp(Bt)] \cdot t}{A + \exp(Bt)}, \quad (17)$$

где A и B рассчитывают по (14).

Поскольку $V_x = dx/dt$, $V_y = dy/dt$, то на основе (15), (17) находят зависимости декартовых координат частицы от времени. Начальные условия:

$$x = 0, y = 0 \text{ при } t = 0. \quad (18)$$

В результате, интегрируя (15), (17), с учетом (18) находят:

$$x(t) = \sqrt{gk}V_{x0} \cdot \left\{ t + \frac{2}{B} \ln \left[\frac{A+1}{A + \exp(Bt)} \right] \right\}, \quad (19)$$

$$y(t) = \left[U + \sqrt{\frac{g}{k}} \frac{A - \exp(Bt)}{A + \exp(Bt)} \right] \cdot t. \quad (20)$$

С целью получить уравнение траектории точки в аналитической форме выражают входящее в (19) неявным образом время t с помощью оператор-функции **root** в среде **Mathcad** [7] в символьном виде:

$$t = x^{-1}(t). \quad (21)$$

После этого, подставляя найденное по (21) время t в уравнение (20), получают также в виде символьной оператор-функции уравнение траектории частицы, выходящей из точки $O(0,0)$ в направлении к стенке $x = L$:

$$y(t) = \left\{ U + \sqrt{\frac{g}{k}} \frac{A - \exp[Bx^{-1}(t)]}{A + \exp[Bx^{-1}(t)]} \right\} \times x^{-1}(t). \quad (22)$$

Таким образом, в рамках принятых допущений решение задачи (5) - (8), (18) в виде зависимостей (15), (17), (19) - (22) по проекциям скорости, координатам и уравнению траектории моделирующей частицу точки в рабочем объеме пневмосепаратора получено полностью. На базе данных зависимостей реализуют полный конструктивный анализ кинематики частицы в рабочей полости вертикального пневмосепарирующего канала при немалых значениях числа Рейнольдса.

Так, если L - ширина канала, то на основе формулы (21) и той же процедуры **root** определяли время T достижения частицей противоположной стенки канала – эффективное время осаждения частицы на вертикальной стенке (результаты расчета в графическом виде не приводятся):

$$\Phi(T) = L - \sqrt{gk}V_{x0} \times \left\{ T + \frac{2}{B} \ln \left[\frac{A+1}{A + \exp(BT)} \right] \right\} = 0. \quad (23)$$

При обосновании формулы расчета критического диаметра частицы используют данные по соединяющей точку $A(0,z)$ с точкой $C(L,0)$, $0 \leq z \leq h$ (рисунок 3) траектории, уравнение которой рассчитывают согласно зависимости:

$$\Psi(\delta, U, L, z) = y(\delta, U, t(\delta, U, L)) - y(\delta, U, t(\delta, U, 0)) + z, \quad (24)$$

где $t = T$ вычисляют по (23).

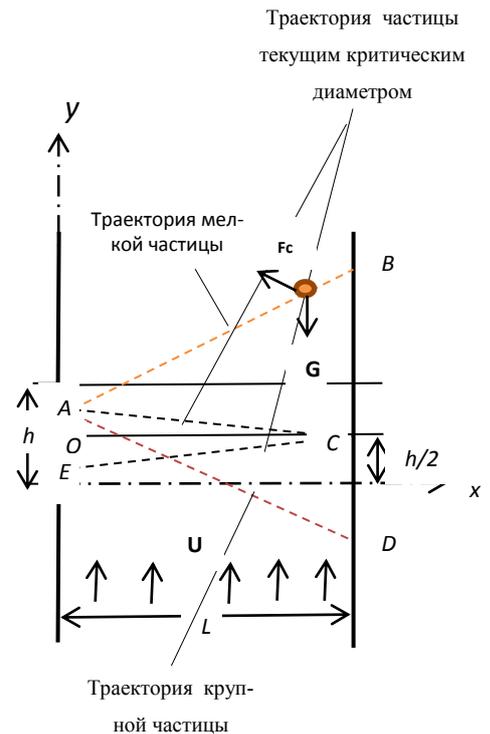


Рисунок 3. Схема к расчету процесса осаждения полидисперсных частиц под действием силы тяжести и сопротивления воздушного потока в рабочем объеме пневмосепаратора

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ О ФРАКЦИОНИРОВАНИИ СЫПУЧЕЙ СМЕСИ

Для реализации технологии фракционирования однородной по физическому составу смеси по размеру частиц исходят из счетной функции распределения:

$$F(\delta) = \frac{n(\delta \leq \delta')}{n_0}, \quad (25)$$

где $n(\delta \leq \delta')$ – количество частиц размером меньше δ' в определенном объеме, n_0 – количество частиц всех размеров в том же объеме.

Ставили задачу: определить относительное содержание частиц в смеси по целевому продукту и отходам для частиц размером $\delta \in [\delta_1, \delta_2]$, $\delta_1 < \delta_2$.

Данную задачу решали на базе значения коэффициентов уноса ε и осветления η :

$$\varepsilon = \frac{1}{h} \int_0^h F(\delta_k(z)) dz, \quad (26)$$

где ε связано с η соотношением $\varepsilon + \eta = 1$, $F(\delta)$ задают по (25), $\delta = \delta_k(z)$ определяют исходя из (24).

ЧИСЛЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Полагали, что полидисперсная взвесь из частиц целевого продукта и примесей той же плотности характеризуется счетной функцией распределения кусочно-линейного вида:

$$F_0(\delta) = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \leq \delta \leq \delta_1, \\ (\delta - \delta_1)/(\delta_2 - \delta_1) & \text{при } \delta_1 < \delta < \delta_2, \\ 1 & \text{при } \delta \geq \delta_2, \end{cases} \quad (27)$$

где, $\delta_1 = 1$ мм, $\delta_2 = 5$ мм - соответственно, минимальный и максимальный диаметр частиц во взвеси.

И пусть требуется определить относительное содержание примесей в данной субстанции после обработки ее на базе заданного параметра управления процесса.

Эту задачу решали, рассчитывая коэффициента уноса ε (26) по параметру управления U – скорости подачи воздуха в рабочий объем установки.

В качестве параметров задачи принимали: ширина канала – $L = 0.05, 0.075, 0.11$ м; угол наклона питающего канала к горизонтальной оси $\alpha = -\pi/4$; скорость подачи частиц из питающего канала $V_0 = 0.5$ м/с; плотность воздуха и твердых частиц, соответственно, $\rho = 1.3$ и $\rho_1 = 1200$ кг/м³; динамическая вязкость воздуха $\mu = 18 \cdot 10^{-6}$ Па·с; коэффициент сопротивления $C_D \approx 1$ [8], скорость подачи воздуха в рабочий объем варьировали в области значений $U \in [3, 8]$ м/с.

Полагая ширину канала $L = 0.1$ м (рисунок 1), на основе численного эксперимента по выбранным значениям параметров задачи и формулы (23), для варьируемых значений скорости U подачи воздуха получили время достижения частицами вертикальной стенки порядка 0.5 с.

Из визуализации представленных на рисунке 4 траекторий частиц, естественным образом, вытекает кинематика частиц: мелкая фаза взвеси отводится в зону отходов, крупная – в зону целевого продукта. В то же время частицы диаметром $\delta = 5 \cdot 10^{-3}$ м при скорости потока воздуха $U = 8$ м/с движутся примерно по критической траектории.

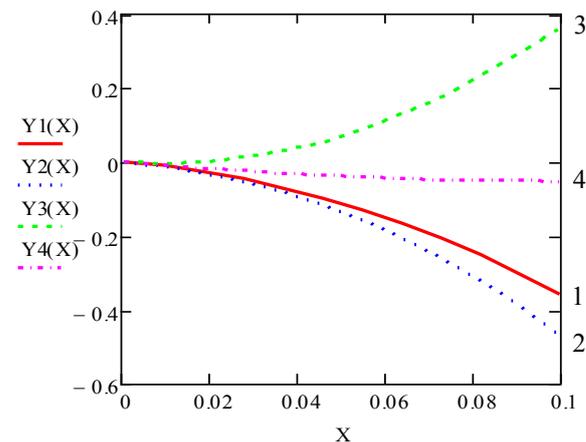


Рисунок 4. Траектории частиц в восходящем воздушном потоке (X, Y – в метрах) ($V_0 = 0.5$ м/с; $U = 3$ м/с; 1 - $\delta = 2.5 \cdot 10^{-3}$, 2 - $\delta = 5 \cdot 10^{-3}$ м; 3 - $U = 8$ м/с; $\delta = 2.5 \cdot 10^{-3}$, 4 - $\delta = 5 \cdot 10^{-3}$ м)

Из данных рисунка 5 а следует, что мелкие частицы, вследствие их большей относительной парусности по сравнению с крупными, при движении воздушного потока с повышенной скоростью (например, при скорости $U = 8$ м/с) в горизонтальном направлении тормозятся сильнее, чем частицы крупной взвеси (кривые 1 и 2). В свою очередь, частицы одного размера также тормозятся быстрее из-за увеличения силы сопротивления воздушного потока, когда скорость потока возрастает (кривые 1 и 3).

Аналогично, в соответствии с данными рисунка 5 б, частицы меньшего размера увлекаются воздушным потоком в вертикальном направлении сильнее, чем крупные частицы (кривая 1 расположена выше кривой 2). При этом, естественно, повышение скорости воздушного потока приводит к увеличению скорости частиц смеси в вертикальном направлении (кривые 3,4 выше кривых 1, 2).

Таким же образом, согласно данным рисунка 5 в, ведут себя и частицы по скорости их витания, получающихся расчетным путем на этом рисунке сдвигом графиков кривых вниз на величину U скорости воздушного потока.

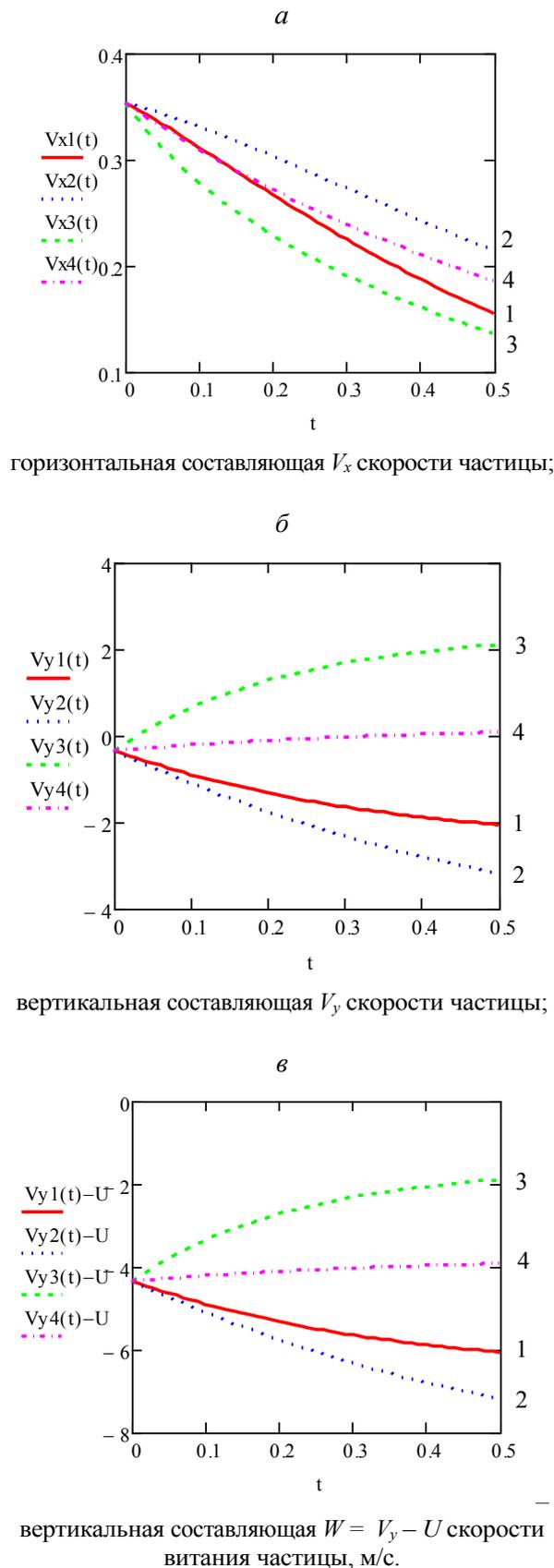


Рисунок 5. Зависимости составляющих скорости (м/с) частицы от времени t (с) ее движения в восходящем воздушном потоке ($V_0 = 0.5$ м/с; $U = 3$ м/с; 1 - $\delta = 2.5 \cdot 10^{-3}$, 2 - $\delta = 5 \cdot 10^{-3}$ м; 3 - $U = 8$ м/с; $\delta = 2.5 \cdot 10^{-3}$, 4 - $\delta = 5 \cdot 10^{-3}$ м)

Касательно поведения зависимости критического диаметра частиц от скорости U воздушного потока и ширины L рабочего объема при обработке сыпучей смеси в пневмосепараторе (рисунок 6) следует отметить, что данная зависимость также соответствует физическому смыслу анализируемого процесса. Например, в связи с тем, что вместе с ростом ширины канала L значение критического диаметра повышается, то это указывает на ухудшение условий сепарирования смеси.

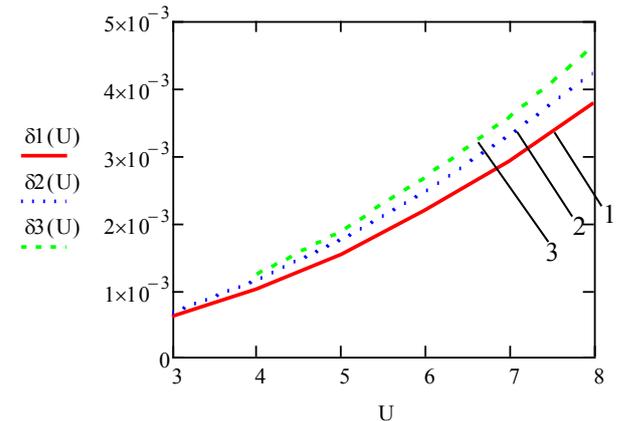


Рисунок 6. Зависимости критического диаметра частиц (м) от скорости U (м/с) воздушного потока и ширины L рабочего объема при обработке сыпучей смеси в пневмосепараторе ($V_0 = 0.5$ м/с; 1 - $L = 0.05$, 2 - $L = 0.075$, 3 - $L = 0.11$ м)

Отправляясь от рассчитанных значений скорости витания W , проводили оценку средней величины числа Рейнольдса для исследуемого процесса по формуле:

$$Re = \frac{W \cdot \delta \cdot \rho}{\mu} \quad (28)$$

Полагая, например, согласно данным рисунок 5 в, в (28) $W = 4$ м/с, $\delta = 5 \times 10^{-3}$ м, получили $Re = 1444$, что лежит в области значений числа Рейнольдса для потока, когда силу сопротивления принимают пропорциональной квадрату местной скорости движущегося тела [8]. Таким образом, выбранный по формуле (2) закон сопротивления согласно (28) обоснован.

Из результатов отраженного графиками рисунок 7 проведенного количественного моделирования на основе зависимости (27) процесса вытекает, что полученные данные расчета также находятся в согласии с физическим смыслом изучаемого явления.

Так, вместе с ростом величины скорости U подачи воздуха отмечается экспоненциальный рост значения коэффициента уноса ϵ -

удельного содержания мелких частиц в смеси. Что указывает на снижение эффективности процесса отвода мелкой фракции из смеси, когда скорость потока воздуха увеличивается.

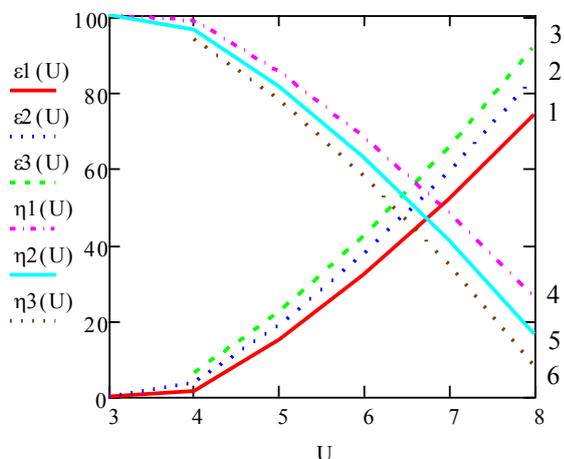


Рисунок 7. Зависимости (в %) коэффициента уноса ε и коэффициента осветления η от скорости U (м/с) воздушного потока и ширины L рабочего объема установки ($V_0 = 0.5$ м/с; 1 - $L = 0.05$, 2 - $L = 0.075$, 3 - $L = 0.11$; 4 - $L = 0.05$, 5 - $L = 0.075$, 6 - $L = 0.11$ м)

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Демский А.Б., Веденьев В.Ф. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов (Справочник). М.: ДеЛи принт, 2005. 444 с.
- 2 Бусроуд Р. Течение газа со взвешенными частицами. М.: Мир, 1975. 380 с.
- 3 Коузов П.А., Мальгин А.Д., Скрябин Г.М. Очистка газа и воздуха от пыли в химической промышленности. Л.: Химия, 1982. 320 с.
- 4 Веденьев В.Ф., Семенов Е.В., Чернышев Д.Ю. Процесс сепарирования зерна от примесей, отличающихся аэродинамическими свойствами. Теоретические основы пищевых технологий. М.: Издательство «КолосС», 2009. С. 366-395.
- 5 Crouhouish J. Research upon possibility to augment air stream separation ability for cleaning of grainy materials // Sb. Mechan Fak. Visore Sroly Zeme V Praze. 1985. № 1. P. 285-287.
- 6 Clarke B. Cleaning seeds by fluidiration // J. agr. engg Res. 1985. V. 31. № 3. P. 231-242.
- 7 Кудрявцев Е.М. MATCHAD 2000. М.: ДМК Пресс, 2001. 570 с.
- 8 Дейли Дж., Харлеман Д. Механика жидкости и газа. М.: Энергия, 1971. 480 с.
- 9 Карамзин А.В., Семенов Е.В. Количественный анализ процесса фракционирования тонкодисперсных частиц в центробежном сепараторе. // Журнал прикладной химии. 2012. Т. 85. № 10. С.1619-1624.

Дополнительно отметим, что согласно концепции критического диаметра частицы при обработке сепарированием полидисперсной взвеси в зоне отсосов отсутствуют частицы размером больше глобального критического диаметра, тогда как в зоне целевого продукта всегда имеется некоторое количество мелких частиц. Поэтому, в том случае, когда по условиям проведения технологического процесса требуется в наибольшей степени освободить смесь от частиц минимальным размером, то рассмотренную выше процедуру фракционирования повторяют. Для чего рассчитывают коэффициент уноса ε (14) по функции распределения для обработанного на первом этапе целевого продукта по тому же параметру управления, используя например, предложенную в [9] методику расчета.

Вывод

По результатам проведенного исследования заключают, что в приближенных к реальным для сыпучих смесей растительного происхождения условиях, принципиально, аналитически и расчетным путем обоснован процесс фракционирования данной субстанции на базе пневмосепаратора.

REFERENCES

- 1 Demskii A.B., Veden'ev V.F. Oborudovanie dlya proizvodstva muki, krupy, kombikormov [Equipment for the production of flour, cereals and animal feed (directory)]. Moscow, DeLi print, 2005. 444 p. (In Russ.).
- 2 Busrouud R. Tечenie gaza so vzveshennymi chastitsami [Gas flow with suspended particles]. Moscow, Mir, 1975. 380 p. (In Russ.).
- 3 Kouzov P.A., Mal'gin A.D., Skryabin G.M. Ochistka gaza i vozdukha ot pyli v khimicheskoi promyshlennosti [Gas and air cleaning from dust in the chemical industry]: Leningrad, Khimiya, 1982. 320 p. (In Russ.).
- 4 Veden'ev V.F., Semenov E.V., Chernyshev D.Yu. Protseess separirovaniya zerna i primesei, otlichayushchikhsya aerodinamicheskimi svoistvami [Process separation of grain from impurity, notable Aerodynamic properties. Theoretical bases of food technologies]. Moscow, Koloss, 2009. pp. 366-395. (In Russ.).
- 5 Crouhouish J. Research upon possibility to augment air stream separation ability for cleaning of grainy materials. Sb. Mechan Fak. Visore Sroly Zeme V Praze, 1985, no. 1, pp. 285-287.
- 6 Clarke B. Cleaning seeds by fluidiration. J. agr. engg Res., 1985, vol. 31, no. 3, pp. 231-242.
- 7 Kudryavtsev E.M. MATCHAD 2000 [MATCHAD 2000]. Moscow, DMK Press, 2001. 570 p. (In Russ.).
- 8 Daly, D. Harleman D. Mekhanika zhidkosti i gaza [Fluid and gas Mechanics]. Moscow, Energiya, 1971. 480 p. (In Russ.).
- 9 Karamzin A.V., Semenov E.V. Quantitative analysis of particulate partitioning in a centrifugal separator. ZhPKh. [J. Ap. Ch.], 2012, vol. 85, no. 10, pp. 1619-1624. (In Russ.).

Профессор Г.В. Калашников, магистр Д.В. Назарет'ян
(Воронеж.гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-38-96
E-mail: kagen5@yandex.ru, nazaretyandmitriy@gmail.com

Professor G.V. Kalashnikov, master D.V. Nazaret'yan
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machines and devices
of food manufactures. phone(473) 255-38-96
E-mail: kagen5@yandex.ru, nazaretyandmitriy@gmail.com

Безотходная технология производства сухого картофельного пюре

Waste-free production technology of dry mashed potatoes

Реферат. В соответствии с данными о нормах потребления растительной продукции НИИ Питания РАМН, картофель занимает первое место с нормой 120 кг в год на человека. В связи с этим, большое внимание уделяется переработке картофеля, что позволяет продлить срок его годности, а также сократить вместимость хранилищ и снизить транспортные перевозки, поскольку 1 кг сухого картофеля эквивалентен 7-8 кг свежего картофеля. При этом промышленная переработка картофеля на сухое пюре позволяет снизить потери картофеля при хранении и транспортировании, появляется возможность обогащения продуктов витаминами и другими полезными компонентами, лучше сохраняется его пищевая ценность, создаются условия для комплексной переработки сырья с полной утилизацией отходов и создания запасов продуктов из картофеля на случай неурожая. Сухое картофельное пюре является продуктом длительного хранения. На основе изучения технологии производства картофельного пюре приведен анализ технологических процессов, как источников создания отходов, и определены направления рекуперации вторичного сырья для комплексной безотходной технологии переработки картофеля. Разработана безотходная технологическая схема переработки картофеля и производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре на основе обезвоживания и влаготепловой обработки компонент, предусматривающая рекуперацию вторичного углеводсодержащего сырья в виде отходов основного производства. Описаны основные стадии производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре. Предложена технологическая схема линии производства картофельного пюре на основе безотходной технологии. Приведены преимущества предлагаемой безотходной технологии производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре с переработкой вторичного крахмалсодержащего сырья.

Summary. According to data on norms of consumption of vegetable production of scientific research institute of Food of the Russian Academy of Medical Science, potatoes win first place with norm of 120 kg a year on the person. In this regard much attention is paid to processing of potatoes that allows to prolong the term of its validity, and also to reduce the capacity of storages and to reduce transport transportations as 1 kg of a dry potatoes product is equivalent 7-8 kg of fresh potatoes. Thus industrial processing of potatoes on dry mashed potatoes allows to reduce losses of potatoes at storage and transportation, there is a possibility of enrichment of products vitamins and other useful components, its nutrition value remains better, conditions for complex processing of raw materials with full recycling and creations of stocks of products from potatoes on a crop failure case are created. Dry mashed potatoes are a product of long storage. On the basis of studying of the production technology of mashed potatoes the analysis of technological processes as sources of creation of waste, and the directions of recovery of secondary raw materials for complex waste-free technology of processing of potatoes are defined is provided. The waste-free technological scheme of processing of potatoes and production of dry instant mashed potatoes on the basis of dehydration and moisture thermal treatment a component providing recovery of secondary carbohydrate content raw materials in the form of waste of the main production is developed. The main stages of production of dry instant mashed potatoes are described. It is offered the technological scheme of a production line of mashed potatoes on the basis of waste-free technology. Advantages of the offered waste-free production technology of dry instant mashed potatoes with processing of secondary starch-containing raw materials are given.

Ключевые слова: картофель, безотходная технология, переработка, картофельное пюре, сушка картофеля, вторичное пищевое сырье.

Keywords: potatoes, waste-free technology, processing, mashed potatoes, drying of potatoes, secondary food raw materials.

В современных условиях переработка картофеля в пищевой и перерабатывающей промышленности АПК не является безотходной. При этом реализуемые технологии переработки картофеля имеют недостаточно высокую степень утилизации вторичных отходов, являющихся дополнительным пищевым ценным сырьем для получения других готовых продуктов. В России при промышленной переработке картофеля ежегодно образуются до 10 тыс. тонн отходов производства сухого картофельного пюре и 100-120 тыс. тонн составляют сточные воды. При производстве картофельного пюре примерный объем отходов составляет 20-30 т в

сутки с влажностью 85% и отходы очищенного картофеля – 10-15 т в сутки. На технологических операциях производства картофелепродуктов образуются отходы в твердом, жидком и пюреобразном виде. В настоящее время картофельные отходы в основном направляются на свалку, загрязняя окружающую среду, и только их малая часть применяется для кормовых целей [1, 2]. Вместе с тем, реализация картофельных отходов в виде корма требует быстрого вывоза свежих отходов, так как они также подвергаются порче из-за наличия гнилостных микробов и плесени.

© Калашников Г.В., Назарет'ян Д.В., 2015

Целью работы является наиболее полная переработка картофеля с созданием безотходной технологии и использованием отходов производства сухого картофельного пюре.

Задача состоит в разработке безотходной технологии и комплексной переработки картофеля при производстве сухого быстрорастворимого картофельного пюре.

Решение данной задачи основывается на анализе вторичных сырьевых объектов и исследованиях влаготепловой обработки картофеля с использованием комбинированных способов влаготеплового воздействия, реализующих осциллированную обработку пищевого сырья [3].

На основе изучения объекта исследования и различных аппаратурно-технологических схем переработки картофеля при производстве быстрорастворимого картофельного пюре, отмечено, что вторичное картофельное сырье обладает высокой энергетической и биологической активностью, поддается ферментативной и микробиологической биоконверсии, а также различным видам переработки [2].

Технология изготовления сухого картофельного пюре предъявляет специфические требования к сырью и процессу его переработки. В зависимости от формы и величины частиц, товарных и кулинарных качеств продукта, а также особенностей технологии сухое картофельное пюре в основном изготавливается в виде хлопьев, крупки, гранул, порошка и др., которые являются полуфабрикатом картофельного пюре, наиболее часто применяемого в виде гарнира ко вторым обеденным блюдам на предприятиях общественного питания и в домашних условиях. При этом приготовление 1 кг картофельного пюре в производственных условиях снижает трудоемкость работ на 40 % по сравнению с приготовлением его на предприятиях общественного питания и в 7,1 раза – в домашних условиях.

Безотходная комплексная технология переработки картофеля предполагает наличие основного производства и дополнительного, связанного с использованием вторичного картофельного сырья. Технология основного производства позволяет получать сухое быстрорастворимое картофельное пюре. Дополнительная схема связана с дальнейшей переработкой отходов основного производства и предусматривает получение ингредиентов для кормовых продуктов с пробиотическими свойствами.

При этом предусматривается частичное механическое обезвоживание вторичного сырья и постадийная сушка компонентов, а также применение рационального гидродимического

режима тепловлажностного воздействия в соответствии с кинетическими закономерностями влаготепловой обработки крахмалсодержащих компонентов [4, 5].

Вместе с тем, комплексная технология переработки растительного сырья основывается на ресурсосберегающих способах влаготепловой обработки (гидратация, бланширование, сушка и т.д.) пищевого растительного сырья, предполагающих снижение расхода теплоносителя, повышение степени использования его энергетического потенциала при максимальной рекуперации отходов основного производства [6].

Предлагаемая безотходная технология производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре включает три технологических блока: первый - предварительная гидротермическая обработка (ПГТО) и подготовка картофеля к варке, второй - варка и подготовка пюре к сушке, третий - рекуперация картофельных отходов.

В соответствии с технологической схемой безотходной технологии производства сухого картофельного пюре (рисунок) исходное сырье поступает в бункер-накопитель и направляется на мойку в проточной воде до полного удаления загрязнений - соотношение воды и клубней составляет 3:1. Вымытый картофель очищают от посторонних примесей с удалением загнившего и поврежденного штучного сырья, подвергая его инспекции, затем калибровку и сортированию. При этом отсеивается некондиционное сырье и удаляют дефектные экземпляры (загнившие, поврежденные, битые, заплесневелые, сильно загрязненные клубни). Выполнение начальных вышеперечисленных этапов обеспечивает разделение картофеля на партии приблизительно одинакового гранулометрического состава, что позволяет при дальнейшей обработке обеспечить равномерное и качественное протекание последующих стадий обработки пищевого сырья.

Далее картофель поступает на паровую очистку, где он предварительно разогревается для подготовки к дальнейшей очистке. Продукт обрабатывается паром при давлении 0,40-0,50 МПа в течение 15-60 с. Благодаря этому давлению пара, вода под кожурой продукта вскипает и приподнимает ее, затем давление резко падает, и кожура «обвисает» и легко снимается на щеточной машине. В этом процессе крахмал загустевает. Затем картофель обрабатывается в барабанной моечной машине, обеспечивающей за счет трения продукта процесс дополнительной мойки.

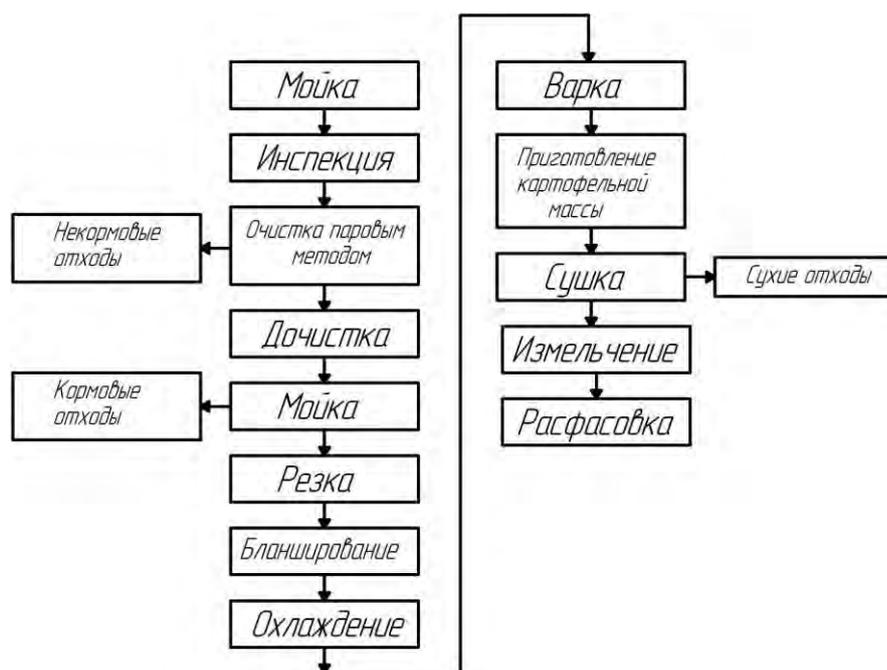


Рисунок 1. Схема безотходной технологии производства картофельного пюре

Предварительная гидротермическая обработка и подготовка картофельного сырья в варке предусматривает следующие технологические процессы: очистка, сульфитация, дополнительная мойка, резка, бланширование и охлаждение (рисунок 1).

Очищенные клубни картофеля подают на гидрорезку для измельчения и с целью удаления крахмала картофель, нарезанный пластинами, промывается холодной водой.

Варку картофеля осуществляют в два этапа с промежуточным охлаждением (бланширование, охлаждение, варка).

В процессе бланширования очень сильно изменяются физико-химические свойства картофеля. Характер и интенсивность этих изменений на прямую зависят от вида сырья, его химического состава, главным образом, от содержания в нем крахмала. Бланширование способствует удалению воздуха из тканей клубня и прекращает деятельность окислительных ферментов, разрушающих витамины А и С и вызывающих порчу продукта, а также позволяет сохранить его натуральный цвет и вкус. Продолжительность бланширования составляет от 2 до 32 мин.

Приток воды для охлаждения регулируют так, чтобы температура воды, на выходе из ванны, была ниже средней конечной температуры продукта на 5-10°C. Расход воды при охлаждении 2-4 л на 1 кг продукта.

Сваренный картофель измельчают в пюре и направляют на сушку. При этом необходимо обеспечить короткое по времени воздействие высоких температур для обеспечения

«мягких», щадящих тепловлажностных режимов и снижения возможности повреждения высушиваемого продукта.

Очистка картофеля от кожуры, влаготепловая обработка в виде бланширования и варки обработка, а также сушка являются одними из самых важных стадий при производстве сухого картофельного пюре, определяющих качество готового продукта. Например, в зависимости от температурного режима процесса варки изменяется внутренняя структура и обеспечивается определенная степень ослабления межклеточных связей в картофеле. Одно из главных условий получения рассыпчатой консистенции сухого картофельного пюре является сохранность картофельных клеток. В процессе бланширования и варки в клубнях картофеля наряду с физико-химическими изменениями, которые благоприятно сказываются на качестве и сохранности готового продукта, происходят нежелательные потери пищевых веществ (особенно при бланшировании в воде), частичное разрушение витаминов (особенно витамина С) и картофельных клеток.

Процесс сушки отличается относительно высокими энергетическими показателями при производстве сухого картофельного пюре. При этом сушильный агент должен иметь температуру, при которой не происходит карамелизация и обугливание поверхности продукта. На этом этапе необходимо обеспечить минимальное разрушение картофельных клеток и сохранить витамины, белки, углеводы. Для сушки пюре применяют различные способы: конвективный – на ленточ-

ных, распылительных, пневматических сушилок, сушилок с кипящим слоем; контактный – на одно- и двухвальцовых сушилках.

Анализ кинетических закономерностей процесса сушки картофеля перегретым паром атмосферного давления в импульсном псевдооживленном слое свидетельствует о наличии следующих периодов: периода прогрева, периода постоянной скорости и периода убывающей скорости. Были рассмотрены основные закономерности тепло- и массообмена процесса сушки картофеля с учетом особенностей изменения кинетических характеристик в каждом из периодов [4].

В периоде прогрева, характеризуемом конденсацией пара на поверхности частиц продукта и влагопоглощением, происходит интенсивный влагоперенос на поверхности межфазного раздела твердое тело – жидкость вследствие термодиффузии, обусловленной градиентом температуры. Выявлено, что в процессе сушки интенсивность осциллированного теплового воздействия прямо пропорциональна произведению приращения энтальпии, величины орошения потоком пара единицы площади газораспределительной решетки, частоты пульсаций и обратно пропорциональна скважности подачи пара [5]. Некоторое снижение влияния скорости перегретого пара на теплообмен в периоде убывающей скорости сушки обусловлено изменением характера влагопереноса. При экспериментальном исследовании изменения температуры и влажности картофеля перегретым паром атмосферного давления в импульсном слое отмечено, что в этом периоде вначале наблюдается незначительное уменьшение коэффициента теплообмена с последующим резким снижением в конце периода [4].

Картофельное пюре, высушенное в виде тонкого листа, толщиной около 0,25 мм измельчают при транспортировании с помощью мельницы.

Полученные в результате измельчения хлопья поступают на фасовку в бумажные мешки с полиэтиленовыми вкладышами. Отходы после агрегата для паровой очистки и моечной машины собираются и в дальнейшем отправляются на переработку.

Отмечено, что при производстве картофельного пюре по различным технологическим схемам образуемое вторичное крахмалосодержащее сырье обладает высокой биологической и энергетической ценностью. Отходы на базе крахмалосодержащего сырья являются дешевым источником для производства кормов и при правильной переработке могут заменить фуражное зерно хорошего качества. Анализ от-

ходов показывает, что они представляют некондиционный картофель и кусочки в бланшированном и сыром виде, клейстеризованный и нативный крахмал, отдельные клетки и их группы, клеточный сок, водорастворимые вещества и другие смеси с водой [1, 2].

Одним из вариантов предлагаемой безотходной технологии производства сухого быстрорастворимого картофельного пюре является использование вторичных отходов в виде углеводсодержащего сырья в кормовых целях.

Рекуперация вторичного сырья по безотходной технологии производства сухого картофельного пюре предусматривает разработку синбиотической композиции для биотрансформации вторичного углеводсодержащего сырья при получении пробиотической добавки в виде кормовой картофельной массы (ККМ), а также биотехнологию добавки ККМ при производстве кормового продукта с пробиотическими свойствами, что способствует улучшению состояния окружающей среды и максимальной утилизации жидких крахмалосодержащих картофельных отходов.

После обработки вторичного крахмалосодержащего сырья в ферментаторе промежуточный продукт направляется в сушилку и затем на расфасовочно-упаковочный автомат.

Предлагаемая технология переработки крахмалосодержащих отходов производства сухого картофельного пюре и получение кормовой картофельной массы (ККМ) включает частичное механическое обезвоживание компонентов и влаготепловую обработку промежуточных ингредиентов для кормовых продуктов [4].

Для данной безотходной технологии производства сухого картофельного пюре комплектование оборудованием основывается на стандартных методиках проектирования и расчета [6].

При этом использование вторичного сырья в виде отходов переработки картофеля в современном кормопроизводстве обеспечит комплексную его переработку, снижение себестоимости производства основной продукции за счет реализации дополнительной, расширение ассортимента современной кормовой базы, развитие отечественного животноводства и птицеводства, способствует экологической безопасности пищевых и перерабатывающих цехов.

Таким образом, предлагаемая безотходная комплексная технология переработки картофеля с дополнительным производством кормовых ингредиентов на основе вторичного крахмалосодержащего сырья основного производства позволяет преодолеть проблемы утилизации отходов и получения полнорационных комбикормов.

ЛИТЕРАТУРА

1 Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю. Использование отходов перерабатывающих отраслей в животноводстве: науч. аналит. обзор. / Росинформагротех. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. 96 с.

2 Соколенко Г.Г., Лазарев Б.П., Миньченко С.В. Пробиотики в рациональном кормлении животных // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2015. №1. С. 72-78.

3 Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Технология рекуперации вторичного картофельного и плодоовощного сырья для сельского хозяйства // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. Воронеж: ООО «Диамант-принт», 2014. Т. 2. № 5. Ч.3 (10-3). С. 229-233.

4 Остриков А.Н., Калашников Г.В., Шевцов С.А. Основные закономерности тепло- и массообмена в процессе сушки пищевого растительного сырья перегретым паром // Изв. вузов Пищевая технология. 2014. № 4. С. 87-93.

5 Калашников Г.В., Добромиров В.Е. Интенсивность влаготеплового воздействия при осциллированной влаготепловой обработке сыпучих продуктов // Вестник ВГТА. 2009. № 1. С. 39-44.

6 Калашников Г.В., Литвинов Е.В., Шевцов А.А. Программно-логический алгоритм управления процессами гидратации и сушки плодоовощного сырья // Вестник ВГУ-ИТ. 2011. № 1. С. 89-93.

REFERENCES

1 Shvanskaya I.A., Konovalenko L.Yu. Ispol'zovanie otkhodov pererabatyvayushchikh otraslei v zhivotnovodstve [Use of waste of processing industries in animal husbandry: Scientific - Analytical review]. Moscow, FGBNU Rosinformagrotekh, 2011, 96 p. (In Russ.)

2 Sokolenko G.G., Lazarev B.P., Minchenko S.V. A probiotics in rational feeding of animal. Tekhnologii pischevoi i pererabatyvayushchii promyshlennosti APK producty zdorovogo pitanya [Technologies of food and processing industry of agrarian and industrial complex products of healthy food]. 2015. no. 1. pp. 72-78. (In Russ.)

3 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V. Technology of recovery of secondary potato and fruit and vegetable raw materials for agriculture. Trudy sbornik nauchnyih "Aktualnye napravleniya nauchnyih issledovaniy XXI veka: teoria i praktika" [Proc. Int. Symp. "The Actual directions of scientific researches of the XXI century: theory and practice"] Voronezh: JSC Diamant-print, 2014, vol. 2, no. 5, part 3 (10-3), pp. 229-233. In Russ.)

4 Ostrikov A.N., Kalashnikov G.V., Shevtsov S.A. The main regularities heat- and mass-exchange in the course of drying of food vegetable raw materials superheated steam. Izvestya vuzov pischevoi tekhnologii [Izv. higher education institutions Food technology]. 2014, no. 4, pp. 87-93. (In Russ.)

5 Kalashnikov G.V., Dobromirov V.E. Intensity of heat-moisture influences at oscillatory heat-moisture of handling of loose products. Vestnik VSUET [Proceedings VSUET]. 2009, no. 1, pp. 39-44. (In Russ.)

6 Kalashnikov G.V., Litvinov E.V., Shevtsov A.A. Program and logical algorithm of management of processes of hydration and drying of fruit and vegetable raw materials. Vestnik VSUET [Proceedings VSUET]. 2011, no. 1, pp. 89-93. (In Russ.)

Информационные технологии, моделирование и управление

УДК 519.81

Профессор Ю.В. Бугаев, доцент Б.Е. Никитин,
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.)
кафедра информационных технологий моделирования и управления.
тел. (473) 255-25-50
E-mail: y_bugaev52@mail.ru

преподаватель М.С. Миронова
(ВУНЦ ВВС “Воен.-возд. акад.”, Воронеж) кафедра математики
E-mail: mmsams@rambler.ru

Professor Yu.V. Bugaev, associate professor B.E. Nikitin,
(Voronezh state university of engineering technology)
Department of information technologies for modeling and management.
phone (473) 255-25-50
E-mail: mmsams@rambler.ru

lecturer M.S. Mironova
(Military training and research center of the Air Force “Air Force Academy”, Voronezh)
Department of mathematics
E-mail: mmsams@rambler.ru

Численные эксперименты для анализа манипулируемости в процедуре экстраполяции на основе метода максимального правдоподобия

Numerical experiments for the analysis of manipulability in the extrapolation procedure based on the maximum likelihood method

Реферат. Процедура экстраполяции на основе метода максимального правдоподобия (ММП) является одной из перспективных процедур коллективного выбора. При анализе процедур коллективного выбора существенным является их проверка на манипулируемость и определение степени манипулируемости. Названная процедура подвержена манипулированию со стороны участников выбора. Провести оценку степени манипулируемости процедуры экстраполяции на основе ММП с использованием разработанных к настоящему времени показателей не представляется возможным из-за неприемлемости существующих допущений к механизму процедуры. В качестве критерия степени манипулируемости процедуры экстраполяции на основе ММП в работе предлагается показатель устойчивости отношения предпочтения в паре альтернатив из коллективного упорядочения. В статье приводится описание и результаты численных экспериментов, проведенных для определения возможности манипулируемости процедуры экстраполяции на основе ММП с помощью трех способов изменения мнений экспертов при различных значениях показателя устойчивости пары альтернатив из упорядочения, наиболее подверженной возможному манипулированию со стороны участников выбора. Цель манипулирования состояла в том, чтобы поменять местами в коллективном упорядочении позиции альтернатив из этой пары. На основании результатов экспериментов установлен диапазон для порогового значения показателя устойчивости пар альтернатив из упорядочения, выше которого наступает неманипулируемость процедуры экстраполяции на основе ММП по трем рассмотренным возможным способам манипулирования со стороны участников выбора. Точное пороговое значение показателя устойчивости пары альтернатив в каждом конкретном случае зависит от количества допустимых упорядочений, соответствующих измененным мнениям участников коллективного выбора.

Summary. The extrapolation procedure based on the maximum likelihood method (MLM) is one of the perspective collective choice procedures. In the analysis of collective choice procedures check of manipulability and determination of the degree of manipulability is essential. The above procedure is subject to manipulation by participants of choice. Carrying out evaluation of the degree of manipulability of the extrapolation procedure based on the MLM by using the developed to the present time indexes is impossible because of inadmissibility of existing assumptions to the mechanism of the procedure. In the paper an index of resistance of preference relation in a pair of alternatives from the collective ordering is proposed as a criterion of the degree of manipulability of the extrapolation procedure based on the MLM. In the article it is given description and results of numerical experiments carried out to determine the possibility of manipulability of the extrapolation procedure based on the MLM by using three ways of change of experts' opinions at various values of the index of resistance for pair of alternatives from the ordering the most vulnerable to possible manipulation by participants of choice. A purpose of manipulation was to swap the positions of the alternatives from this pair in the collective ordering. On the basis of the results of experiments it is determined a range for threshold value of the index of resistance for pairs of alternatives from the ordering above which it is not observed manipulability of the extrapolation procedure based on the MLM in the three considered possible ways of manipulation by participants of choice. In each individual case exact threshold value of the index of resistance for pair of alternatives depends on number of permissible orderings corresponding to the changed opinions of the participants of collective choice.

Ключевые слова: процедура коллективного выбора, экстраполяция экспертных оценок, метод максимального правдоподобия, манипулируемость.

Keywords: collective choice procedure, extrapolation of expert evaluations, maximum likelihood method, manipulability.

Одной из процедур, применимых для осуществления коллективного выбора при малом и большом числе альтернативных вариантов и чуть ли не единственно возможной в настоящее время в случае, когда множество альтернатив необозримо для группы экспертов, является процедура экстраполяции на основе метода максимального правдоподобия (ММП) [1]. Среди подходов, используемых для анализа процедур коллективного выбора, в качестве одного из основных выделяют проверку на манипулируемость [2], т.е. возможность различными способами добиться более выгодного “для себя” коллективного решения. Многие механизмы коллективного выбора не защищены от манипулирования со стороны участников выбора, в том числе и процедура экстраполяции на основе ММП. Поэтому весьма актуальным является нахождение способов измерения их степени манипулируемости. Наиболее значимыми исследованиями в данном направлении являются работы [3, 4], где был предложен ряд показателей для оценки степени манипулируемости и проведен анализ нескольких известных процедур коллективного выбора с использованием данных показателей. Однако в указанных работах содержатся допущения, которые не представляется возможным соотнести с механизмом процедуры экстраполяции на основе ММП. В частности, при расчете показателей все упорядочения из профиля считаются равновероятными. Поэтому для анализа манипулируемости процедуры экстраполяции на основе ММП требуется использование другого подхода.

В рамках изучения проблемы манипулируемости в процедуре экстраполяции на основе ММП авторами была поставлена задача определения наиболее “слабого” отношения предпочтения в профиле индивидуальных упорядочений, изменение которого отдельными участниками выбора будет способствовать манипулированию, и оценить вероятность того, что это изменение приведет к “успешной” смене коллективного упорядочения, т.е. к той, которую планирует получить участник-манипулятор коллективного выбора.

Как указано в [5], устойчивость оценок полезностей альтернатив (получаемых с использованием принципа экстраполяции) от различного рода возмущений зависит от расположения вектора полезностей альтернатив w внутри полиэдрального конуса, отделяющего допустимые векторы от тех, которые противоречат экспертизе. Манипулирование со стороны экспертов также можно рассматривать как возмущение, имеющее своей целью изменить оценки полезностей альтернатив для получения другого упорядочения на выходе процедуры экстраполяции на основе ММП. Грани названного конуса представляют собой гиперплоскости в пространстве полезно-

стей альтернатив, определяемые парными сравнениями альтернатив $A_i \succeq A_j$, которым соответствуют неравенства $w_i \geq w_j$. Чем дальше вектор полезностей альтернатив от соответствующей гиперплоскости, тем устойчивее предпочтение в паре альтернатив.

На основе вышеизложенных положений в качестве критерия степени манипулируемости был выбран показатель устойчивости отношения предпочтения в паре альтернатив из коллективного упорядочения. Упорядочение из m альтернатив можно представить в виде $A_{r_1} \succeq A_{r_2} \succeq \dots \succeq A_{r_m}$, где r_s – номер альтернативы, $r_s \in \{1, 2, \dots, m\}$; s – номер позиции, которую занимает альтернатива в упорядочении. Добавим нумерацию пар альтернатив, связанных отношениями предпочтения. Тогда под показателем устойчивости n -й пары альтернатив $A_{r_i} \succeq^n A_{r_j}$ из упорядочения вида:

$$A_{r_1} \succeq^1 A_{r_2} \succeq^2 \dots \succeq^{m-1} A_{r_m} \quad (1)$$

будем понимать следующую величину:

$$L_n = \frac{d_n}{\max_{k=1}^{m-1} (d_k)} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где d_n – расстояние вектора полезностей альтернатив w до n -й гиперплоскости, $d_n = (Cw)_n / \|C^{<n>}\|$, где $C^{<n>}$ – n -я строка матрицы C , C – структурная матрица, соответствующая коллективному (выходному) упорядочению альтернатив. Принцип построения этой матрицы рассмотрен в [6].

Минимальная из величин (2), вычисленных для всех n -х пар альтернатив из упорядочения, указывает на наиболее “слабое” отношение предпочтения в профиле индивидуальных упорядочений, т.е. отношение, наиболее подверженное возможному манипулированию со стороны участников коллективного выбора.

Далее в настоящей работе следует описание и результаты численных экспериментов, проведенных для определения возможности манипулируемости процедуры экстраполяции на основе ММП с помощью некоторых способов изменения мнений экспертов при различных значениях показателя устойчивости, соответствующих наиболее “слабой” паре альтернатив в выходном упорядочении. Численные эксперименты проводились с использованием программного обеспечения, в котором вычисление интеграла, присутствующего в формуле для расчета вероятности упорядочения, осуществлялось с помощью многомерной формулы Гаусса согласно положениям, изложенным в [7].

Условие проведения эксперимента предполагало наличие пяти альтернатив с тремя критериями качества и восемью экспертами.

Показатель устойчивости рассчитывался для всех пар альтернатив из коллективного упорядочения (1). Та пара альтернатив $A_{r_i} \succ^n A_{r_j}$, для которой показатель устойчивости оказывался минимальным, представляла собой наиболее “слабую” и принимала участие в осуществлении возможного манипулирования со стороны экспертов. Цель манипулирования состояла в том, чтобы поменять местами позицию “слабой” альтернативы A_{r_j} и “сильной” альтернативы A_{r_i} в выходном упорядочении. В упорядочениях вида (1) альтернатива, стоящая на позиции с номером 1, т.е. на первом месте, является наилучшей, на позиции с номером m , т.е. на последнем месте, – наихудшей. Способы возможного достижения цели манипулирования заключались в изменении индивидуальных упорядочений следующим образом.

Способ 1. Перестановка “слабой” альтернативы на одну, затем вторую и т.д. позицию в направлении улучшения занимаемого ею места в упорядочении. Перестановка прекращается в том случае, если достигнута цель манипулирования или “слабая” альтернатива заняла первое место в упорядочении эксперта.

Способ 2. Перестановка “сильной” альтернативы на одну, затем вторую и т.д. позицию в направлении ухудшения занимаемого ею места в упорядочении. Перестановка прекращается в том случае, если достигнута цель манипулирования или “сильная” альтернатива заняла последнее место в упорядочении эксперта.

Способ 3. Перестановка “сильной” альтернативы на одну, затем вторую и т.д. позицию в направлении ухудшения занимаемого ею места в упорядочении. При этом “слабая” альтернатива поставлена на первое место. Перестановка прекращается в том случае, если достигнута цель манипулирования или “сильная” альтернатива заняла последнее место в упорядочении эксперта. Данный способ не осуществляется, если цель манипулирования достигнута при способе 1.

При реализации указанных способов относительное расположение остальных альтернатив, кроме “слабой” и “сильной”, оставалось неизменным. Изменение индивидуальных упорядочений по описанной выше схеме производилось для каждого эксперта по отдельности, упорядочения остальных экспертов оставались такими же, что и в исходном профиле упорядочений. При проведении экспериментов не учитывались измененные мнения экспертов, которые представ-

ляли собой недопустимые упорядочения. Для недопустимых упорядочений невозможно построить функцию обобщенного критерия, и, следовательно, применение процедуры экстраполяции на основе ММП становится некорректным.

Для экспериментов было использовано восемь наборов альтернатив, значения критериев качества, которых приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1
Участвовавшие в экспериментах наборы альтернатив

Номер набора альтернатив	Альтернатива	Критерий 1	Критерий 2	Критерий 3
1	A_1	7,9454	3,2797	5,1102
	A_2	8,5200	5,1643	0,8602
	A_3	0,0177	0,0305	9,9999
	A_4	0,0821	0,7718	9,9698
	A_5	6,0696	1,0122	7,8826
2	A_1	0,5658	4,8288	8,7386
	A_2	2,1412	0,1363	9,7671
	A_3	1,4566	6,2939	7,6332
	A_4	3,7024	8,9903	2,3382
	A_5	2,3053	2,7993	9,3193
3	A_1	2,1079	0,9849	9,7256
	A_2	1,3484	9,1044	3,9104
	A_3	3,3573	9,3920	0,7211
	A_4	6,1056	3,0961	7,2894
	A_5	2,9040	3,2014	9,0176
4	A_1	4,9484	7,8335	3,7617
	A_2	2,1121	2,5235	9,4431
	A_3	7,1530	6,0381	3,5178
	A_4	0,0481	7,6709	6,4152
	A_5	5,7087	7,8805	2,3039
5	A_1	7,8810	0,0157	6,1555
	A_2	7,9647	2,4958	5,5077
	A_3	4,3177	5,6577	7,0248
	A_4	7,5689	4,6433	4,5990
	A_5	0,8076	2,8266	9,5582
6	A_1	2,2357	9,5192	2,0943
	A_2	1,6808	3,1144	9,3528
	A_3	2,3790	2,4708	9,3934
	A_4	1,1929	9,0420	4,1011
	A_5	0,8531	0,3587	9,9571
7	A_1	0,3186	2,8108	9,5915
	A_2	0,6485	0,9464	9,9340
	A_3	1,7102	0,2503	9,8495
	A_4	5,1904	8,3929	1,6184
	A_5	1,4762	4,3103	8,9018
8	A_1	8,1471	5,7381	0,8359
	A_2	9,5285	3,0343	0,0157
	A_3	4,0573	2,0343	8,9106
	A_4	0,7368	1,2632	9,8925
	A_5	3,2436	6,5634	6,8118

К каждому набору альтернатив был сформирован свой профиль индивидуальных упорядочений экспертов. Данные профили представлены в таблице 2 и соответствуют наборам альтернатив из таблицы 1.

Т а б л и ц а 2
Участвовавшие в экспериментах профили индивидуальных упорядочений

Номер профиля упорядочений	Номер эксперта	Упорядочение эксперта
1	2	3
1	1	$A_4 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_2$
	2	$A_1 \succ A_2 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_3$
	3	$A_4 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_2$
	4	$A_4 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_2$
	5	$A_1 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_3 \succ A_2$
	6	$A_1 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_5 \succ A_3$
	7	$A_1 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_3$
	8	$A_4 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_2$
2	1	$A_3 \succ A_1 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_4$
	2	$A_4 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_5 \succ A_2$
	3	$A_5 \succ A_1 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_4$
	4	$A_5 \succ A_2 \succ A_1 \succ A_3 \succ A_4$
	5	$A_3 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_4 \succ A_2$
	6	$A_3 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_5 \succ A_2$
	7	$A_3 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_5 \succ A_2$
	8	$A_5 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_4$
3	1	$A_5 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_3$
	2	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$
	3	$A_5 \succ A_1 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_3$
	4	$A_1 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_3$
	5	$A_4 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_3$
	6	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$
	7	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$
	8	$A_5 \succ A_1 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_3$
4	1	$A_4 \succ A_2 \succ A_1 \succ A_3 \succ A_5$
	2	$A_4 \succ A_1 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_2$
	3	$A_2 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_3 \succ A_5$
	4	$A_2 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_3 \succ A_5$
	5	$A_1 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_4 \succ A_5$
	6	$A_4 \succ A_1 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_2$
	7	$A_4 \succ A_1 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_2$
	8	$A_2 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_3 \succ A_5$
5	1	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$
	2	$A_3 \succ A_4 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_1$
	3	$A_5 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1$
	4	$A_5 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_4$
	5	$A_3 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_5 \succ A_1$
	6	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$

Продолжение табл. 2

1	2	3
	7	$A_3 \succ A_4 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_1$
	8	$A_5 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_1 \succ A_4$
6	1	$A_4 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_5$
	2	$A_4 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_5$
	3	$A_4 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_5$
	4	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$
	5	$A_5 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1$
	6	$A_3 \succ A_2 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$
	7	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$
	8	$A_3 \succ A_2 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$
7	1	$A_5 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_4$
	2	$A_5 \succ A_1 \succ A_4 \succ A_3 \succ A_2$
	3	$A_1 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_4$
	4	$A_2 \succ A_1 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_4$
	5	$A_5 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_4$
	6	$A_5 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_4$
	7	$A_5 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_4$
	8	$A_1 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_4$
8	1	$A_5 \succ A_3 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_2$
	2	$A_5 \succ A_1 \succ A_3 \succ A_4 \succ A_2$
	3	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_2$
	4	$A_4 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_2$
	5	$A_5 \succ A_3 \succ A_4 \succ A_1 \succ A_2$
	6	$A_5 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_4 \succ A_2$
	7	$A_5 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_4 \succ A_2$
	8	$A_4 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_2$

Выходные упорядочения альтернатив, полученные с помощью процедуры экстраполяции на основе ММП при заданных наборах альтернатив и профилях упорядочений, представлены в таблице 3 с указанием наиболее “слабой” пары альтернатив в упорядочении и значения показателя устойчивости этой пары, а также номеров тех экспертов, с помощью изменения мнений которых согласно описанной выше схеме было осуществлено манипулирование.

Поскольку при значениях показателя устойчивости наиболее “слабой” пары альтернатив, равных 35,85 % и больше, не удалось осуществить манипулирование со стороны участников коллективного выбора, то было решено провести дополнительные исследования для проверки возможности манипулирования при значении показателя устойчивости пары альтернатив больше 35,85 %. Для этого были использованы выбранные ранее наборы альтернатив и профили упорядочений. Для участия

в эксперименте в качестве пар альтернатив, которые необходимо было изменить на противоположные в выходном упорядочении, были выбраны пары, отличные от наиболее “слабых”, но с подходящим значением показателя устойчивости. А именно пара $A_4 \succeq A_1$ в выходном упорядочении под номером 3 (см. таблицу 3), для которой показатель устойчивости равен 38,89 % (первый случай); пара $A_3 \succeq A_5$ в выходном упорядочении под номером 4, для которой показатель устойчивости равен 39,68 % (второй

случай); пара $A_3 \succeq A_5$ в выходном упорядочении под номером 2, для которой показатель устойчивости равен 42,97 % (третий случай); пара $A_2 \succeq A_3$ в выходном упорядочении под номером 7, для которой показатель устойчивости равен 47,64 % (четвертый случай). Для первого случая имело место манипулирование со стороны экспертов под номерами 1 и 5, для второго, третьего и четвертого случаев не удалось осуществить манипулирование со стороны участников выбора.

Т а б л и ц а 3

Результаты численных экспериментов

Номер набора альтернатив и профиля упорядочений (номер упорядочения)	Выходное упорядочение	Наиболее “слабая” пара альтернатив	Показатель устойчивости, %	Номера экспертов-манипуляторов
1	$A_1 \succeq A_4 \succeq A_5 \succeq A_3 \succeq A_2$	$A_1 \succeq A_4$	16,27	2, 5, 6, 7
2	$A_3 \succeq A_5 \succeq A_1 \succeq A_4 \succeq A_2$	$A_5 \succeq A_1$	18,51	3, 4, 5, 8
3	$A_5 \succeq A_2 \succeq A_4 \succeq A_1 \succeq A_3$	$A_5 \succeq A_2$	24,90	3 (или 8)
4	$A_4 \succeq A_1 \succeq A_2 \succeq A_3 \succeq A_5$	$A_1 \succeq A_2$	25,49	2 (или 6, или 7), 5
5	$A_3 \succeq A_5 \succeq A_4 \succeq A_2 \succeq A_1$	$A_4 \succeq A_2$	32,45	1 (или 6), 2 (или 7), 5
6	$A_2 \succeq A_3 \succeq A_4 \succeq A_5 \succeq A_1$	$A_2 \succeq A_3$	35,85	–
7	$A_5 \succeq A_1 \succeq A_2 \succeq A_3 \succeq A_4$	$A_5 \succeq A_1$	40,48	–
8	$A_5 \succeq A_3 \succeq A_4 \succeq A_1 \succeq A_2$	$A_5 \succeq A_3$	54,76	–

Приведем конкретные примеры изменения индивидуальных упорядочений, производимых в рамках эксперимента в качестве попыток достижения цели манипулирования. Остановимся на наборе альтернатив и профиле индивидуальных упорядочений под номером 5, представленных в таблицах 1 и 2 соответственно. Выходным упорядочением в этом случае является $A_3 \succeq A_5 \succeq A_4 \succeq A_2 \succeq A_1$ (см. таблицу 3). Вычисленные показатели устойчивости отдельных пар альтернатив упорядочения $A_3 \succeq A_5$, $A_5 \succeq A_4$, $A_4 \succeq A_2$, $A_2 \succeq A_1$ равны 71,89 %, 100 %, 32,45 %, 97,77 % соответственно. Наиболее “слабой” парой альтернатив является $A_4 \succeq A_2$. Цель манипулирования – поменять местами “слабую” A_2 и “сильную” A_4 альтернативы в выходном упорядочении, т.е. коллективным упорядочением должно стать упорядочение $A_3 \succeq A_5 \succeq A_2 \succeq A_4 \succeq A_1$. Способы возможного достижения цели манипулирования для каждого эксперта представлены в таблице 4. Значение показателя устойчивости наиболее “слабой” пары альтернатив $A_4 \succeq A_2$ отражено в таблице 4 в случае, если цель манипулирования не достигнута. Если цель манипулирования достигнута, то в этом

случае указано значение показателя устойчивости новой наиболее “слабой” пары альтернатив $A_2 \succeq A_4$, полученной после изменения выходного упорядочения. Для недопустимых упорядочений четыре последних столбца в таблице 4 не заполнялись.

При проведении экспериментов по мере улучшения позиции “слабой” альтернативы (реализация способа 1) или ухудшения позиции “сильной” альтернативы (реализация способа 2 и способа 3) происходило уменьшение значения показателя устойчивости наиболее “слабой” пары альтернатив. Это отражено и в таблице 4. Однако были случаи нарушения данной закономерности, и наблюдался обратный эффект: ухудшение позиции “сильной” альтернативы при способе 2 приводило к увеличению показателя устойчивости наиболее “слабой” пары альтернатив и уменьшению показателя устойчивости других пар. Эти случаи имели место при использовании набора альтернатив и профиля упорядочений под номером 3 при изменении мнений экспертов под номерами 2 (или 6, или 7) 3 (или 8) и 4. В дальнейшем определение причины данного эффекта, возможно, позволит найти другие способы изменения мнений экспертов, которые будут способствовать манипулированию.

Варианты возможного манипулирования для профиля индивидуальных упорядочений под номером 5

Изменение мнения экспертов			Выходное упорядочение	Наиболее "слабая" пара альтернатив	Показатель устойчивости, %	Достижение цели манипулирования
Номер эксперта	Упорядочение эксперта	Номер способа				
1	2	3	4	5	6	7
1 (или 6)	$A_3 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1$	1	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	15,13	нет
	$A_3 \succ A_2 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$	1	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	12,46	нет
	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$	1	-	-	-	-
	$A_3 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1$	2	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	15,13	нет
	$A_3 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_1 \succ A_4$	2	$A_3 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1$	$A_2 \succ A_4$	1,07	да
	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_4$	3	-	-	-	-
2 (или 7)	$A_3 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_5 \succ A_1$	1	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	24,53	нет
	$A_3 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_5 \succ A_1$	1	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	12,47	нет
	$A_2 \succ A_3 \succ A_4 \succ A_5 \succ A_1$	1	-	-	-	-
	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	2	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	18,61	нет
	$A_3 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1$	2	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	5,52	нет
	$A_3 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_1 \succ A_4$	2	$A_3 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1$	$A_2 \succ A_4$	7,20	да
	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$	3	-	-	-	-
	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_4$	3	-	-	-	-
3	$A_5 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_4 \succ A_1$	1	-	-	-	-
	$A_2 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_4 \succ A_1$	1	-	-	-	-
	$A_5 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_1 \succ A_4$	2	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	12,38	нет
	$A_2 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_4$	3	-	-	-	-
4	$A_5 \succ A_3 \succ A_2 \succ A_1 \succ A_4$	1	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	30,52	нет
	$A_5 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_4$	1	-	-	-	-
	$A_2 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_4$	1	-	-	-	-
5	$A_3 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_5 \succ A_1$	1	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	19,05	нет
	$A_2 \succ A_3 \succ A_4 \succ A_5 \succ A_1$	1	-	-	-	-
	$A_3 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_5 \succ A_1$	2	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	19,05	нет
	$A_3 \succ A_2 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$	2	$A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_2 \succ A_1$	$A_4 \succ A_2$	9,40	нет
	$A_3 \succ A_2 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_4$	2	$A_3 \succ A_5 \succ A_2 \succ A_4 \succ A_1$	$A_2 \succ A_4$	5,83	да
	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_4 \succ A_1$	3	-	-	-	-
	$A_2 \succ A_3 \succ A_5 \succ A_1 \succ A_4$	3	-	-	-	-
8	$A_5 \succ A_2 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_4$	1	-	-	-	-
	$A_2 \succ A_5 \succ A_3 \succ A_1 \succ A_4$	1	-	-	-	-

Данные, полученные в результате экспериментов, позволяют установить порог для показателя устойчивости пар альтернатив из упорядочения, выше которого наступает неманипулируемость процедуры экстраполяции на основе ММП по трем рассмотренным возможным способам манипулирования со стороны участников выбора, приблизительно в диапазоне от 35 до 40 %. Точное пороговое значение показателя устойчивости пары альтернатив в каждом конкретном

случае зависит от количества допустимых упорядочений, соответствующих измененным мнениям участников коллективного выбора. Наличие большого числа недопустимых упорядочений препятствует манипулированию.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 14-01-00653 "Разработка и исследование процедур коллективного выбора на неobservable для ЛПП множестве альтернатив".

ЛИТЕРАТУРА

1 Бугаев Ю.В. Экстраполяция экспертных оценок в оптимизации технологических систем // Известия РАН. Теория и системы управления. 2003. № 3. С. 90–96.

2 Вольский В.И., Лезина З.М. Сравнительный анализ процедур голосования // Автоматика и телемеханика. 1992. № 2. С. 3–29.

3 Алескеров Ф.Т., Курбанов Э.О степени манипулируемости правил коллективного выбора // Автоматика и телемеханика. 1998. № 10. С. 134–146.

4 Алескеров Ф.Т. и др. Оценка степени манипулируемости известных схем агрегирования в условиях множественного выбора // Журнал новой экономической ассоциации. 2009. № 1-2. С. 37–61.

5 Сысоев В.В. Структурные и алгоритмические модели автоматизированного проектирования производства изделий электронной техники. Воронеж: ВТИ, 1993. 207 с.

6 Бугаев Ю.В. и др. Система поддержки принятия решений на основе экстраполяции экспертных оценок методом максимального правдоподобия // Вестник БГТУ. 2010. № 1. С. 84–90.

7 Бугаев Ю.В., Никитин Б.Е., Чайковский А.С. Вычислительные задачи синтеза модели выбора методом максимального правдоподобия // Вестник ВГТУ. 2010. Т. 6. № 2. С. 71–74.

REFERENCES

1 Bugaev Yu.V. Extrapolation of expert evaluations in the optimization of technological systems. *Izvestiya RAN*. [Journal of Computer and Systems Sciences International], 2003, vol. 42, no. 3, pp. 401-407. (In Russ.).

2 Vol'skii V.I., Lezina Z.M. Comparative analysis of voting procedures. *Avtomatika i telemekhanika*. [Automation and Remote Control], 1992, no. 2, pp. 3-29. (In Russ.).

3 Aleskerov F.T., Kurbanov E. About the degree of manipulability of collective choice rules. *Avtomatika i telemekhanika*. [Automation and Remote Control], 1998, no. 10, pp. 134-146. (In Russ.).

4 Aleskerov F.T., Karabekian D.S., San- ver R.M. et al. Evaluation of the degree of manipulability of known aggregation procedures under multiple choice. *Zhurnal novoi ekonomicheskoi assotsiatsii*. [The Journal of the New Economic Association], 2009, no. 1-2, pp. 37-61. (In Russ.).

5 Sysoev V.V. Strukturnye i algoritmicheskie modeli avtomatizirovannogo proektirovaniia proizvodstva izdelii elektronnoi tekhniki [Structural and algorithmic models of automated design of electronic equipment production]. Voronezh, VTI, 1993. 207 p. (In Russ.).

6 Bugaev Yu.V., Mironova M.S., Nikitin B.E. et al. Decision support system based on extrapolation of expert evaluations by the maximum likelihood method. *Vestnik BGTU*. [Bulletin of BSTU], 2010, no. 1, pp. 84-90. (In Russ.).

7 Bugaev Yu.V., Nikitin B.E., Chaikovskii A.S. The calculating problems of the choice model synthesis by method of the maximum credibility. *Vestnik VGTU*. [Bulletin of VSTU], 2010, vol. 6, no. 2, pp. 71-74. (In Russ.).

УДК 517.927

Доцент Е.В. Дикарева,
(Воронежский институт МВД России) кафедра высшей математики.
тел. (473) 200-50-50
E-mail: heiligenkreuz@gmail.com

Associate professor E.V. Dikareva,
(Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation)
Department of higher mathematics.
phone (473) 200-50-50
E-mail: heiligenkreuz@gmail.com

Метод функций Грина в математических моделях для двухточечных краевых задач

Method of Green Functions in Mathematical Modelling For Two-Point Boundary-Value Problems

Реферат. В различных прикладных задачах, в которых рассматриваются вопросы управления и оптимизации, теории систем, теоретической и строительной механике при изучении структур из струн и стержней, теории колебаний, теории упругости и пластичности, в задачах механике, связанных с разрушениями и моделированием ударных волн, используются математические модели, основанные на применении обыкновенных дифференциальных уравнений высокого порядка. Подобная методология также применяется при исследовании математических моделей методами дифференциальных уравнений на графах, описывающих различные связанные системы с возможным упорядочиванием. Такие уравнения используются как в теоретическом обосновании математических моделей, так и служат основой для конструирования численных методов решения и компьютерных алгоритмов. В работе исследование таких моделей проводится методом функций Грина. В первой части работы приводятся общие сведения о методе функций Грина для многоточечных краевых задач. Описывается основное уравнение, вводятся понятия многоточечных краевых условий, граничных функционалов, вырожденных и невырожденных задач, фундаментальной матрицы решений. В основной части работы вначале даётся постановка задачи, включающая условия разрывов и деформаций. Далее приводятся основные результаты работы. В теореме 1 приведены условия однозначной разрешимости рассматриваемой задачи. В теореме 2 установлены условия строгой положительности решения и соизмеримости для пары решений. В теореме 3 установлено существование и оценки для минимального собственного значения, свойства точек спектра, положительность собственных функций. В теореме 4 доказана весовая монотонность функции Грина. В конце работы приводятся возможные приложения к теории сигналов и теории операторов преобразования.

Summary. In many applied problems of control, optimization, system theory, theoretical and construction mechanics, for problems with strings and nodes structures, oscillation theory, theory of elasticity and plasticity, mechanical problems connected with fracture dynamics and shock waves, the main instrument for study these problems is a theory of high order ordinary differential equations. This methodology is also applied for studying mathematical models in graph theory with different partitioning based on differential equations. Such equations are used for theoretical foundation of mathematical models but also for constructing numerical methods and computer algorithms. These models are studied with use of Green function method. In the paper first necessary theoretical information is included on Green function method for multi point boundary-value problems. The main equation is discussed, notions of multi-point boundary conditions, boundary functionals, degenerate and non-degenerate problems, fundamental matrix of solutions are introduced. In the main part the problem to study is formulated in terms of shocks and deformations in boundary conditions. After that the main results are formulated. In theorem 1 conditions for existence and uniqueness of solutions are proved. In theorem 2 conditions are proved for strict positivity and equal measure for a pair of solutions. In theorem 3 existence and estimates are proved for the least eigenvalue, spectral properties and positivity of eigenfunctions. In theorem 4 the weighted positivity is proved for the Green function. Some possible applications are considered for a signal theory and transmutation operators.

Ключевые слова: двухточечные краевые задачи, функции Грина, теория графов.

Keywords: two-point boundary-value problems, Green function, graph theory.

1. Общая методология использования функций Грина для многоточечных задач.

В работе сначала излагаются общие результаты о существовании и построении функции Грина в неклассической ситуации для многоточечных краевых задач. Затем рассматривается

краевая двухточечная задача для системы дифференциальных уравнений четвёртого порядка, имеющая прикладное значение. Для этой задачи устанавливается существование функции Грина, и выводятся её основные свойства.

Сначала рассмотрим классический случай двухточечной задачи, изложив схему построения и анализа функции Грина, см. [1]. Пусть на $[a; b] \subset \mathbb{R}^1$ задана двухточечная краевая задача, определяемая линейным дифференциальным уравнением:

$$p_0(x)y^{(n)} + p_1(x)y^{(n-1)} + \dots + p_n(x)y = f(x) \quad (1.1)$$

с непрерывными коэффициентами и n краевыми условиями:

$$l_j(y) = R_j \quad (1.2)$$

с функционалами $l_j(y)$ вида:

$$l(y) = \sum_{i=1}^n \alpha_i y^{(i-1)}(a) + \sum_{i=1}^n \beta_i y^{(i-1)}(b). \quad (1.3)$$

Теорема 1. Для того чтобы краевая задача (1.1)-(1.2) была однозначно разрешимой для любой правой части $f(x)$ и любого набора значений R_j необходимо и достаточно, чтобы однородная задача $f(x) \equiv 0, R_j \equiv 0$ имела только тривиальное решение.

Приведённая теорема делает полезным следующее определение.

Определение 1. Задачу (1.1)-(1.2) назовем невырожденной, если соответствующая однородная задача имеет только тривиальное решение.

Для простоты фундаментальную систему решений мы будем выбирать так, чтобы она оказалась биортогональной набору функционалов $l_j(\cdot)$ (это по существу просто смена базиса в конечномерном пространстве). Эта система будет ниже обозначаться через $\{z_i(x)\}$, так что $l_j(z_i) = \delta_{ij}$ (δ_{ij} - символ Кронекера). Тогда решение краевой задачи выписывается явно:

$$y(x) = [y_0(x) - \sum_{j=1}^n z_j(x)l_j(y_0)] + \sum_{j=1}^n R_j z_j(x). \quad (1.5)$$

Далее мы будем рассматривать только однородные условия:

$$l_j(y) = 0. \quad (1.6)$$

Определение 2. Функцией Грина задачи (1.1)-(1.2) будем называть любую функцию $G(x, s)$, позволяющую получить решение задачи (1.1)-(1.6) в виде интеграла:

$$y(x) = \int_a^b G(x, s)f(s)ds. \quad (1.7)$$

Теорема 2. Для любой невырожденной задачи (1.1)-(1.6) функция Грина существует.

Доказательство состоит попросту в выражении y_0 в формуле (1.5) через $f(x)$. Это можно сделать, например, с помощью функции Коши:

$$K(x, s) = \frac{1}{w(s)p_0(s)} \begin{vmatrix} z_1(s) \dots z_n(s) \\ z_1'(s) \dots z_n'(s) \\ \dots \dots \dots \\ z_1^{(n-2)}(s) \dots z_n^{(n-2)}(s) \\ z_1(x) \dots z_n(x) \end{vmatrix} \quad (1.8)$$

($W(x)$ — определитель Вронского функций $z_1(x), \dots, z_n(x)$) в виде:

$$y_0(x) = \int_a^x K(x, s)f(s)ds. \quad (1.9)$$

Приведём фигурирующий здесь интеграл с переменным верхним пределом к интегралу с постоянными пределами вида (1.7), для этого представим (1.9) в виде:

$$y_0(x) = \int G_0(x, s)f(s)ds, \quad (1.10)$$

где обозначено:

$$G_0(x, s) = K(x, s), a \leq s \leq x \leq b, 0, a \leq x \leq s \leq b. \quad (1.11)$$

На диагонали $x = s$, очевидно, $K(s, s) \equiv 0$, поэтому включение значения $x = s$ и в ту, и в другую строку не приводит к противоречиям. Подставляя (1.10) в (1.6), получаем:

$$y(x) = \int G_0(x, s)f(s)ds - \sum_{j=1}^n z_j(x)l_j(\int G_0(x, s)f(s)ds), \quad (1.12)$$

так что вопрос о представимости $y(x)$ в форме (1.7) упирается только в возможность перестановки функционалов l_j под знаком интеграла. Вообще говоря, такая перестановочность имеет место в силу известных свойств функции Коши: так как $K^{(i)}(s, s) = 0$ при $i = 0, \dots, n-2$, то из (1.9) следует:

$$y_0^{(i)}(x) = \int K^{(i)}(x, s)f(s)ds \quad (i = 0, \dots, n-2),$$

и потому для функционала $l(y)$ вида (1.3):

$$l(y) = \int \left[\sum_{i=1}^n \beta_i K^{(i-1)}(b, s) \right] f(s)ds.$$

Обозначая здесь сумму в квадратных скобках через $\psi(s)$ (для $l_j(y)$ соответственно через $\psi_j(s)$), получаем из (1.12):

$$y(x) = \int \left[G_0(x, s) - \sum_{j=1}^n z_j(x) \psi_j(s) \right] f(s) ds,$$

что не только доказывает теорему, но и предъ-
являет $G(x, s)$ явно:

$$G(x, s) = G_0(x, s) - \sum_{i=1}^n z_i(x) \psi_i(s), \quad (1.13)$$

или в более «классической» форме:

$$\begin{cases} G(x, s) = \\ K(x, s) - \sum_{i=1}^n z_i(x) \psi_i(s), a \leq x \leq s \leq b, \\ - \sum_{i=1}^n z_i(x) \psi_i(s), a \leq x \leq s \leq b. \end{cases} \quad (1.14)$$

Следствие 1. $\psi_i(s)$ непрерывны на $[a, b]$.

Действительно, если обозначить через:

$$l^b(y) = \sum_{i=1}^n \beta_i y^{(i-1)}(b)$$

составляющую функционала (1.3), сосредото-
ченную в точке b , то получим:

$$\begin{aligned} K(x, s) = \\ = \frac{1}{p_0(s)W(s)} \begin{vmatrix} z_1(s) \dots z_n(s) \\ \dots \dots \dots \\ z_1^{(m-2)}(s) \dots z_n^{(n-2)}(s) \\ l_j^b(z_1) \dots l_j^b(z_n) \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (1.15)$$

Следствие 2. $G(x, s)$ непрерывна вместе
со своими производными по x до порядка n в
каждом треугольнике $a \leq x \leq s \leq b$ и $a \leq s \leq$
 $x \leq b$ вплоть до границы. Действительно, этим
свойством обладает как сумма $\sum_{i=1}^n z_i(x) \psi_i(s)$,
так и (см. (1.8)) функция $K(x, s)$.

Следствие 3. Непрерывная функция
 $G(x, s)$, дающая представление решения в виде
(1.7), единственна.

Следствие 4. Для любого фиксирован-
ного $s \in (a, b)$:

$$\begin{aligned} G^{(i)}(s+0, s) - G^{(i)}(s-0, s) = \\ = \begin{cases} 0, i \leq n-2, \\ \frac{1}{p_0(s)}, i = n-2. \end{cases} \end{aligned} \quad (1.16)$$

В самом деле, из (1.15) следует, что раз-
ность (1.16) совпадает с $K^{(i)}(s, s)$, которая как
раз равна правой части (1.7).

Следствие 5. Для любого фиксирован-
ного $s \in (a, b)$ и любого $l_j(y)$ из условий (1.3),
 $l_j(G(x, s)) = 0$.

Действительно,
 $l_j(G(x, s)) = l_j(G_0(x, s)) - \psi_j(s)$, а

$$\begin{aligned} l_j(G_0(x, s)) &= \sum_{i=1}^n \alpha_i^j G_0^{(i-1)}(a, s) \\ &+ \sum_{i=1}^n \beta_i^j G_0^{(i-1)}(b, s) \\ &= \sum_{i=1}^n \beta_i^j K^{(i-1)}(b, s) = \psi_j(s). \end{aligned}$$

Следствие 6. Для любого фиксированного
 $s \in (a, b)$ функция $G(x, s)$ является решением
однородного уравнения (1.1) на $[a, s]$ и на $[s, b]$.

Теорема 3. Если двухточечная задача
(1.1)-(1.2) невырождена, то функция $G(x, s)$,
определяемая для каждого фиксированного $s \in$
 (a, b) условиями:

(а) она является решением однородного
уравнения на $[a, s]$ и на $[s, b]$;

(б) при $x = s$ она удовлетворяет условиям:

$$\begin{aligned} G^{(i)}(s+0, s) - G^{(i)}(s-0, s) = \\ = \begin{cases} 0, i \leq n-2, \\ \frac{1}{p_0(s)}, i = n-2. \end{cases} \end{aligned}$$

(в) она удовлетворяет краевым условиям
 $l_j(G(\cdot, s)) = 0$; существует и единственна.

Доказательство по существу алгебраиче-
ское: из условия (а) следует:

$$\begin{aligned} G(x, s) = \\ = \begin{cases} z_1(x) \chi_1(s) + \dots + z_n(x) \chi_n(s), a \leq s \leq x \leq b, \\ -(z_1(x) \psi_1(s) + \dots + z_n(x) \psi_n(s)), a \leq x \leq s \leq b. \end{cases} \end{aligned}$$

Из условия (б) следует, что $\chi_i(s) + \psi_i(s)$
удовлетворяют системе:

$$\begin{aligned} z_1^{(j)}(s) [\chi_1(s) + \psi_1(s)] + \dots + z_n^{(j)}(s) [\chi_n(s) + \psi_n(s)] = \\ = \begin{cases} 0, 0 \leq j \leq n-2, \\ \frac{1}{p_0(s)}, j = n-2, \end{cases} \end{aligned} \quad (1.17)$$

откуда немедленно следует, что:

$$\begin{aligned} z_1^{(j)}(s) [\chi_1(s) + \psi_1(s)] + \\ + \dots + z_n^{(j)}(s) [\chi_n(s) + \psi_n(s)] \equiv K(x, s), \end{aligned}$$

и поэтому:

$$G(x, s) = G_0(x, s) - \sum_{i=1}^n z_i(x) \psi_i(s),$$

И, наконец, условие (в) (в предположении,
что изначально была выбрана такая фундамен-
тальная система решений, что $l_j(z_i) = \delta_{ij}$) не-
медленно дает:

$$\psi_i(s) = l_j(G_0(\cdot, s)).$$

2. Постановка двухточечной краевой задачи.

Теперь рассмотрим конкретную прикладную задачу, возникающую при исследовании механических деформаций стержней или струн, аналогичные задачи возникают для дифференциальных уравнений на графах [1].

На промежутке $[0, l]$ рассматриваются дифференциальные уравнения:

$$\begin{aligned} (p_1 u_1'')' &= f_1(x), & x \neq \xi & \quad (2.1) \\ -(p_2 u_2')'' &= f_2(x), & x \neq \xi & \quad (2.2) \end{aligned}$$

Первое из них возникает при описании поперечных деформаций классического стержня, а второе — обычной струны (или продольных деформаций стержня). В точке ξ (где, естественно, $0 < \xi < l$) оба уравнения выключаются, так что фактически (2.1)-(2.2) — это система четырёх уравнений. Однако нас интересуют лишь решения, непрерывно склеенные в точке $x = \xi$, что значит $u_1(\xi - 0) = u_1(\xi + 0)$, $u_2(\xi - 0) = u_2(\xi + 0)$. Более того, в этой точке непрерывно склеены и решения разностных уравнений, т. е.:

$$u_1(\xi \pm 0) = u_2(\xi \pm 0). \quad (2.3)$$

В этой же точке мы предполагаем выполненным условие взаимодействия (трансмиссии):

$$\delta(p_1 u_1')'(\xi) + \delta(p_2 u_2')'(\xi) = 0, \quad (2.4)$$

где через $\delta\varphi(\xi)$ обозначается скачок φ в точке ξ , т. е. $\delta\varphi(\xi) = \varphi(\xi + 0) - \varphi(\xi - 0)$.

Допуская у $u_1(x)$ потерю гладкости в точке ξ , мы предполагаем при этом:

$$(p_1 u_1'')(\xi - 0) = (p_1 u_1'')(\xi + 0). \quad (2.5)$$

Последнее условие соответствует тому, что в точке $x = \xi$ его излома оба его куска шарнирно скреплены (склёпаны). Если на концах $x = 0, x = l$ отрезка поставить стандартные условия закрепления, т. е.:

$$\begin{aligned} u_1(0) = u_1'(0) = 0, & & u_1(l) = u_1'(l) = 0, \\ (0) = u_2'(l) = 0, & & \end{aligned} \quad (2.6)$$

то мы сможем смотреть на систему (2.1) – (2.6) как на краевую задачу, моделирующую, например, деформации большого канатного моста. При $f_2 \equiv 0$ второе уравнение (2.2) вместе с условиями (2.3), (2.4) заменяются, как несложно проверить, условием:

$$\delta(p_1 u_1'')'(\xi) + \gamma u_1(\xi) = 0, \quad \gamma > 0,$$

что вместе с (2.5) приводит (2.1) к модели двухзвенной цепочки стержней с упругой опорой в месте стыка ($x = \xi$). В нашей ситуации можно говорить о задаче на графе типа креста, на двух

рёбрах которого задано уравнение типа (2.1), а на двух остальных — типа (2.2).

Можно считать, что f_1 и f_2 есть обобщённые производные ($f_1 = F_1', f_2 = F_2'$) от функций ограниченной вариации. Физичность условий требует предположения $f_1(\xi) = f_2(\xi)$, что в случае скачков F_1 и F_2 в точке ξ означает совпадение атомов меры или — физически — общую для обеих функций u_1, u_2 сосредоточенную силу.

Задача (2.1) – (2.6) рассматривается в классе достаточно гладких (при $x \neq \xi$) функций $u(x) = \{u_1(x), u_2(x)\}$ на $[0, l]$. Далее во всех формулировках и условиях мы предполагаем, что $x \neq \xi$ без дополнительных оговорок.

Всюду далее считаем, что $p_1(\cdot)$ и $p_2(\cdot)$ сильно положительны.

3. Основные результаты работы.

Теорема 1. Для любых F_1, F_2 из $BV[0, l]$ задача (2.1) – (2.6) однозначно разрешима (при $f_1 = F_1'$ и $f_2 = F_2'$).

Теорема 2. Пусть F_1 и F_2 — первообразные функций f_1 и f_2 . Тогда для любых неубывающих F_1, F_2 при наличии хотя бы одной точки роста F_1 или F_2 решение $u(x) = \{u_1(x), u_2(x)\}$ строго положительно в $(0, l)$, т. е. $u_1(x) > 0$ и $u_2(x) > 0$ на $(0, l)$. Более того, для любых двух "неотрицательных" пар $\{f_1, f_2\}$ соответствующие им решения $u(x) = \{u_1(x), u_2(x)\}$ и $v(x) = \{v_1(x), v_2(x)\}$ соизмеримы по конусу неотрицательных функций в $C[0, l] \times C[0, l]$, т. е.

$$\sup_{x,s} \frac{u_i(x)v(s)}{v_i(x)u_i(s)} < \infty \quad \text{при } i = 1, 2.$$

Последнее свойство означает усиленную положительную обратимость задачи (2.1) – (2.6). Более сильно это свойство можно описать так. Пусть K — конус неотрицательных функций в пространстве $C[0, l] \times C[0, l]$. Пусть A — обратный к задаче (2.1) – (2.6) оператор. Стандартным способом проверяется, что он имеет интегральный вид:

$$(AF)'(x) = \int_0^l G(x, s) dF(s), \quad (2.7)$$

где $G(x, s)$ — двумерная матрица-функция Грина. Определяемый этой функцией интегральный оператор действует в $E = C[0, l] \times C[0, l]$ и сильно положителен на конусе K .

Теперь рассмотрим вместо (1), (2) уравнения:

$$(p_1 u_1'')'' = \lambda M_1' u_1, \quad -(p_2 u_2')' = \lambda M_2' u_2, \quad (2.8)$$

где M_1, M_2 — неубывающие функции, определяющие распределение масс соответственно на стержне и струне. Следующая теорема устанавливается на основе описанного свойства оператора в теореме 2.

Теорема 3. Пусть одна из функций $M_1(x), M_2(x)$ имеет хотя бы одну точку роста (т. е. отлична от константы). Тогда минимальное по модулю собственное значение λ_0 задачи (2.8) при условиях (2.3) – (2.6) является строго положительным и простым (корневое пространство одномерно), любая другая точка λ спектра удовлетворяет неравенству $|\lambda| > \lambda_0$. Соответствующая λ_0 собственная функция $u(x)$ имеет обе строго положительные (на $(0, l)$) компоненты.

Задача (2.1) – (2.6) оказывается самосопряжённой в естественном смысле, её функция-матрица Грина — симметричным положительным ядром. Поэтому весь спектр задачи (2.3) – (2.6), (2.8) состоит из вещественных положительных чисел. По всей видимости, все они простые, а соответствующие им собственные функции имеют (как в классической теории Штурма-Лиувилля) количество перемен знака, совпадающее с номером соответствующего собственного значения (в естественной иерархии). Однако даже набор слов "число перемен знака", очевидный для скалярных функций, допускает разные толкования для вектор-функций, и потому описание осцилляционных свойств собственных функций в рассматриваемом случае пока не получено.

Функция-матрица Грина $G(x, s)$ задачи (1) – (6) допускает стандартное задание через фундаментальную систему решений однородного "уравнения"

$$(p_1 u_1'')'' = 0, \quad (p_2 u_2')' = 0, \quad x \neq \xi, \quad (2.9)$$

где, аналогично взглядам теории уравнений на графах [1], условия (2.3) – (2.5) удобно отнести к

определению решения и, более того, к толкованию обобщённого уравнения (2.9) в точке $x = \xi$. Функция $G(x, s)$ оказывается непрерывной на $[0, l] \times [0, l]$ и строго положительна (по каждой координате) внутри этого квадрата. Следует отметить, что даже непрерывность здесь — весьма непросто проверяемое свойство. Трудности сосредоточены в окрестности прямой $s = \xi$. Подобные трудности нетривиальны даже для скалярных задач с внутренними особенностями.

Для вектор-функции символ " \leq " означает у нас синхронное выполнение по обеим компонентам аналогичного скалярного неравенства.

Теорема 4. Существует строго положительная функция $\varphi(x) (= \{\varphi_1(x), \varphi_2(x)\})$ такая, что $\varphi(x)G(\tau, s) \leq G(x, s)$ при всех x, τ, s из $[0, l]$.

Следствием этого факта для оператора (7) является неравенство $\varphi(x)\max_{\tau}(Az)(\tau) \leq (Az)(x)$ для любой $z(x) \geq 0$, где неравенства (и максимум) понимаются в синхронно-двухкомпонентном плане. Отсюда следует аналог классического свойства Харнака: для любого нетривиального решения $u(x) (= \{u_1(x), u_2(x)\})$ неравенств:

$$(p_1 u_1'')'' \geq 0, \quad -(p_2 u_2')' \geq 0$$

при условиях (3) – (6) имеет место $\varphi(x)\max_{\tau} u(\tau) \leq u(x)$.

Рассмотренная задача и метод её решения на основе использования функций Грина могут оказаться полезными также при применении дифференциальных методов в теории сигналов [2-3], исследовании ядер операторов преобразования для дифференциальных уравнений [4], компьютерной графике с применением дифференциальных методов описания граничных кривых [5], в задачах квадратичной экспоненциальной интерполяции [6-8].

ЛИТЕРАТУРА

1 Дикарева Е.В. Метод функций Грина в математических моделях для двухточечных краевых задач // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. Материалы восемнадцатого научно-практического семинара. Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. 2015. С. 226-235.
 2 Киселев Е.А., Минин Л.А., Новиков И. Я., Ситник С. М. О константах Рисса для некоторых систем целочисленных сдвигов // Математические заметки. 2014. Т. 96. Вып. 2. С. 239-250.
 3 Zhuravlev M.V., Kiselev E. A., Minin L. A., Sitnik S. M. Jacobi theta-functions and systems of integral shifts of Gaussian functions // Journal of Mathematical Sciences, Springer. 2011. V. 173. № 2. P. 231-241.

4 Sitnik S.M. Buschman-Erdelyi transmutations, classification and applications // In the Book: Analytic Methods Of Analysis And Differential Equations: AMADE 2012. (Edited by M.V. Dubatovskaya, S.V. Rogosin). Cambridge, Cambridge Scientific Publishers, 2013. P. 171-201.

5 Недошивина А.И., Ситник С.М. Приложения геометрических алгоритмов локализации точки на плоскости к моделированию и сжатию информации в задачах видеонаблюдений // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2013. Т. 9. № 4. С. 108-111.

6 Певный А.Б., Ситник С.М. Строго положительно определённые функции, неравенства М.Г. Крейна и Е.А. Горина // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. Материалы восемнадцатого научно-практического семинара. Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. 2015. С. 247-254.

7 Ситник С.М., Тимашов А.С. Расчёт конечномерной математической модели в задаче квадратичной экспоненциальной интерполяции // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Математика, Физика. 2013. №19 (162). Вып. 32. С. 184-186.

8 Ситник С.М., Тимашов А.С. Приложения экспоненциальной аппроксимации по целочисленным сдвигам функций Гаусса // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 2 (56). С. 90-94.

REFERENCES

1 Dikareva E.V. Green function method in mathematical models for two point boundary-value problems. *Novye informatsionnye tekhnologii v avtomatizirovannykh sistemakh* [New Informatics Technologies For Automated Systems. Materials of 18th scientific-practical seminar]. Moscow, M.V. Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences, 2015, p. 226-235. (In Russ.).

2 Kiselev E.A., Minin L.A., Novikov I.Ya., Sitnik S.M. On Riesz constants for some systems of integer shifts. *Matematicheskie zametki*. [Math. surveys], 2014, vol. 96, no. 2, pp. 239-250. (In Russ.).

3 Zhuravlev M.V., Kiselev E.A., Minin L.A., Sitnik S. M. Jacobi theta-functions and systems of integral shifts of Gaussian functions. *Journal of Mathematical Sciences*, Springer, 2011, vol. 173, no. 2, pp. 231-241.

4 Sitnik S.M. Buschman-Erdelyi transmutations, classification and applications. In the Book: *Analytic Methods Of Analysis And Differential Equations: AMADE 2012*. (Edited by M.V.Dubavtorskaya, S.V.Rogosin). Cambridge, Cambridge Scientific Publishers, 2013. pp. 171-201.

5 Nedoshivina A.I., Sitnik S.M. Applications of geometrical algorithms for point localization to modelling and data compression for video surveillance problems. *Vestnik VGTU*. [Bulletin of Voronezh State Technical University], 2013, vol. 9, no. 4, pp. 108-111. (In Russ.).

6 Pevnyi A.B., Sitnik S.M. Strictly positively defined functions, inequalities of M.G. Krein and E.A. Gorin. *Novye informatsionnye tekhnologii v avtomatizirovannykh sistemakh* [New Informatics Technologies For Automated Systems. Materials of 18th scientific-practical seminar]. Moscow, M.V. Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences, 2015, pp. 247-254. (In Russ.).

7 Sitnik S.M., Timashov A.S. Numerical analysis of finite dimensional mathematical model for a problem of quadratic exponential interpolation. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta*. [Belgorod State University Scientific Bulletin. Mathematics & Physics], 2013, no. 19 (162), issue 32, pp. 184-186. (In Russ.).

8 Sitnik S.M., Timashov A.S. Applications of exponential approximations by integer shifts of the Gaussian functions. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies], 2013, no. 2 (56), pp. 90-94. (In Russ.).

УДК 681.322

Профессор В.К. Битюков, доцент А.Е. Емельянов

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных и управляющих систем.

тел.: (473) 255-38-75

E-mail: emalexeg @ yandex.ru

Professor V.K. Bityukov, associate professor A.E. Emelyanov

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of Information and Control Systems. phone (473) 255-38-75

E-mail: emalexeg @ yandex.ru

Модель канала передачи со случайной задержкой и потерей пакетов данных для сетевых систем управления

The channel model with random transmission delays and loss of data packets for networked control systems

Реферат. Системы управления с использованием сетевого канала для связи между элементами называются сетевыми системами управления. Использование сетей для подключения территориально-распределенных компонентов системы обладает рядом преимуществ, таких как снижение затрат на монтаж системы, компактность размеров и веса, простоты диагностики и обслуживания системы, и повышенной гибкости системы. Тем не менее, использование сетей также создает новые проблемы, которые не существовали у традиционных систем управления. К таким проблемам следует отнести случайное время передачи по сетевому каналу от одного устройства к другому сетевому устройству, возможную потерю пакета данных при передаче, асинхронный режим функционирования элементов системы управления. Сетевые характеристики делают анализ, моделирование и управление сетевыми системами управления более сложной и трудной задачей. Эта сложность обусловлена в первую очередь тем, что такие системы требуют комплексных исследований, включающих в себя исследования по теории связи и теории управления. Одной из трудных задач при моделировании таких систем управления является моделирование канала передачи. В данной работе предложен подход для моделирования частного случая процесса передачи. Рассмотрен сетевой канал передачи со случайной задержкой и потерей пакетов данных. При этом предполагается, что по каналу одновременно может передаваться несколько пакетов данных. Время случайной задержки моделируется законом распределения Эрланга соответствующего порядка. Вероятность потери пакета зависит как от частоты поступления пакетов данных в канал передачи, так и от параметров закона распределения Эрланга. Предложена модель канала в виде последовательного соединения дискретных элементов. Дискретные элементы производят независимое квантование входного сигнала. Такое представление позволяет моделировать случайную передачу данных. Получена формула для определения вероятности потери пакета в процессе передачи.

Summary. Control systems using a network channel for communication between the elements are called network management systems. Using networks to connect geographically distributed components of the system has a number of advantages, such as reducing the cost of system installation, compact size and weight, ease of diagnostics and system maintenance, and increased flexibility. Nevertheless, the use of networks has also created new problems that did not exist in conventional control systems. These issues should include a random time transmission over the network from one device to another network device, possible loss of data packets during transmission, an asynchronous mode of operation control system components. Network features make analysis, modeling, and management of network management systems more complex and difficult task. This complexity is due primarily to the fact that such systems require complex research, including research on the theory of communication and control theory. One of the challenges in the modeling of management systems, is a simulation of the transmission channel. In this paper we propose an approach for modeling the particular case of the transfer process. Considered a network channel with a random delay and packet loss. It is assumed that the channel can simultaneously transmit multiple data packets. Time delay is modeled random distribution law Erlang appropriate order. The probability of packet loss depends on the arrival rate of data packets in the channel transmission and the parameters of the law Erlang distribution. A model of the channel as a series connection of discrete elements. Discrete produce independent quantization of the input signal. This representation allows to model the random data. The formula for determining the probability of packet loss during transmission.

Ключевые слова: сетевой канал, случайная задержка, вероятность потери пакета.

Keywords: networks canal, random delay, packet loss probability.

Системы управления с использованием сетевого канала для обмена данными между элементами, называются сетевыми системами управления. Эти системы являются "системами управления третьего поколения", в отличие от своих предшественников: систем цифрового и аналогового управления. Использование сетевых каналов для подключения пространственно-распределенных компонентов системы обладает рядом преимуществ, таких как: снижение затрат на монтаж, проводку системы, простоты диагностики и обслуживания системы.

Традиционная теория управления динамическими системами предполагает, что сигналы передаются по идеальным каналам, задержки в процессе передачи являются незначительными или же постоянными, потери данных отсутствуют.

Эти два предположения больше не соответствуют для многих современных сетевых систем управления.

Возникающие случайные временные задержки и потери пакетов данных могут существенно снизить качество функционирования сетевой системы управления, а в отдельных случаях даже привести к потере устойчивости.

Сетевые характеристика канала передачи данных делают анализ, моделирование и синтез сетевых систем управления, по сравнению с традиционными системами управления, более трудной и сложной задачей.

При моделировании сетевых систем управления одной из трудных и ответственных задач является задача моделирования сетевого канала передачи данных.

Эта трудность обусловлена следующими факторами:

- передача данных по каналу носит вероятностный характер, т.е. наблюдается случайная временная задержка при передаче пакета данных по каналу;
- в процессе передачи по каналу возможна потеря пакета данных с определенной вероятностью;
- в канале могут находиться одновременно несколько пакетов передаваемых данных, причем их передача должна происходить последовательно.

Попытки удовлетворить все эти требования одновременно приводят к достаточно большой размерности математической модели, что существенно снижает ее ценность [1, 4, 5].

В данной работе предлагается подход для моделирования сетевого канала передачи данных, для которого закон распределения времени передачи можно представить законом Эрланга n -го порядка. При этом предполагается, что при передаче обязательно имеется вероятность потери пакета данных.

На рисунке 1 представлена структурная модель, с помощью которой предлагается моделировать процесс передачи данных по каналу в сетевой системе управления.

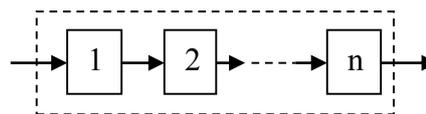


Рисунок 1. Структурная модель сетевого канала передачи

Данная модель представляет собой n последовательно соединенных дискретных элементов. Дискретный элемент представляет собой совокупность квантователя и интегратора, охваченных отрицательной обратной связью [2]. В данной модели предполагается, что квантователи функционируют независимо друг от друга. Предполагается, что при квантовании, входной сигнал мгновенно появляется на выходе соответствующего дискретного элемента. Таким образом, происходит последовательная передача сигнала от одного дискретного элемента к другому.

В работе рассмотрен случай, когда все квантователи подчиняются одному и тому же закону: квантование осуществляется случайным образом с интенсивностью λ и описывается экспоненциальным законом распределения:

$$f_k(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}, \quad (1)$$

где $f_k(t)$ – плотность распределения вероятности времени между моментами квантования квантователя; t – время.

На вход канала подается информация (пакет данных, сигнал) с периодом T_0 . Далее этот пакет последовательно проходит ряд квантователей.

Если пакет данных прошел все n квантователей, то передача считается успешной и информация поступает на дальнейшую переработку (например, в контроллер). Так как квантователи функционируют независимо друг от друга, то может случиться так, что пакет данных, который был передан позже, «догонит» передаваемый ранее пакет и «сотрет» его содержимое. Следовательно, данные этого пакета будут потеряны.

Таким образом, предложенная структурная модель позволяет моделировать сетевой канал, в котором:

1. осуществляется передача пакета данных со случайной временной задержкой, которая подчиняется закону Эрланга n -го порядка;
2. происходит потеря пакета данных в процессе передачи;
3. может одновременно осуществляться последовательная передача нескольких пакетов данных, т.е. в канале может находиться несколько пакетов данных одновременно.

Общее время передачи данных по каналу можно представить следующим образом:

$$T_{nep} = T_1 + T_2 + \dots + T_n, \quad (2)$$

где T_i – время передачи данных от $(i-1)$ квантователя к i квантователю; T_0 – время передачи данных от источника данных (вход канала передачи) к 1-му квантователю.

Как уже было сказано ранее, случайная величина T_{nep} имеет плотность распределения $f(t)$, соответствующую закону Эрланга n -го порядка:

$$f(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda \cdot t)^{n-1}}{(n-1)!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}. \quad (3)$$

Таким образом, изменяя число квантователей n и интенсивность квантования λ , можно моделировать достаточно широкий диапазон законов передачи данных по каналу и варьировать вероятность потери пакета данных в процессе передачи.

Определим вероятность потери пакета данных в процессе передачи по сетевому каналу.

Эту вероятность можно представить следующим образом:

$$P = \sum_{i=0}^{n-1} P_i, \quad (4)$$

где P – вероятность потери пакета данных в процессе передачи по сетевому каналу; P_i – вероятность потери пакета данных на i квантователе ($i = \overline{1, n-1}$); P_0 – вероятность потери пакета данных на входе в сетевой канал передачи, т.е. вероятность того, что 1-й квантователь не сработает за время T_0 и пакет данных не попадет в канал, так как новые данные «сотрут» старые.

Если пакет данных прошел n квантователей, то передача считается успешной.

Для P_0 имеем:

$$P_0 = e^{-\lambda \cdot T_0}. \quad (5)$$

Для P_i можно записать:

$$P_i = \sum_{k=1}^i (\overline{P}_k \cdot P_{i-k,i}). \quad (6)$$

где \overline{P}_k – вероятность того, что за время T_0 пакет данных пройдет ровно k квантователей; $P_{i-k,i}$ – условная вероятность того, что пакет данных, прошедший за время T_0 ровно k квантователей, далее успеет пройти ровно $(i-k)$ квантователей ($i \geq k$), когда как следующий за ним пакет пройдет i квантователей и «сотрет» его содержимое, т.е. этот пакет данных будет потерян.

С учетом (6) выражение (4) можно записать:

$$P = P_0 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^i (\overline{P}_k \cdot P_{i-k,i}), \quad (7)$$

Учитывая, что:

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^i (\overline{P}_k \cdot P_{i-k,i}) = \sum_{k=1}^{n-1} \overline{P}_k \sum_{i=0}^{n-k-1} P_{i,i+k}$$

выражение (7) запишем:

$$P = P_0 + \sum_{k=1}^{n-1} \overline{P}_k \sum_{i=0}^{n-k-1} P_{i,i+k}. \quad (8)$$

Вероятность \overline{P}_k подчиняется закону Пуассона. Действительно, это вероятность того, что за время T_0 произойдет ровно k квантований:

$$\overline{P}_k = \frac{(\lambda \cdot T_0)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda \cdot T_0}, \quad (9)$$

$$k = \overline{0, n-1}.$$

Определим вероятность $P_{i,i+k}$.

Это вероятность того, что до момента потери пакета данных произошло i квантований для данного пакета и $(k+i)$ квантований для пакета, который должен «стереть» передаваемые данные.

Так как квантователи одинаковые и независимые, то задачу о нахождении данной вероятности, можно свести к задаче о случайном блуждании, например, частицы по вертикальной линии. При случайном блуждании частицы, она на каждом шаге имеет равновероятную возможность подняться вверх или опуститься вниз на определенную одну и ту же величину. Будем считать, что подъем вверх соответствует работе квантователя для «стирающего» пакета, а опускание вниз – работе квантователя для передающего пакета. Всего шагов $x = i + (k+i) = 2i+k$ – число срабатываний квантователей для двух пакетов до момента «стирания» старого пакета. В момент, когда «стирающий» пакет достигнет передающий пакет, разность срабатываний квантователей для двух пакетов составит $y = (k+i) - i = k$. Необ-

ходимо соблюсти условие: до момента x разность срабатываний квантователей y не должна превышать k . Это обусловлено тем, что не должна рассматриваться ситуация, когда последующий пакет данных обгоняет предыдущий, а потом возвращается к нему. В данной модели это физически невозможно.

Таким образом, вероятность $P_{i,i+k}$ соответствует вероятности впервые достигнуть уровня $y = k$ в момент $x = 2i + k$ при движении из начала координат.

Эту вероятность можно записать следующим образом:

$$P_{i,i+k} = \frac{M}{N}, \quad (10)$$

где N – число всех путей выходящих из начала координат и достигающих точки (x, y) , $x = 2i + k$, $y = k$; M – число всех путей выходящих из начала координат и впервые достигающих уровня $y = k$ в момент $x = 2i + k$.

Так как в каждой точке из $(2i + k)$ имеется 2 возможности (подняться вверх или опуститься вниз), то для N имеем:

$$N = 2^{(2i+k)}. \quad (11)$$

Для нахождения M воспользуемся результатом, представленном в [3]:

$$M = \frac{y}{x} \cdot C_x^{(x+y)/2}. \quad (12)$$

Подставляя выражения для x и y в (12), имеем:

$$M = \left(\frac{k}{2i+k} \right) \cdot C_{2i+k}^{i+k}. \quad (13)$$

Таким образом, для вероятности $P_{i,i+k}$ имеем:

$$P_{i,i+k} = \frac{1}{2^{(2i+k)}} \cdot \left(\frac{k}{2i+k} \right) \cdot C_{2i+k}^{i+k}. \quad (14)$$

Окончательно, вероятность потери пакета данных в процессе передачи определяется по формуле:

$$P = e^{-\lambda \cdot T_0} \cdot \left[1 + \sum_{k=1}^{n-1} \left(\frac{(\lambda \cdot T_0)^k}{k!} \right) \times \sum_{i=0}^{n-k-1} \left(\frac{1}{2^{(2i+k)}} \cdot \left(\frac{k}{2i+k} \right) \cdot C_{2i+k}^{i+k} \right) \right], \quad (15)$$

Для некоторых n получены формулы для вероятностей потерь.

1. $n = 1$.

Закон распределения вероятностей времени передачи $f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda \cdot t}$.

Вероятность потери пакета $P = e^{-\lambda \cdot T_0}$.

2. $n = 2$.

Закон распределения вероятностей времени передачи $f(t) = \lambda^2 \cdot t \cdot e^{-\lambda \cdot t}$. Вероятность потери пакета $P = e^{-\lambda \cdot T_0} \cdot \left(1 + \frac{1}{2} \cdot (\lambda \cdot T_0) \right)$.

3. $n = 3$.

Закон распределения вероятностей времени передачи $f(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda \cdot t)^2}{2!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}$. Вероятность потери пакета $P = e^{-\lambda \cdot T_0} \cdot \left(1 + \frac{5}{8} \cdot (\lambda \cdot T_0) + \frac{1}{8} \cdot (\lambda \cdot T_0)^2 \right)$.

4. $n = 4$.

Закон распределения вероятностей времени передачи $f(t) = \frac{\lambda \cdot (\lambda \cdot t)^3}{3!} \cdot e^{-\lambda \cdot t}$.

Вероятность потери пакета

$$P = e^{-\lambda \cdot T_0} \cdot \left(1 + \frac{11}{16} \cdot (\lambda \cdot T_0) + \frac{3}{16} \cdot (\lambda \cdot T_0)^2 + \frac{1}{48} \cdot (\lambda \cdot T_0)^3 \right)$$

На рисунках 2 и 3 соответственно представлены графики законов распределения вероятностей времени передачи и вероятности потерь пакета данных при различных значениях n ($n = \overline{1,4}$). Здесь для каждого закона распределения использовалось одинаковое среднее значение времени передачи данных. С этой целью в формулах для законов распределения для каждого n интенсивность определялась как:

$$\lambda = n \cdot \lambda_1.$$

При этом среднее время передачи для всех законов распределения остается одинаковым:

$$m_t = \frac{1}{\lambda_1}.$$

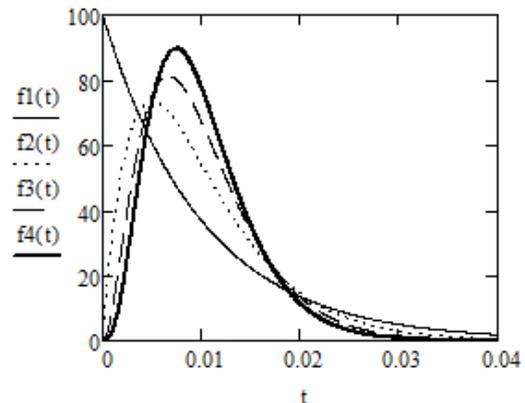


Рисунок 2. Плотность вероятности времени передачи данных по сетевому каналу $f(t)$, $n = \overline{1,4}$

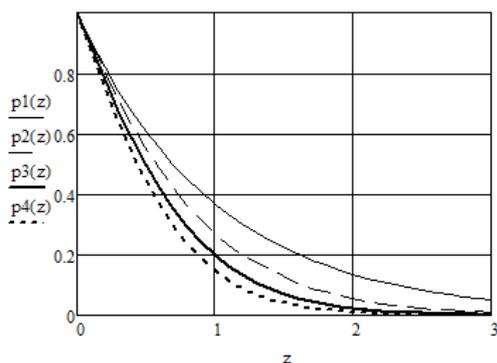


Рисунок 3. Вероятность потери пакета в процессе передачи по сетевому каналу $Pn(z)$, $n=1,4$; $z = \lambda_1 \cdot T_0$

Рисунок 2 наглядно иллюстрирует, что с увеличением порядка n закона Эрланга разброс времени передачи по сетевому каналу относительно математического ожидания $m_t = 0,01$ уменьшается.

Как можно видеть из рисунка 3, с увеличением величины $z = \lambda_1 \cdot T_0$ вероятность потери пакета в процессе передачи по сетевому каналу системы уменьшается. Этот вывод справедлив для всех рассматриваемых законов распределения времени передачи. Увеличение величины z можно добиться различными путями:

- увеличением интенсивности квантования λ_1 , что соответствует уменьшению времени передачи данных по каналу;
- увеличение такта квантования T_0 с одной стороны уменьшает вероятность потери при входе в канал, а с другой и вероятность потери в канале при передаче;
- одновременным увеличением λ_1 и T_0 .

С увеличением числа квантователей n , что соответствует увеличению порядка закона распределения Эрланга, вероятность потери пакета в процессе передачи также снижается. Так при увеличении порядка закона распределения с 1 до 4, вероятность потери пакета уменьшается почти в два раза при $z = 1$.

Надо отметить, что закон распределения, вероятность потери пакета и такт квантования жестко связаны между собой. Поэтому точное

ЛИТЕРАТУРА

1 Битюков В. К., Емельянов А. Е. Обобщенная математическая модель сетевой системы управления с передачей данных по каналу с конкурирующим методом доступа // Вестник ТГТУ. 2012. Т. 18. № 2. С. 319 - 326.

соответствие предлагаемой математической модели и реального сетевого канала, возможно только при численном совпадении всех выше указанных параметров.

Однако если один из параметров можно варьировать в достаточно широких пределах, то возможно нахождение такого режима, при котором данная математическая модель адекватно будет описывать реально функционирующий сетевой канал передачи.

Численный пример.

Предположим, что необходимо провести исследование сетевой системы управления, для которой допустимая область значений такта квантования T_0 представляет собой следующий интервал $[0,005; 0,02]$ с. Допустим далее, что время передачи данных по сетевому каналу можно аппроксимировать законом Эрланга 2-го порядка с параметром:

$$\lambda_1 = 163,6 \text{ 1/с.}$$

Тогда при принятых ранее обозначениях:

$$\lambda = 2 \cdot \lambda_1.$$

Пусть также в реальном канале вероятность потери пакета данных равна $P = 0,1$.

Введем обозначение:

$$z = \lambda_1 \cdot T_0.$$

Тогда формула для вероятности потери пакета данных примет вид:

$$P = e^{-2z} \cdot (1 + z).$$

Численно решая полученное уравнение, имеем:

$$z = 1,636.$$

Откуда

$$T_0 = 0,01 \text{ с.}$$

Таким образом, полученный период дискретизации $T_0 = 0,01$ с для рассматриваемой сетевой системы управления является приемлемым и, следовательно, данный режим функционирования системы может быть исследован с помощью предложенной математической модели сетевого канала передачи.

2 Абрамов Г.В., Емельянов А.Е., Ивлиев М.Н. Математическое моделирование цифровых систем управления с передачей информации по каналу множественного доступа. // Системы управления и информационные технологии. Москва-Воронеж. 2007. № 3 (29). С. 27 – 32.

3 Колмогоров А. Н., Журбенко И. Г., Прохоров А. В. Введение в теорию вероятностей. М.: Наука, 1982. 160 с.

4 Wu H., Lou L., Chen C.-C., Hirche S., Kuhnlenz K. Cloud-Based Networked Visual Servo Control // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2013. V. 60. P. 554–566.

5 Zhang L, Gao H., Kaynak O. Network-Induced Constraints in Networked Control Systems - A Survey // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2013. V. 9. P. 403–416.

REFERENCES

1 Bitjukov V.K., Emelyanov A.E. Generalized mathematical model of the network control system with data transmission over a channel with competing access method. *Vestnik TGTU* [Herald TSTU], 2012. vol. 18, no. 2, pp 319 – 326. (In Russ.).

2 Abramov G.V., Emelyanov A.E., Ivliev M.N. Mathematical modeling of digital control systems to the transmission of information via multiple access. *Sistemy upravleniya i infomatsionnye tekhnologii* [Control systems and information technology], 2007, no. 3 (29), pp. 27 – 32. (In Russ.).

3 Kolmogorov A.N., Zhurbenko I.G., Prokhorov A.V. Vvedenie v teoriyu veroiatnosti [Mathematics. Introduction to probability theory], Moscow, Nauka, 1982. 160 p. (In Russ.).

4 Wu H., Lou L., Chen C.-C., Hirche S., Kuhnlenz K. Cloud-Based Networked Visual Servo Control. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 2013. vol. 60, pp. 554–566.

5 Zhang L, Gao H., Kaynak O. Network-Induced Constraints in Networked Control Systems - A Survey. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2013. vol. 9, pp. 403–416.

УДК 675.03.031.81 : 577.15

Профессор А.В. Скрыпников, аспирант Е.В. Чернышова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационной безопасности.
тел. (473) 255-65-11
E-mail: kaf-inf-bez@mail

Professor A.V. Skrypnikov, graduate E.V. Chernyshova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of Information security.
phone (473) 255-65-11
E-mail: kaf-inf-bez@mail

Исследование задач проектирования комплексного технического обеспечения и обобщенная модель их решения

Research of problems of design of complex technical providing and the generalized model of their decision

Реферат. В данной работе развиваются общие идеи метода В.И. Скурихина с учетом указанных особенностей и более подробно рассматриваются вопросы анализа и синтеза комплекса технических средств, с доведением их до уровня, пригодного для использования в инженерной практике проектирования информационных систем управления. В работе сформирован общий системный подход к решению вопросов выбора технических средств информационной системы управления, разработана общая методика системного анализа и синтеза комплекса технических средств и его подсистем, обеспечивающих достижение экстремального значения критерия эффективности функционирования технического комплекса информационной системы управления. Основное внимание уделено прикладной стороне системных исследований комплексного технического обеспечения, в частности, определению критериев качества функционирования технического комплекса, разработке методов анализа информационной базы информационной системы управления и определения требований к техническим средствам, а также методов структурного синтеза основных подсистем комплексного технического обеспечения. Таким образом, целью является исследование на основе системного подхода комплексного технического обеспечения информационной системы управления и разработка ряда методов анализа и синтеза комплексного технического обеспечения, пригодных для использования в инженерной практике проектирования систем. Известный парадокс разработки информационных систем управления состоит в том, что параметры системы, а следовательно, и требования к комплексному техническому обеспечению, не могут быть строго обоснованными до разработки алгоритмов и программ, и наоборот. Возможным способом преодоления этих трудностей является прогнозирование структуры и параметров комплексного технического обеспечения для конкретных информационных систем управления на ранних стадиях разработки, с последующим уточнением и детализацией их по мере разработки и уточнения других подсистем информационных систем управления, т.е. решение вопросов разработки комплексного технического обеспечения в условиях неполноты данных об информационной базе системы.

Summary. In this work the general ideas of a method of V. I. Skurikhin taking into account the specified features develop and questions of the analysis and synthesis of a complex of technical means, with finishing them to the level suitable for use in engineering practice of design of information management systems are in more detail considered. In work the general system approach to the solution of questions of a choice of technical means of the information management system is created, the general technique of the system analysis and synthesis of a complex of the technical means and its subsystems providing achievement of extreme value of criterion of efficiency of functioning of a technical complex of the information management system is developed. The main attention is paid to the applied party of system researches of complex technical providing, in particular, to definition of criteria of quality of functioning of a technical complex, development of methods of the analysis of information base of the information management system and definition of requirements to technical means, and also methods of structural synthesis of the main subsystems of complex technical providing. Thus, the purpose is research on the basis of system approach of complex technical providing the information management system and development of a number of methods of the analysis and the synthesis of complex technical providing suitable for use in engineering practice of design of systems. The well-known paradox of development of management information consists of that parameters of the system, and consequently, and requirements to the complex hardware, can not be strictly reasonable to development of algorithms and programs, and vice versa. The possible method of overcoming of these difficulties is prognostication of structure and parameters of complex hardware for certain management informations on the early stages of development, with subsequent clarification and working out in detail of them as far as development and clarification of other subsystems of management information, i.e. decision of questions of development of complex hardware in the conditions of incompleteness of data about the info-base of the system.

Ключевые слова: информационная система управления, комплексное техническое обеспечение.

Keywords: management information system, complex technical supply.

К настоящему времени указанная в реферате группа вопросов разработана весьма слабо, имеющиеся результаты обнаруживают четкую тенденцию поисков решения рассматриваемой проблемы в рамках системного подхода, однако применимы, как правило, при условии полной разработки информационной базы системы. Наибольший интерес, по нашему мнению, представляет работа В.И. Скурихина, в которой определяются показатели эффективности системы управления и их связь со структурой систем управления, разработан метод определения оптимальной структуры систем, в основу которого положены идеи последовательного анализа вариантов. Суть метода В.И. Скурихина состоит в том, что из множества вариантов структур выделяется подмножество, содержащее оптимальный и субоптимальный варианты структур по критериям T и C (время и затраты). Однако предложенный метод предусматривает построение структур систем управления в целом, что оправдано для информационных систем управления предприятиями, но практически весьма затруднительно для таких систем, как информационные системы управления крупными организациями. Учитывая сложность комплексного технического обеспечения рассматриваемого класса информационных систем управления, представляется целесообразным определять не сразу всю структуру комплексного технического обеспечения в целом, т.к. при этом возможны значительные субъективные ошибки, а использовать метод отбора вариантов по выбранному критерию для каждой части комплексного технического обеспечения. Для этого необходимо разбить весь комплекс на взаимосвязанные части (подсистемы) и устанавливать перечень возможных вариантов для каждой части комплексного технического обеспечения с обязательным определением существенных связей между подсистемами [4]. Данный способ (с применением декомпозиции комплексного технического обеспечения) предпочтительнее задания вариантов целых структур, т.к. подсистемы более обозримы, количество элементов ограничено и может быть точно определено, возможно привлечение специалистов по данному узкому вопросу и т.д. однако в этом случае необходимо учитывать взаимосвязи между подсистемами КТО, а также их информационную и аппаратную совместимость.

Разработка комплексного технического обеспечения информационных систем управления включает решение следующего перечня основных задач:

1. Построение информационной структуры информационной системы управления, т.е. временного и пространственного распределения информационных потоков, определение взаимосвязей и динамики взаимодействия комплексного технического обеспечения и информационной базы системы управления.

2. Задание требований информационной системы управления к комплексному техническому обеспечению, т.е. определение дисциплинирующих параметров комплексного технического обеспечения – производительности технических средств, требуемых уровней надежности комплекса и достоверности информации.

3. Выделение подсистем комплексного технического обеспечения с учетом полученных требований, определение архитектуры комплексного технического обеспечения.

4. Формулирование критерия качества функционирования комплексного технического обеспечения, интерпретация параметров, влияющих на критерий, применительно к подсистемам комплексного технического обеспечения и построение на этой основе частных критериев качества функционирования подсистем.

5. Выбор оптимального состава и структуры технических средств образующих подсистемы комплексного технического обеспечения, которые обеспечивают экстремальные значения критерия качества и удовлетворяют ограничениям.

6. Выполнение работ по эскизному и техническому проектированию комплекса технических средств информационных системах управления.

Не претендуя на полноту охвата проблем построения и функционирования комплексного технического обеспечения, предложена общая схема решения задач проектирования комплексного технического обеспечения, которая основывается на информационном подходе, т.е. предполагается, что при решении каждой из задач формируется некоторый информационный массив P_j , элементами которого является конечная совокупность численных значений параметров, описывающая результат решения. В такой интерпретации для решения какой-либо задачи комплексного технического обеспечения необходимо:

- задать один или несколько входных массивов, которые содержат исходные данные для решения этой задачи;

- определить выходной массив, который содержит результаты решения задачи;

- указать алгоритмы, с помощью которого приписываются значения элементам выходного массива.

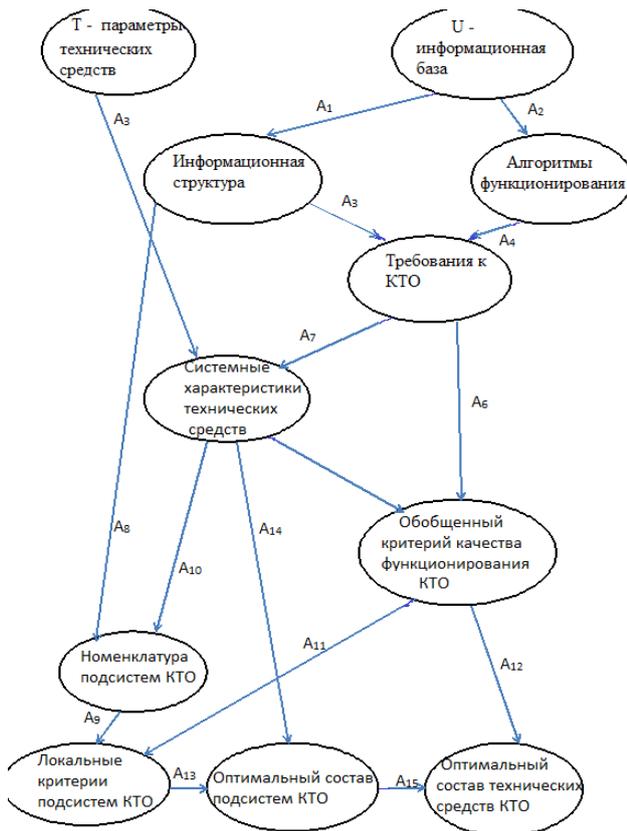


Рисунок 1. Общая схема решения задач комплексного технического обеспечения

Если отождествить информационные массивы с вершинами графа, а алгоритмы с ребрами, то решение отдельной задачи комплексного технического обеспечения может быть описано ориентированным графом (рисунок 2), у которого ребра направлены от вершин, отождествленных с входными массивами, к вершине, отождествленной с выходным массивом. Очевидно, общая схема решения задач комплексного технического обеспечения также описывается ориентированным связным графом (рисунок 1). При этом часть вершин у этого графа является начальными – такие вершины не имеют входящих ребер, а часть вершин являются конечными – эти вершины не содержат исходящих ребер. Начальные вершины отождествляются с информационными массивами, содержащими исходные данные для решения задач комплексного технического обеспечения, конечная вершина Р (она, обычно, одна) отождествляется с массивом, содержащим результаты решения задач комплексного технического обеспечения.

При решении основных задач проектирования КТО в качестве исходных массивов выступает:

- информационная база ИСУ (вершина И₁), содержащая множество элементов $B = \{B_i\}$,

каждый из которых относится к определенной характеристике или группе характеристик информационной базы;

- множество параметров $T = \{T_j\}$ технических средств, которые могут быть использованы в техническом обеспечении информационных систем управления (вершина И₂).

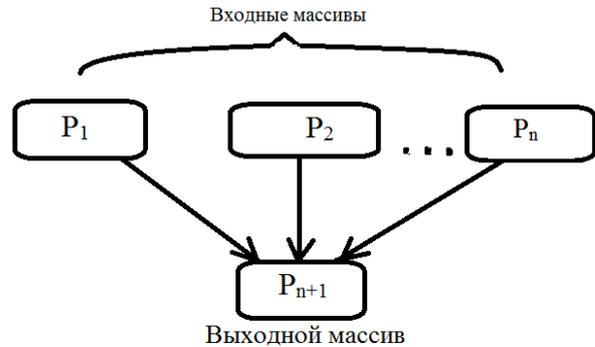


Рисунок 2. Схема решения отдельной задачи комплексного технического обеспечения

Результирующий массив (вершина Р) содержит множество элементов $R = \{R_j\}$, описывающих оптимальный состав и структуру комплексного технического обеспечения информационных систем управления.

На символическом уровне абстракции решение основных задач комплексного технического обеспечения может быть сведено к построению совместного ряда языков – наборов символов или алфавитов, описывающих исходные и результирующий информационные массивы, и правил оперирования этими алфавитами, в результате применения которых устанавливается оптимальное в определенных отношениях взаимно-однозначное соответствие между информационной базой и комплексным техническим обеспечением.

Данная проблема состоит из двух частей. Первая часть относится к заданию информационных массивов и определению на этой основе символов или букв алфавита информационного языка. Эта часть отражает физическую сущность проблемы. Другая часть проблемы связана с заданием правил оперирования с символами и отражает формально-математическую сущность проблемы [4].

Рассмотрение общей схемы решения задач комплексного технического обеспечения на символическом уровне абстракции обладает двумя следующими достоинствами:

- формально-математическая сущность проблемы получила достаточное теоретическое обоснование и развитие в абстрактной теории алгоритмов, в частности, в теории алфавитных операторов;

- любой реальный преобразователь информации L , совокупность которых составляет комплексное техническое обеспечение информационных систем управления, может рассматриваться как устройство, реализующее некоторый алфавитный оператор, который полностью определяет информационную сущность этого устройства.

Учитывая, что алфавитный оператор A , по определению, представляет правило сопоставления словам входного алфавита $a=\{a_i\}$ слов выходного алфавита $b=\{b_j\}$, то есть $b=A(a)$, общую задачу построения КТО можно трактовать как проблему задания оператора Q , такого что:

$$R=Q \text{ (ИУТ)}, \quad (1)$$

где $R, И, T$ – алфавиты, а символ U обозначает объединение алфавитов.

Оператор Q может рассматриваться как результат композиции некоторого множества алфавитных операторов A_1, A_2, \dots, A_i , задающих множество промежуточных алфавитов P_1, P_2, \dots, P_j ; получение каждого алфавита трактуется как решение определенной частной задачи комплексного технического обеспечения.

Рассматривая вершины графа как некоторые алфавиты P_j , а ребра графа как алфавитные операторы A_j ($I, j=1,2,\dots$), проследим схему решения основных задач комплексного технического обеспечения, характеризуя попутно частные задачи комплексного технического обеспечения.

Оператор A_1 преобразует алфавит $И$ информационной базы в алфавит P_1 :

$$P_1=A_1(И), \quad (2)$$

который задает информационную структуру информационной системы управления, т.е. временное и пространственное распределение потоков информации в системе. Оператор A_2 , реализуя преобразование:

$$P_2=A_2(И), \quad (3)$$

задает алфавит P_2 , отображающий обобщенное описание алгоритмов функционирования информационных систем управления – так называемую информационно-логическую модель. Композиция операторов A_3 и A_4 , преобразующих, соответственно, алфавиты P_1 и P_2 , задает в вершине B_1 графа алфавит P_3 , который отображает требования к комплексному техническому обеспечению:

$$P_3=C_1 [A_3(P_1), A_4(P_2)], \quad (4)$$

где C_1 – обозначает композицию операторов, стоящих в квадратных скобках. Здесь композиция операторов представляет собой некоторый алфавитный оператор C_1 , входной алфавит которого P'_3 является объединением алфавитов P'_1 и P'_2 :

$$P'_3 = P'_1 \cup P'_2,$$

$$\text{где } P'_1 = A_3(P_1) \text{ и } P'_2 = A_4(P_2). \quad (5)$$

Аналогично композиция оператора A_5 , преобразующего алфавит T , и оператора A_6 , преобразующего алфавит P_3 , задает в вершине B_4 алфавит P_4 , то есть системные характеристики технических средств, которые в отличие от паспортных, представляют собой параметры, существенные для работы технических средств в информационных системах управления и сопоставимые с требованиями к комплексному техническому обеспечению:

$$P_4 = C_2 [A_5(T), A_6(P_3)]. \quad (6)$$

Подобным образом можно получить выражения для алфавитов P_j других вершин графа, что показано на рис. 1.

С получением алфавита P_5 связана задача выбора обобщенного критерия качества функционирования комплексного технического обеспечения, с получением алфавита P_6 – задача декомпозиции комплексного технического обеспечения на подсистемы и т.д., вплоть до получения в конечной вершине графа алфавита R – оптимальных состава и структуры комплексного технического обеспечения.

Таким образом, в рамках информационного подхода на символическом уровне абстракции удастся проследить весь ход решения основных задач проектирования комплексного технического обеспечения, выделить отдельные частные задачи и указать их взаимосвязь. В этом смысле комплексное техническое обеспечение может рассматриваться (при конкретном задании алфавитов и алфавитных операторов) как обобщенная граф-схема алгоритма решения этих задач.

Общая задача построения комплексного технического обеспечения принципиально представляется алгоритмически разрешимой, так как оператор Q может быть получен с помощью канонических видов композиции конечного числа операторов A_j , ($j=1, 2, \dots, n$), а именно: суперпозиции, объединения, разветвления и повторения (итерации) алфавитных операторов.

Наибольшие трудности в решении общей и частных задач комплексного технического обеспечения связаны с физической сущностью этих задач, т.е. с идентификацией элементов информационных массивов. Поэтому вопросы, связанные с идентификацией параметров комплексного технического обеспечения, занимают в настоящей работе одно из центральных мест.

Символический уровень абстракции, выбранный для описания общей схемы решения задач комплексного технического обеспечения, хорошо согласуется с принципами моделиро-

вания комплексного технического обеспечения информационной системы управления на цифровых вычислительных машинах. Поэтому обобщенная граф-схема алгоритма решения задач комплексного технического обеспечения вполне может быть использована в качестве алгоритма автоматического проектирования комплексного технического обеспечения [3]. Однако, несмотря на актуальность автоматизации проектирования комплексного технического обеспечения, постановка такой задачи была бы преждевременной из-за не разработанности большинства алгоритмов решения частных задач комплексного технического обеспечения.

В методическом плане комплекс задач проектирования комплексного технического обеспечения информационных систем управления может быть подразделен на три класса:

Задачи анализа, связанные с выработкой требований информационных систем управления

к комплексному техническому обеспечению на основе анализа информационной базы системы, декомпозицией комплексного технического обеспечения на подсистемы и определением дисциплинирующих параметров для подсистем комплексного технического обеспечения [2].

Задачи, которые можно отнести к «общему» синтезу комплексного технического обеспечения, связаны с формулированием обобщенного критерия качества функционирования комплексного технического обеспечения и частных критериев качества функционирования подсистем, определением целевой функции и существенных ограничений, обеспечением функциональной полноты комплекса технических средств.

Задачи структурного синтеза связаны с выбором оптимального варианта структуры и состава комплексного технического обеспечения и его подсистем.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сербулов Ю.С., Степанов Л.В., Чернышова Е.В. Формализация процесса формирования рынка. Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 7. № 5. С. 109-113.

2 Скрыпников А.В., Чернышова Е.В., Заец О.В. Оценка эффективности системы защиты информации автоматизированной системы проектирования сложных многокомпонентных продуктов. Материалы 5-й научно-практической конференции «Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики». Тольятти, 2015. С. 31-38.

3 Дубровин А. С. Модели и методы комплексного обеспечения надежности информационных процессов в системах критического применения: автореф. дисс. ... док. тех. наук : 05.13.17 : защищена 21.09.11 : утв. 09.02.12. Воронеж, 2011. 32 с.

4 Ланкин О.В. Концепция интеллектуальной защиты информации от НСД в системах электронного документооборота // Вестник ВГУ. Сер. Радиоэлектроника и системы связи. 2011. № 5. Т. 7. С. 65–68.

5 Российский статистический ежегодник. 2014. М.: Росстат, 2014. 717 с.

REFERENCES

1 Serbulov Yu.S., Stepanov L.V., Chernyshova E.V. Formalization of process of forming of market. *Vestnik VGTU*. [Bulletin of Voronezh state technical university], 2010, vol. 7, no. 5. pp. 109-113. (In Russ.).

2 Skrypnikov A.V., Chernyshova E.V., Zaets O.V. Estimation of efficiency of the system of defence of information of CAS of planning of difficult multicomponent products. Materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii "Mezhdistsiplinarnye issledovaniya v oblasti matematicheskogo modelirovaniya i informatiki" [Materials of 5th research and practice conference "Interdisciplinary researches in area of mathematical design and informatics"]. Tolyatti, 2015. pp. 31-38. (In Russ.).

3 Dubrovin A.S. Model ii metody kompleksnogo obespecheniya ndezhnosti informatsionnykh protsessov v sistemakh kriticheskogo primeneniya [Models and methods of reliability of complex information processes in systems of critical application. Abstr. doc. tech. sci. diss]. Voronezh, 2011. 32 p. (In Russ.).

4 Lankin O. V. The concept of intellectual protection of information against unauthorized access to electronic document management systems *Vestnik VGTU*. [Bulletin of Voronezh state technical university. Ser. Electronics and communication systems], 2011, vol. 7, no. 5, pp. 65-68. (In Russ.).

5 Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik [Russian Statistical Yearbook]. Moscow, Rosstat, 2014. 717 p. (In Russ.).

УДК 51.74

Профессор В.К. Битюков, профессор С.Г. Тихомиров,
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных и управляющих систем.
тел. (473) 255-38-75

доцент Д.В. Арапов,
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.)
кафедра информационных технологий, моделирования и управления. тел. (473) 255-25-50
E-mail: SavvinSS@yandex.ru

аспирант С.С. Саввин
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных и управляющих систем.
тел. (473) 255-38-75

Professor V.K. Bitjukov, professor S.G. Tikhomirov,
(Voronezh state university of engineering technologies)
Department of information and control systems department. phone (473) 255-38-75
associate professor D.V. Arapov,
(Voronezh state university of engineering technologies)
Department of information technologies, modeling and control department, phone (473) 255-25-50
E-mail: SavvinSS@yandex.ru
graduate S.S. Savvin
(Voronezh state university of engineering technologies)
Department of information and control systems department. phone (473) 255-38-75

Моделирование процесса пиролиза прямогонного бензина с использованием генетического алгоритма

Modeling of naphtha pyrolysis with using genetic algorithm

Реферат. При эксплуатации промышленных печей пиролиза основной задачей является выбор оптимального режима термического разложения исходного сырья в зависимости от выхода целевых продуктов в условиях технологических ограничений на процесс. Для решения данной проблемы для действующего реактора, в качестве которого в работе рассматривается крупнотоннажная печь SRT-VI, разработана математическая модель процесса пиролиза, использующая кинетическую схему, состоящую из первичной реакции разложения сырья и вторичных элементарных реакций взаимодействия рассматриваемых компонентов смеси, уравнения теплового баланса и гидродинамики потока в змеевике. Сырьем для установки выбранного типа служит прямогонный бензин. Выходными параметрами модели являются мольные расходы товарных углеводородов. Реактор описывается уравнением идеального вытеснения в статическом режиме функционирования. Принято, что все реакции имеют Аррениусовскую зависимость от температуры. Энергии активации химических процессов оценивались с помощью уравнения Поляни-Семёнова, а идентификация предэкспоненциальных множителей проводилась с помощью генетического алгоритма (ГА). Данная задача требует одновременного решения системы дифференциальных уравнений, описывающих процесс пиролиза и поиска большого количества неизвестных параметров, в связи с чем предложено модифицировать ГА. Оптимальная схема включает операторы кодировки по Грейю, турнирной селекции, с рангом турнира больше 4, кроссовера с частичным случайным выбором аллелей, мутации с высокой вероятностью ее свершения и элитизма с конкурентным глобальным состязанием. С использованием предложенного подхода осуществляется параметрическая идентификация модели процесса. Анализ результатов моделирования с данными действующего реактора показал его пригодность для использования в целях управления процессом пиролиза.

Summary. In operation of industrial pyrolysis furnaces, the main task is the selection of the optimal mode of thermal decomposition of the feedstock, depending on the yield of the desired products under conditions of technological limitations on the process. To solve this problem for an operating reactor, this paper considers the SRT-VI Large-Capacity industrial Furnace, the mathematical model of the pyrolysis process was constructed, using a kinetic scheme which consists of primary reaction of decomposition of raw materials and secondary elementary reactions of interaction of the considered mixture components, the heat balance equation and hydrodynamics of flow in the coil. The raw material for the selected installation type is naphtha (straight-run petrol). Output parameters of the model are the molar costs of marketable hydrocarbons. The reactor is described by the equation of ideal displacement in the static mode of operation. It is assumed that all reactions have a temperature dependence that follows the Arrhenius law. The activation energies of chemical processes were estimated using the Polanyi-Semenov equation and identification of pre-exponential factors was carried out using a genetic algorithm (GA). This task requires solving simultaneous system of differential equations describing the pyrolysis process and a search for a large number of unknown parameters, and therefore it is proposed to modify the GA. Optimal scheme includes Gray encoding arithmetic operators, tournament selection, with tournament ranking more than 4, crossover with partial random choice of alleys, mutations with a high probability of occurring and elitism with competitive global competition. Using the proposed approach, the parametric identification of model process is accomplished. The analysis of the simulation results with the data of operating reactor showed its suitability for use in order to control the pyrolysis process.

Ключевые слова: математическая модель, пиролиз, генетический алгоритм, тепловой баланс.

Keywords: mathematical model, genetic algorithm, pyrolysis, heat balance.

Пиролиз углеводородного сырья - важный источник для производства олефинов и ароматических соединений, являющихся основой нефтехимической промышленности. Задачи оптимизации процесса высокотемпературного пиролиза углеводородов, представленные в работе, направлены на достижение максимального выхода целевых продуктов пиролиза и связаны с определением оптимальной совокупности режимных параметров печи.

Разработанная математическая модель узла пиролиза учитывает взаимосвязь протекающих в реакторе физических процессов – гидродинамических, тепловых, массопередачи, с уравнениями химической кинетики. Принимается, что в качестве сырья для пиролизного реактора используется прямогонный бензин, все компоненты, участвующие в реакциях, находятся в газовой фазе, а змеевик пиролизной печи является реактором идеального вытеснения, в связи с высокой турбулентностью потока реагентов.

Для описания химизма процесса предложена кинетическая схема, состоящая из первичной реакции разложения углеводородного сырья, рассмотренной в [1], и вторичных элементарных химических реакций:

1. $Naphtha = 0.5H_2 + 0.76CH_4 + 1.16C_2H_4 + 0.13C_2H_6 + 0.38C_3H_6 + 0.09C_3H_8 + 0.008C_4H_{10} + 0.245C_4H_8 + 0.113C_4H_6 + 0.08C^+$
2. $C_2H_4 \leftrightarrow C_2H_2 + H_2$
3. $C_2H_6 \leftrightarrow C_2H_4 + H_2$
4. $C_3H_8 \leftrightarrow C_3H_6 + H_2$
5. $C_4H_{10} \leftrightarrow C_4H_8 + H_2$
6. $C_4H_{10} \leftrightarrow C_4H_6 + H_2$
7. $C_4H_{10} \rightarrow 2C_2H_4 + H_2$
8. $C_3H_6 \leftrightarrow C_2H_2 + CH_4$
9. $2C_2H_6 \rightarrow C_3H_8 + CH_4$
10. $C_3H_8 \rightarrow C_2H_4 + CH_4$
11. $C_4H_8 \rightarrow C_2H_4 + C_2H_4$
12. $C_4H_{10} \rightarrow C_3H_6 + CH_4$
13. $C_4H_{10} \rightarrow C_2H_4 + C_2H_6$
14. $2C_3H_6 \rightarrow 3C_2H_4$
15. $C_3H_6 + H_2 \leftrightarrow C_2H_4 + CH_4$
16. $C_4H_8 + H_2 \leftrightarrow C_3H_6 + CH_4$
17. $C_2H_2 + C_2H_4 \rightarrow C_4H_6$
18. $C_2H_6 + C_2H_4 \leftrightarrow C_3H_6 + CH_4$
19. $C_3H_8 + C_2H_4 \rightarrow C_3H_6 + C_2H_6$
20. $C_3H_6 + C_2H_6 \leftrightarrow C_4H_8 + CH_4$
21. $C_2H_4 + C_4H_6 \rightarrow B + 2H_2$
22. $C_3H_6 + C_4H_6 \rightarrow T + 2H_2$
23. $C_4H_8 + C_4H_6 \rightarrow EB + 2H_2$
24. $C_4H_6 + C_4H_6 \rightarrow ST + 2H_2$
25. $T + H_2 \rightarrow B + CH_4$
26. $EB + H_2 \rightarrow T + CH_4$
27. $C_4H_8 + CH_4 \rightarrow C_2H_4 + C_3H_8$
28. $C_4H_6 + CH_4 \rightarrow C_3H_6 + C_2H_4$
29. $CH_4 + CH_4 \rightarrow C_2H_4 + 2H_2$

где В – бензол, Т – толуол, EB – этилбензол, ST – стирол, C^+ – углеводороды в составе которых больше 4 атомов углерода.

Система включает в себя 29 прямых элементарных молекулярных реакций и 10 обратных, протекающих между 15 продуктами. В работе принято, что константы скоростей химических реакций имеют Аррениусовскую зависимость от температуры:

$$K(T)_i = U_i \cdot \exp \frac{E_i(T)}{R \cdot T(L)}, \quad (1)$$

где $i = 1..39$, $K(T)_i$ – константа скорости i -ой реакции схемы (c^{-1} , $m^3/(mоль \cdot c)$), U_i – предэкспоненциальный множитель i -ой реакции схемы (c^{-1} , $m^3/(mоль \cdot c)$), R – газовая постоянная (Дж/(моль*К), E_i – энергия активации i -ой реакции схемы (Дж/моль), L – текущая точка по длине змеевика, T – температура пирогаза (К).

С целью уменьшения размерности задачи в работе проводится оценка энергий активации по правилу Поляни-Семёнова [2], описывающему соотношения между энтальпией элементарной реакции и энергией активации:

Для экзотермических реакций:

$$E_i(T) = A - 0.25 \cdot H_i(T),$$

Для эндотермических реакций:

$$E_i(T) = A + 0.75 \cdot H_i(T),$$

где H_i – изменение энтальпии i -ой элементарной химической реакции (Дж/моль), $A = 48$ (кДж/моль) для реакций отрыва атома и замещения, $A = 42$ (Дж/моль) для реакций присоединения.

Для расчета тепловых эффектов реакций применяется уравнение Кирхгофа:

$$H_i(T) = \Delta H_i(T_H) + \int_{T_H}^{T_K} \Delta C p_{инд_i}(T) dT,$$

где $C p_{инд_i}$ – индивидуальные теплоемкости компонентов, входящих в i -ую реакцию (Дж/(моль*К)), знак Δ обозначает разность между продуктами и реагентами i -ой реакции с учетом стехиометрических коэффициентов, T_K – температура смеси в текущей точке разбиения змеевика (К), T_H – температура смеси в предшествующей точке (К).

$$C p_{инд_k}(T) = A_k + B_k T(L) + C_k T^2(L) + D_k T^3(L),$$

где A_k, B_k, C_k, D_k – константы в уравнении идеально-газовой теплоемкости для k -ого компонента схемы.

На основе кинетической схемы составлен материальный баланс, описываемый системой обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\frac{dF_k}{dL} = \left[\sum_j (s_{i,k} \cdot K(T)_i) \cdot \frac{P(L)}{R \cdot T(L)} \right] \frac{\pi d_{вн}^2}{4}$$

где $k = 1..15$; $i = 1..39$, F_k - мольный расход компонентов пирогаза (моль/с), $s_{i,k}$ - стехиометрический коэффициент молекулярной реакции, P - давление в текущей точке змеевика (Па), $d_{вн}$ - внутренний диаметр змеевика (м).

В систему входят 39 неизвестных параметра - по числу предэкспоненциальных множителей в уравнении Аррениуса (1).

Тепловой баланс процесса описывается дифференциальным уравнением следующего вида:

$$\frac{dT}{dL} = \frac{\varphi \cdot \alpha(T) \cdot \pi \cdot d}{(G + G_p) \cdot Cp(T)} (T_{ст}(T) - T(L)) - \frac{G}{(G + G_p) \cdot Cp(T)} \cdot \sum_{k=1}^{15} (H_k(T) \cdot x_{vl}(L)_k), \quad (2)$$

где φ - коэффициент неравномерности обогрева, $\alpha(T)$ - коэффициент теплоотдачи от стенки змеевика к движущемуся потоку (Дж/(с*К*м²)), d - наружный диаметр змеевика (м), $Cp(T)$ - теплоемкость реакционной смеси (Дж/(кг*К)), G и G_p - расход сырья и пара соответственно (кг/с), x_{vl} - мольные доли влажных компонентов пирогаза, $T_{ст}(T)$ - температура стенки змеевика (К).

$$x_{vl}(L)_k = \frac{m_0 \cdot G \cdot md(L)_k}{G_p \cdot md(L)_k + m_0 \cdot G}$$

где m_0 и m_k - молекулярные массы воды и k -ого компонента соответственно, md - мольные доли компонентов пирогазовой смеси.

$$md(L)_k = \frac{F(L)_k}{\sum_{k=1}^{15} F(L)_k}$$

Для расчета уравнения (2) оценка термодинамических параметров осуществлена с использованием следующих зависимостей:

$$\alpha(T) = \frac{1}{\frac{d_{вн}}{Nu(T) \cdot \lambda(T)} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_k}{\lambda_k}}$$

где $Nu(T)$ - критерий Нуссельта, λ - теплопроводность пирогазовой смеси (Дж/(м*с*К)), $\delta_{ст}$ - толщина стенки (м), δ_k - толщина отложений кокса (м), $\lambda_{ст}$ - теплопроводность материала трубы (Дж/(м*с*К)), λ_k - теплопроводность кокса (Дж/(м*с*К)).

$$Nu(T) = 0.0214 \cdot Re(T)^{0.8} \cdot Pr(T)^{0.4},$$

где $Re(T)$ - критерий Рейнольдса, $Pr(T)$ - критерий Прандтля.

$$Re(T) = \frac{v(T) \cdot d_{вн} \cdot \rho}{\mu(T) \cdot g},$$

где $v(T)$ - скорость потока пирогаза (м/с), ρ - плотность пирогаза (кг/м³), $\mu(T)$ - динамическая вязкость пирогазовой смеси (кг*с/м²), g - ускорение свободного падения (м/с²).

$$Pr(T) = \frac{g \cdot \mu(T) \cdot Cp(T)}{\lambda(T)},$$

Скорость потока пирогаза рассчитывается по формуле [3]:

$$v(T) = \frac{V_a P_0 T(L) (m_0 G + G_p \sum_{k=1}^{15} m_k md(L)_k)}{S T_0 P(L) m_0 \sum_{k=1}^{15} m_k md(L)_k},$$

где V_a - молярный объем газов при нормальных условиях (л/моль), P_0 и T_0 - нормальные условия (Па и К соответственно), S - площадь сечения трубы (м²).

Теплоемкость пирогазовой смеси описывается зависимостью:

$$Cp(T) = \frac{1}{G_p \sum_{k=1}^{15} m_k md(L)_k + m_0 G} \cdot \left(\frac{G_p}{m_0} \sum_{k=1}^{15} m_k md(L)_k (Cp_{инд_0}(T)) + \left(+ m_0 G \left(\sum_{k=1}^{15} \frac{md(L)_k}{m_k} \cdot (Cp_{инд_k}(T)) \right) \right) \right),$$

где $Cp_{инд_0}$ - индивидуальная теплоемкость водяного пара (Дж/(моль*К)).

$$Cp_{инд_k}(T) = A_0 + B_0 T(L) + C_0 T^2(L) + D_0 T^3(L),$$

где A_0, B_0, C_0, D_0 - константы в уравнении идеально-газовой теплоемкости для водяного пара.

Вязкость индивидуального компонента пирогазовой смеси рассчитывается по уравнению Чэмпена-Энскога с использованием потенциала Леннарда-Джонса [4]:

$$\mu_{инд_k}(T) = 26.69 \cdot \frac{\sqrt{m_k \cdot T(L)}}{\sigma^2_k \cdot \Omega_k}, \quad (3)$$

где σ - радиус твердой сферы (м), Ω - интеграл столкновений.

$$\sigma = \frac{2,3551 - 0,0874 \cdot \omega}{\left(\frac{P_c}{T_c}\right)^{1/3}},$$

где P_c, T_c - критические давление и температура (Па, К), ω - фактор ацентричности.

$$\Omega = \frac{1.16145}{T_{pot}^{0.14874}} + \frac{0.52487}{e^{0.7732 \cdot T_{pot}}} + \frac{2.16178}{e^{2.43787 \cdot T_{pot}}}, \quad (4)$$

где T_{pot} - потенциальная температура.

$$T_{pot} = \frac{T(L)}{\varepsilon},$$

где ε – параметр потенциала Леннарда-Джонса

$$\varepsilon = (0,7915 + 0,1693 \cdot \omega) \cdot T_c,$$

Для расчёта вязкости полярной молекулы воды (3) интеграл столкновений (4) пересчитывается по уравнению Брокау:

$$\Omega_{H_2O} = \Omega + \frac{0,2 \cdot \delta^2}{T_{pot_{H_2O}}},$$

где δ – параметр полярности молекулы.

Теплопроводность индивидуального компонента пирогазовой смеси рассчитывается по методу Мисика и Тодоса:

$$\lambda_{инд_k}(T) = 4,45 \cdot 10^{-6} \cdot T_{r_k} \cdot \frac{C_{p_{инд_k}} \cdot P_c^{2/3}}{T_c^{1/6} \cdot m^{1/2_k}}, \quad (5)$$

где T_r – приведенная температура.

$$T_{r_k} = \frac{T(L)}{T_{c_k}},$$

Зависимость (5) справедлива для метана, нафтенов и ароматических углеводородов, во всех остальных случаях применяется выражение:

$$\lambda_{инд_k} = 10^{-6} \cdot (14,52 \cdot T_{r_k} - 5,14)^{2/3} \cdot \frac{C_{p_{инд_k}} \cdot P_c^{2/3}}{T_c^{1/6} \cdot m^{1/2_k}},$$

Вязкость всей смеси с учетом пара определяется по уравнению Васильевой [4]:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^{16} y_i \cdot \mu_{инд_i}}{\sum_{j=1}^{16} y_j \cdot A_{i,j}},$$

где y – мольные доли компонентов смеси и пара, $A_{i,j}$ – параметр уравнения Вильке:

$$A_{i,j} = \frac{(1 + (\frac{\mu_{инд_i}}{\mu_{инд_j}})^{1/2} \cdot (\frac{m_j}{m_i})^{1/4})^{1/2}}{(8 \cdot (1 + \frac{m_i}{m_j})^{1/2})},$$

Для определения теплопроводности смеси пирогаза с учетом пара проводятся аналогичные вычисления.

Для вычисления температура стенки в зависимости (2) используется уравнение:

$$T_{ст}(T)^4 + \frac{\alpha}{\zeta_{ст} \cdot \vartheta} \cdot T_{ст}(T) - T_T^4 - \frac{\alpha}{\zeta_{ст} \cdot \vartheta} \cdot T(L) = 0,$$

где $\zeta_{ст}$ – параметр, учитывающий зачерненность поверхности трубы, ϑ – коэффициент, учитывающий интенсивность теплообмена между источником нагрева и участком трубы,

T_T – температура в топке печи (К).

$$\vartheta = \frac{a^2}{\sum_{z=1}^6 F_{горелки_z}} \cdot \sum_{z=1}^6 \frac{F_{горелки_z}}{a^2 + (\frac{L}{l_{зм}} - \frac{z}{6})^2},$$

где $F_{горелки}$ – расход топлива в горелках (кг/с), $l_{зм}$ – длина змеевика (м), a – настроечный параметр.

Дифференциальное уравнение описывающее изменение давления по длине змеевика имеет вид:

$$\frac{dP}{dL} = - \frac{P_{станд}}{d_{вн}^4 \cdot T_{станд}} \left(\frac{\theta(T)}{d_{вн}} - \frac{\varrho}{l_{зм}} \right) \cdot \frac{(G + G_{пар})^2 T(L)}{M_{смеси}(L) \cdot P(L)},$$

где $P_{станд}$ и $T_{станд}$ – нормальные давление и температура соответственно (Па, К), $\theta(T)$ – коэффициент гидравлического трения потока о стенки змеевика, ϱ – коэффициент местного сопротивления калача змеевика, $M_{смеси}$ – средняя мольная масса смеси.

$$\theta(T) = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta_{ст}}{d_{вн}} + \frac{68}{Re(T)} \right)^{0,25},$$

Дифференциальные уравнения кинетики, записанные с учетом теплового баланса и гидродинамики в совокупности, представляют полное математическое описание процесса пиролиза в змеевике печи.

Оценку предэкспоненциальных множителей U из уравнения (1) предложено проводить с помощью поискового алгоритма, так как данная задача имеет множество локальных экстремумов. На данный момент одним из предпочтительных способов многоцелевой оптимизации являются генетические алгоритмы, основанные на механизмах, аналогичных естественному отбору в природе. Поиск оптимального решения опирается на гипотезу селекции.

Генетический алгоритм [5], оперирует не искомыми переменными, а закодированными отображениями – хромосомами. В качестве функции цели используется модульный критерий отклонения расчетных значений от экспериментальных:

$$\left(\sum_{k=1}^{15} \left| \frac{x_k - x_{exp_k}}{x_{exp_k}} \right| \cdot 100 \right) \rightarrow \min$$

Для корректной работы алгоритма с большим числом неизвестных параметров предложено его модифицировать. В работе применяется кодировка по Грею, что гарантирует соответствие соседних порядков хромосом с ближайшими декодируемыми точками пространства. Используется турнирная селекция, при которой все особи текущей популяции случайным

образом разбиваются на подгруппы с последующим выбором в каждой из них особи с наилучшей приспособленностью, при этом повышение ранга турнира приводит к уменьшению числа итераций всего алгоритма, но снижению скорости вычислений. Применяется кроссовер с частичным случайным выбором аллелей. Данная схема, основанная на следующем правиле: совпадающие аллели родительских хромосом, сохраняются у потомков, а не совпадающие выбираются случайным образом. Этот прием позволяет увеличить поисковую способность генетического алгоритма. Задается высокая вероятность мутации хромосом, что обеспечивает широкие возможности перебора решений. Новая популяция создается на основе принципа элитизма. В данной работе выбрана его разновидность – конкурентный подход с глобальным состязанием, при которой все родительские особи "состязаются" со всеми потомками и победители, чья приспособленность выше, независимо от возраста, переходят в следующее поколение.

В качестве экспериментальных данных используются результаты промышленной эксплуатации пиролизной печи SRT-VI. Идентификация модели проводилась по выборке из 14 наборов выходов процесса пиролиза, полученных при различных технологических режимах. Часть из них представлена в таблице 1.

Т а б л и ц а 1
Данные промышленной эксплуатации печи SRT-VI

Продукт (% мас.)	№ эксперимента				
	1	2	3	4	5
H ₂	1.28	1.39	1.41	1.37	1.45
CH ₄	13.65	13.44	13.07	14.14	14.62
C ₂ H ₄	29.4	28.97	27.44	29.55	30.46
C ₂ H ₆	4.87	4.87	4.95	5.01	4.82
C ₃ H ₆	18.2	18.42	20.14	17.68	17.37
C ₃ H ₈	0.47	0.58	0.59	0.59	0.48
C ₄ H ₁₀	0.23	0.23	0.24	0.2	0.19
C ₄ H ₈	4.43	4.4	5.3	3.96	3.81
C ₄ H ₆	7	7.53	78.01	7.26	6.75
C ₂ H ₂	0.58	0.58	0.71	0.49	0.48
B	13.3	12.75	12.01	13.83	13.57
T	3.73	3.71	3.42	3.33	3.47
EB	1.4	1.51	1.41	1.2	1.25
S	1.52	1.62	1.3	1.4	1.54
T (K)	1113	1108	1098	1118	1118
P S	0.6	0.6	0.6	0.55	0.6
F S	1540	1540	1540	1540	1540

где P_S – отношение пар/сырье, T – температура на выходе из змеевика (K), F_S – расход прямогонного бензина (кг/ч).

Разработанная математическая модель процесса пиролиза позволяет получить профили концентраций продуктов пиролиза по длине змеевика (рисунок 1).

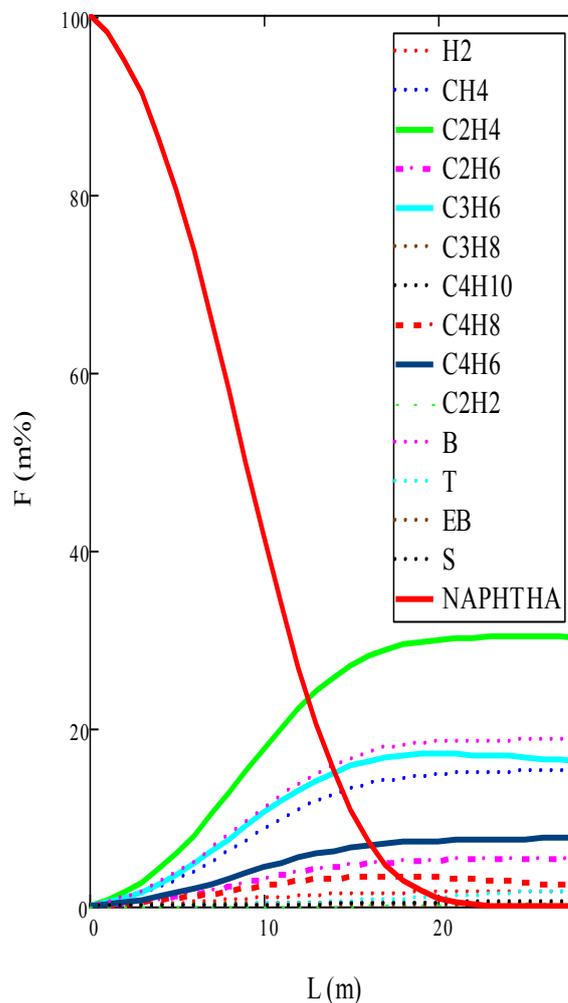


Рисунок 1. Профиль концентраций продуктов пиролиза по длине змеевика.

Профиль изменения температуры пирогазовой смеси по длине реактора представлен на рисунке 2.

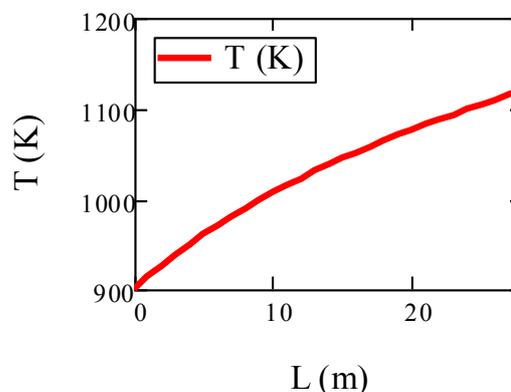


Рисунок 2. Профиль изменения температуры пирогаза.

Профиль изменения давления реакционной смеси по длине змеевика отображен на рисунке 3.

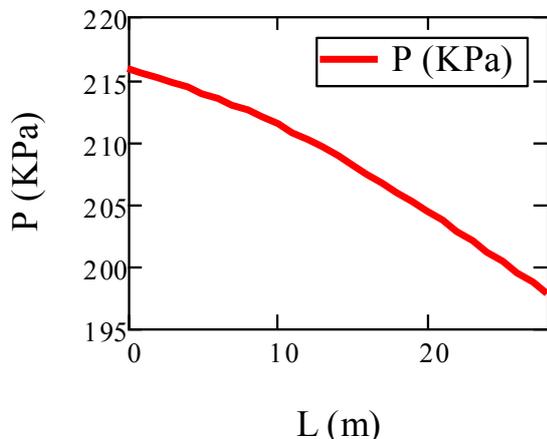


Рисунок 3. Профиль изменения давления пирогаза.

Среднее расхождение полученных значений от экспериментальных данных не превышает 10 %, что соизмеримо с погрешностью хроматографии. В таблице 2 приведен анализ погрешностей целевых продуктов процесса:

ЛИТЕРАТУРА

1 Haghghi S.S., Rahimpour M.R., Raeissi S. et al. Investigation of ethylene production in naphtha thermal cracking plant in presence of steam and carbondioxide // *Chemical Engineering Journal*. 2013. V. 228. P. 1158–1167.

2 Долганова И.О., Долганов И.М., Ивашкина Е.Н. и др. Развитие подхода к моделированию процесса получения этилбензола // *Вестник науки Сибири*. 2012. Т. 2. №1. С.35-44.

3 Битюков В.К., Арапов Д.В., Саввин С.С. Кинетическая модель пиролиза бензина в крупнотоннажной печи // *Сборник трудов ММТТ-27*. 2014. Т.8. С. 182-185.

4 Разносчиков В.В., Демская И.А. Математическая модель расчета теплофизических свойств синтетического жидкого топлива [Электронный ресурс] // *Электронный журнал «Труды МАИ»*. 2012. № 50. Режим доступа: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php> (04 мая 2015 г.)

5 Keyvanloo K., Sedighi M., Towfighi. J. Genetic algorithm model development for prediction of main products in thermal cracking of naphtha: Comparison with kinetic modeling // *Chemical Engineering Journal*. 2012. V. 209. P. 255-262.

Т а б л и ц а 2

Сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными по целевым продуктам пиролиза

Продукт	Экспериментальные данные (% масс)	Расчетные данные (% масс.)	Погрешность
T=1118 (K), P S=0.6			
C ₂ H ₄	25.629	26.14	2.03
C ₃ H ₆	15.337	14.13	7.84
C ₄ H ₆	6.301	6.64	5.51
T=1103 (K), P S=0.55			
C ₂ H ₄	24.9	26.31	5.66
C ₃ H ₆	16.2	15.67	3.27
C ₄ H ₆	6.1	6.53	7.04

В работе проведено моделирование процесса пиролиза прямогонного бензина с учетом теплового баланса и гидродинамики. Реализована идентификация модели с помощью модифицированного генетического алгоритма на основе данных с действующего производства. Анализ результатов моделирования показал ее пригодность для дальнейшего использования в целях управления технологическим процессом и научных исследованиях.

REFERENCES

1 Haghghi S. S., Rahimpour M. R., Raeissi S. et al. Investigation of ethylene production in naphtha thermal cracking plant in presence of steam and carbondioxide. *Chemical Engineering Journal*, 2013, vol. 228, pp. 1158–1167.

2 Dolganova I.O., Dolganov I.M., Ivashkina E.N. et al. The development approaches to modeling of production ethylbenzene. *Vestnik nauki Sibiri. [Siberian Journal of Science]*, 2012, vol. 2, no. 1, pp. 35-44. (In Russ.).

3 Bityukov V.K., Arapov D.V., Savvin S.S. Kinetic model of naphtha pyrolysis in large-capacity furnaces. *Sbornik trudov ММТТ-27 [Proceedings of ММТТ-27]*. 2014, vol. 8, pp. 182-185. (In Russ.).

4 Raznoschikov V.V., Demskaya I.A. Mathematical model for calculating the thermal properties of synthetic liquid fuels. *Trudy MAI. [Proceedings of MAI]*, 2012, no. 50. Available at: <http://www.mai.ru/science/trudy/> (Accessed 04 May 2015). (In Russ.).

5 Keyvanloo K., Sedighi M., Towfighi. J. Genetic algorithm model development for prediction of main products in thermal cracking of naphtha: Comparison with kinetic modeling. *Chemical Engineering Journal*, 2012, vol. 209, pp. 255-262.

УДК 681.322

Доцент А.Е. Емельянов

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных и управляющих систем.

тел.: (473) 255-38-75

E-mail: emalexeg @ yandex.ru

Associate professor A.E. Emelyanov

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of Information and Control Systems. phone (473) 255-38-75

E-mail: emalexeg @ yandex.ru

Программный комплекс для решения задач анализа и синтеза сетевых систем управления

Software package for solving the problems of analysis and synthesis of networked control systems

Реферат. Современные системы управления осуществляют обмен пакетами данных через сетевые каналы связи. Такие системы получили название сетевых систем управления. Одним из перспективных направлений развития сетевых систем управления является использование общих компьютерных сетей в контуре управления для информационного обмена между элементами системы. Такое построение систем управления приводит к новым проблемам. Так при проектировании и исследовании таких систем требуется объединить методы различных научных областей. В первую очередь, это области теории управления и теории связи. Однако не всегда разработчик в полной мере обладает знаниями из данных областей в одинаковой мере. Для решения инженерных задач, с целью обеспечения требуемого качества процесса функционирования, разработаны методики анализа и синтеза сетевых систем управления с передачей данных по каналу с конкурирующим методом доступа. Данные методики позволяют производить расчет вероятностно-временных характеристик процесса стохастической передачи данных по каналу с конкурирующим методом доступа, строить переходные процессы рассматриваемых систем управления, рассчитывать их качественные показатели, определять условия устойчивости сетевых систем управления и проводить оптимизацию настроечных параметров цифровых регуляторов по соответствующему критерию. Эти методики являются основой разработки программного комплекса. Предлагаемый программный комплекс позволяет проводить анализ и синтез сети, через которую осуществляется информационный обмен данными. А также осуществлять исследование сетевой системы для различных законов регулирования. Структура комплекса построена на принципах модульности, иерархичности и вложенности модулей друг в друга. Простота интерфейса позволяет использовать данное программное обеспечение пользователем, не имеющего специальной подготовки.

Summary. Modern control systems shall exchange data packets through the network channels. Such systems are called network management systems. One of the promising directions of development of network management systems is the use of common computer networks in the control loop for the exchange of information between elements of the system. Such a construction of control systems leads to new problems. So in the design and study of such systems need to combine different methods of scientific fields. First of all, it is the field of control theory and communication theory. However, not all the developer has full knowledge of these areas to the same extent. To solve engineering problems, in order to ensure the required quality of operation, developed methods of analysis and synthesis of networked control systems with data transmission over a channel with competing access methods. These techniques allow the calculation of probability-time characteristics of a stochastic process data channel with competing access methods to build transients considered control systems to calculate their qualitative characteristics, to determine the conditions of stability of network systems management and tuning parameters to optimize the digital controllers for the respective criterion. These techniques are the basis for the development of software. The proposed software system allows for the analysis and synthesis of the network through which the information data exchange. As well as to study the network system for a variety of laws regulation. Complex structure based on the principles of modularity, hierarchy and nesting modules to each other. Easy to use interface allows the software user numb special training.

Ключевые слова: сетевая система управления, модульность, программный комплекс.

Keywords: networked control system, modules, software package.

Последнее десятилетие в мире интенсивно ведутся теоретические исследования по анализу, моделированию и синтезу сетевых систем управления. В данных системах информация передается по цифровым сетям в виде пакетов данных. Использование сетевых каналов обладает рядом преимуществ: снижение затрат на монтажные работы, конфигурацию системы, простоты диагностики и обслуживания.

С другой стороны, использование сетевого канала передачи приводит и к ряду новых проблем: случайная временная задержка в процессе

передачи, вероятная потеря пакета данных, возможность асинхронной работы элементов системы. Не учет этих факторов может привести к потере устойчивости системы управления.

Однако традиционная теория управления не позволяет решить эти проблемы. Дело в том, что сетевые системы управления основаны как на теории управления, так и на теории связи. Это значительно усложняет анализ, моделирование и синтез сетевых систем управления [3-5].

© Емельянов А.Е., 2015

Для решения инженерных задач, с целью обеспечения требуемого качества процесса функционирования, разработаны методики анализа и синтеза сетевых систем управления с передачей данных по каналу с конкурирующим методом доступа. Данные методики позволяют производить расчет вероятностно-временных характеристик процесса стохастической передачи данных по каналу с конкурирующим методом доступа, строить переходные процессы рассматриваемых систем управления, рассчитывать их качественные показатели, определять условия устойчивости ССУ и проводить оптимизацию настроечных параметров цифровых регуляторов по соответствующему критерию.

Теоретические предпосылки создания программного комплекса для анализа и синтеза сетевых систем управления созданы в работах [1, 2].

Предлагаемый комплекс позволяет проводить анализ и синтез сети, через которую осуществляется информационный обмен данными. А также осуществлять исследование сетевой системы для различных законов регулирования.

Структура комплекса построена на принципах модульности, иерархичности и вложенности модулей друг в друга. Основными модулями данного комплекса являются: модуль «Исходные данные», модуль «Расчет вероятностно-временных характеристик процесса передачи данных», модуль «Расчет сетевой системы управления», модуль «База данных».

В модуле «Исходные данные» формируются и вводятся требования к проектируемой или исследуемой сетевой системе управления. Модули «Расчет вероятностно-временных характеристик процесса передачи данных» и «Расчет сетевой системы управления» взаимодействуют через модуль «База данных». При этом они имеют одинаковую структуру, состоящую из модулей «Математическое моделирование и визуализация результатов», «Проверка адекватности математической модели», «Экспериментальные исследования и визуализация результатов».

Модуль «Расчет вероятностно-временных характеристик процесса передачи данных» включает в себя три взаимодействующих между собой подмодуля (рисунок 1).

Подмодуль «Математическое моделирование и визуализация результатов» включает в себя три блока: «Моделирование состояний канала передачи», «Моделирование процесса передачи пакета данных», «Визуализация результатов». Здесь осуществляется расчет вероятностей состояний канала передачи, вероятностно-временных характеристик процесса передачи, а также определение закона распределения вероятностей времени передачи данных.

Подмодуль «Экспериментальные исследования и визуализация результатов» включает в себя четыре блока: «Эксперимент», «Статистическая обработка», «Расчет вероятностно-временных характеристик», «Визуализация результатов».

Блок «Эксперимент» включает в себя использование специально разработанной программы «Генератор трафика системы реального времени на основе протоколов случайного доступа».

Данная программа обеспечивает выполнение следующих функций:

- ввод исходных значений исследуемой системы (интенсивность формирования заявок, объем заявок, частота занятия канала, IP – адрес устройств);

- генерацию трафика системы реального времени со случайным доступом к каналу передачи;

- определение эффективной нагрузки на канал передачи (количества отправленных, полученных и потерянных сообщений).



Рисунок 1. Структура модуля «Расчет вероятностно-временных характеристик процесса передачи данных»

Приложение написано на языке borland delphi 7.0 и применимо для операционных систем семейства windows. Для работы программы необходимы следующие технические средства и программное обеспечение: IBM PC совместимый компьютер, операционная система windows 2000 и выше.

Программное приложение имеет три основных режима работы:

- Сервер;
- Клиент;
- Хаотичный.

В зависимости от выбранного режима имеется возможность строить исследуемую сеть по следующим схемам:

- Один Сервер – один Клиент;
- Несколько Серверов – несколько Клиентов;
- Один Хаотичный – несколько Клиентов;
- Несколько Хаотичных – несколько Клиентов;
- Все Хаотичные.

Модуль «Расчет сетевой системы управления с передачей данных». Данный модуль включает в себя так же три подмодуля (рисунок 2).

Подмодуль «Математическое моделирование и визуализация результатов» включает в себя четыре блока: «Моделирование ССУ со случайным квантованием», «Моделирование ССУ в синхронном режиме», «Моделирование ССУ в асинхронном режиме», «Визуализация результатов».

Подмодуль «Экспериментальные исследования и визуализация результатов» включает в себя четыре блока: «Эксперимент», «Статистическая обработка», «Расчет переходных процессов и качественных показателей», «Визуализация результатов».

Разработанное программное обеспечение позволяет проводить численные и физические эксперименты при различных режимах работы системы, осуществлять анализ ее функционирования и определять области устойчивой работы. Его можно использовать как для анализа уже функционирующих систем с целью повышения эксплуатационных характеристик, так и при разработке новых информационных систем.

Модуль «Математическое моделирование и визуализация результатов» позволяет выполнять следующие функции:

- расчет переходных процессов системы управления;
- определение области устойчивости сетевой системы управления по критерию Гурвица (Джури);

- расчет качественных показателей процесса управления;
- определение оптимальных настроечных параметров цифровых регуляторов;
- графическое представление результатов.

На рисунках 3 и 4 представлены основные окна разработанной информационной системы.

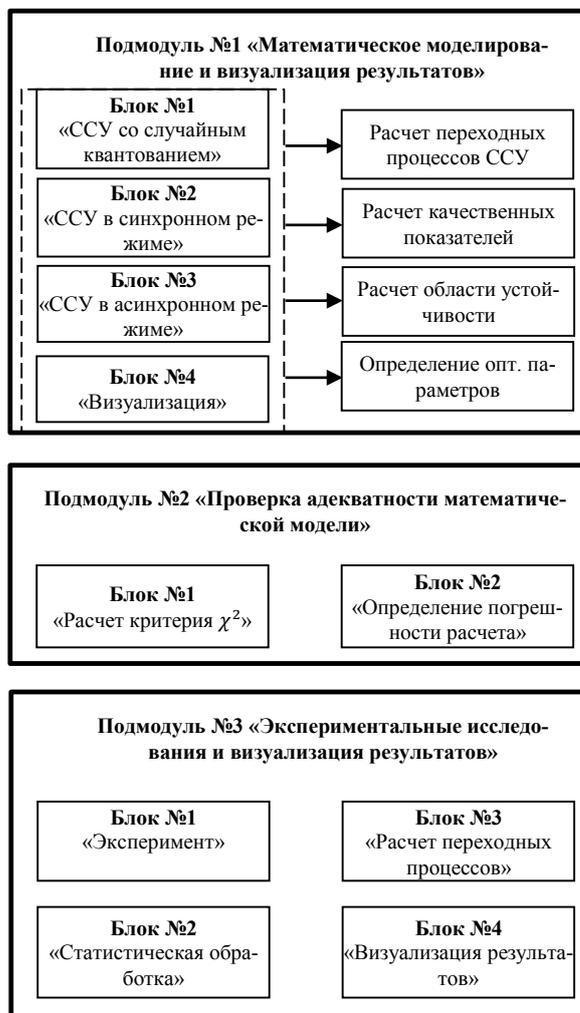


Рисунок 2. Структура модуля «Расчет сетевой системы управления с передачей данных»

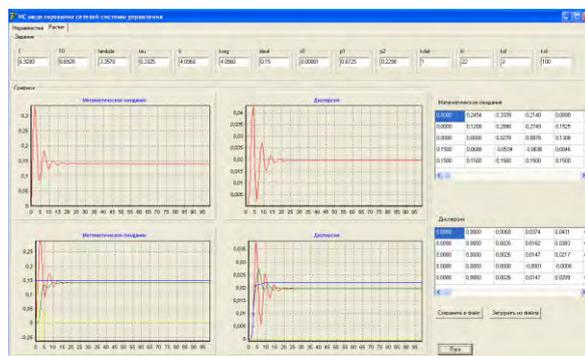


Рисунок 3. Основная форма информационной системы моделирования

Подмодуль «Экспериментальные исследования и визуализация результатов» содержит четыре блока: «Эксперимент», «Статистическая обработка», «Расчет переходных процессов» и «Визуализация результатов».

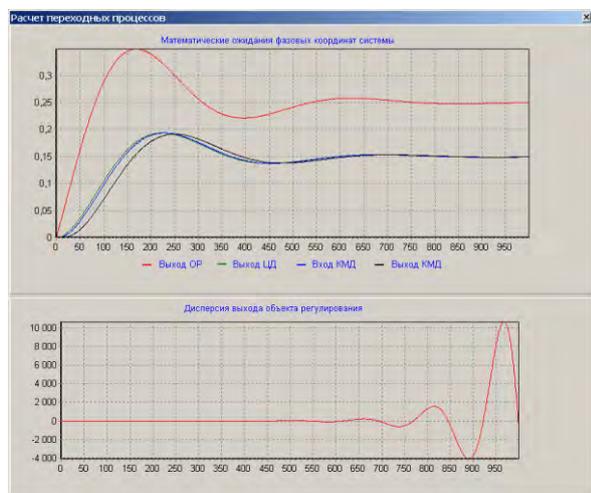


Рисунок 4. Форма графиков переходных процессов

Блок «Эксперимент» позволяет проводить исследования реально действующей сетевой системы управления с передачей данных по сетевому каналу.

ЛИТЕРАТУРА

1 Битюков В. К., Емельянов А. Е. Обобщенная математическая модель сетевой системы управления с передачей данных по каналу с конкурирующим методом доступа // Вестник ТГТУ. 2012. Т. 18. № 2. С. 319 - 326.

2 Абрамов Г.В., Емельянов А.Е., Ивашин А.Л. Анализ области применимости асинхронной математической модели цифровой системы управления // Вестник ВГТА. 2010. № 2. С. 32 – 38.

3 Heemels W., Teel A., Wouw N., Nešić D. Networked control systems with communication constraints: Tradeoffs between transmission intervals, delays and performance // IEEE Transactions on Automatic Control. 2010. V. 55(8). P. 1781–1796.

4 Wu H., Lou L., Chen C.-C., Hirche S. et al. Cloud-Based Networked Visual Servo Control // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2013. V. 60. P. 554–566.

5 Zhang L, Gao H., Kaynak O. Network-Induced Constraints in Networked Control Systems - A Survey // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2013. V. 9. P. 403–416.

REFERENCES

1 Bitjukov V.K., Emelyanov A.E. Generalized mathematical model of the network control system with data transmission over a channel with competing access method. *Vestnik TGTU*. [Bulletin of TSTU], 2012, vol. 18, no. 2, pp. 319 – 326. (In Russ.).

2 Abramov G.V., Emelyanov A.E., Ivashin A.L. Analysis of the range of applicability of the mathematical model of the asynchronous digital control system. *Vestnik VGTA*. [Bulletin of VSTA], 2010, vol. 2, pp. 32 – 38. (In Russ.).

3 Heemels W., Teel A., Wouw N., Nešić D. Networked control systems with communication constraints: Tradeoffs between transmission intervals, delays and performance. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 2010, vol. 55(8), pp. 1781–1796.

4 Wu H., Lou L., Chen C.-C., Hirche S., Kuhnlenz K. Cloud-Based Networked Visual Servo Control. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2013, vol. 60, pp. 554–566.

5 Zhang L, Gao H., Kaynak O. Network-Induced Constraints in Networked Control Systems - A Survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2013, vol. 9, pp. 403–416.

УДК 539.3;534.1

Научный сотрудник В.С. Поленов,

старший научный сотрудник Л.А. Кукарских,

(Воронеж, Военный учебно-научный центр Военно-воздушный сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина») 4 НИО НИЦ (БП и О ВВС). тел. (473) 244-77-16

начальник факультета С.М. Логойда

(Воронеж, Военный учебно-научный центр Военно-воздушный сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина») факультет РТО. тел. (473) 244-76-18

Scientist V.S. Polenov, senior scientist L.A. Kukarskikh,

(Voronezh, Military Educational Research Centre of Air Force «Air Force Academy after professor N.E. Zhykovsky and Y.A. Gagarin») 4 RD dep. res. cent. (BP and O VVC). phone (473) 244-77-16

head of department S.M. Logoida

(Voronezh, Military Educational Research Centre of Air Force «Air Force Academy after professor N.E. Zhykovsky and Y.A. Gagarin») Department of electronic support. phone(473) 244-76-18

О динамическом деформировании вязкоупругой двухкомпонентной среды

Dynamic deformation the viscoelastic two-component medium

Реферат. В статье рассматривается гармоническое деформирование двухкомпонентной среды, одна компонента которой представляет собой вязкоупругую среду, наследственные свойства которой описываются ядром последействия Абеля интегро-дифференциальных соотношений Больцмана-Вольтера, а вторая - сжимаемую жидкость. Рассматривается одномерный случай. Используются уравнения движения двухкомпонентной среды в перемещениях. Решение системы этих уравнений ищется в виде затухающих волн. Вводятся безразмерные коэффициенты. Система уравнений приводится к однородной системе с комплексными коэффициентами относительно амплитуды волн в вязкоупругой компоненте и в жидкости. В результате раскрытия определителя системы получается биквадратное уравнение. Упругий оператор выражается через ядро последействия Абеля для пространства Фурье. С помощью ряда преобразований и обозначений биквадратное уравнение сводится к квадратному уравнению. Делается вывод, что в двухкомпонентной вязкоупругой среде существует два типа звуковых волн. В результате решения квадратного уравнения находят характеристики распространения звуковых волн в вязкоупругой двухкомпонентной среде, физико-механические свойства которой представлены комплексными параметрами. Получены формулы для определения скорости распространения звуковых волн, коэффициента затухания, тангенса угла механических потерь, зависящие от свойств пористой среды и круговой частоты. Построены графики зависимостей характеристик распространения звуковых волн от логарифма температуры и от параметра дробности γ .

Summary. In the article are scope harmonious warping of the two-component medium, one component which are represent viscoelastic medium, hereditary properties which are described by the kernel aftereffect Abel integral-differential ratio Boltzmann-Volterr, while second – compressible liquid. Do a study one-dimensional case. Use motion equation of two-component medium at movement. Look determination system these equalization in the form of damped wave. Introduce dimensionless coefficient. Combined equations happen to homogeneous system with complex factor relatively waves amplitude in viscoelastic component and in fluid. As a result opening system determinant receive biquadratic equation. Elastic operator express through kernel aftereffect Abel for space Fourier. With the help transformation and symbol series biquadratic equation reduce to quadratic equation. Come to the conclusion that in two-component viscoelastic medium exist two mode sonic waves. As a result solution of quadratic equation be found description advance of waves sonic in viscoelastic two-component medium, which physical-mechanical properties represent complex parameter. Velocity determination advance of sonic waves, attenuation coefficient, mechanical loss tangent, depending on characteristic porous medium and circular frequency formulas receive. Graph dependences of description advance of waves sonic from the temperature logarithm and with the fractional parameter γ are constructed.

Ключевые слова: вязкоупругая среда, упругий оператор, затухающая волна, ядро последействия.

Keywords: viscoelastic medium, elastic operator, damped wave, aftereffect kernel.

Распространению упругих волн в двухкомпонентных средах посвящены работы [1-3], в которых изучаются стационарные и нестационарные волны.

Систему уравнений движения двухкомпонентной среды в перемещениях для одномерного случая запишем в виде [1]:

$$\begin{aligned} \mu \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial x^2} + Q \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial x^2} &= \rho_{11} \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \rho_{12} \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} \quad (1) \\ Q \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial x^2} + R \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial x^2} &= \rho_{12} \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \rho_{22} \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2}, \end{aligned}$$

где μ – модуль сдвига; $Q = (1 - m)R_0$, $R = mR_0$, m – пористость, R_0 – модуль сжимаемости жидкости; ρ_{12} – коэффициент динамической связи твердой компоненты и жидкости; $\rho_{11} = \rho_1 - \rho_{12}$, $\rho_{22} = \rho_2 - \rho_{12}$; ρ_{11} и ρ_{22} – плотности компонент; t – время.

Индексы в круглых скобках относятся: 1 – к вязкоупругой компоненте, 2 – к жидкости.

Запишем систему (1) в безразмерной форме:

$$\begin{aligned} G^2 \left(\sigma_{11} \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial x^2} + \sigma_{12} \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial x^2} \right) &= \gamma_{11} \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \gamma_{12} \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} \quad (2) \\ G^2 \left(\sigma_{12} \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial x^2} + \sigma_{22} \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial x^2} \right) &= \gamma_{12} \frac{\partial^2 u^{(1)}}{\partial t^2} + \gamma_{22} \frac{\partial^2 u^{(2)}}{\partial t^2} \end{aligned}$$

Здесь:

$$H = \mu + 2Q + R, \quad \rho = \rho_{11} + 2\rho_{12} + \rho_{22},$$

$$G^2 = H/\rho, \quad \sigma_{11} = \frac{\mu}{H}, \quad \sigma_{12} = \frac{Q}{H}, \quad \sigma_{22} = \frac{R}{H},$$

$$\gamma_{11} = \frac{\rho_{11}}{\rho}, \quad \gamma_{12} = \frac{\rho_{12}}{\rho}, \quad \gamma_{22} = \frac{\rho_{22}}{\rho}.$$

Решение системы (2) будем искать в виде затухающих волн:

$$u^{(1)} = C_1 e^{i\omega t - (\alpha + i\frac{\omega}{c})x}, \quad u^{(2)} = C_2 e^{i\omega t - (\alpha + i\frac{\omega}{c})x}, \quad (3)$$

где C_i ($i=1,2$) – амплитуда волн; α – коэффициент затухания; c – скорость волны; ω – круговая частота; i – мнимая единица ($i = \sqrt{-1}$); t – время; x – координата.

Подставим значения $u^{(1)}$ и $u^{(2)}$ в систему (2), получим:

$$\begin{aligned} [\gamma_{11}\omega^2 + \tilde{\sigma}_{11}G^2 \left(\alpha + i\frac{\omega}{c} \right)^2] C_1 + [\gamma_{12}\omega^2 + \\ + \tilde{\sigma}_{12}G^2 \left(\alpha + i\frac{\omega}{c} \right)^2] C_2 = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} [\gamma_{12}\omega^2 + \tilde{\sigma}_{12}G^2 \left(\alpha + i\frac{\omega}{c} \right)^2] C_1 + [\gamma_{22}\omega^2 + \\ + \tilde{\sigma}_{22}G^2 \left(\alpha + i\frac{\omega}{c} \right)^2] C_2 = 0 \end{aligned}$$

Здесь $\tilde{\sigma}_{11} = \frac{\tilde{\mu}}{H}$ – упругий оператор,

$\tilde{\sigma}_{12} = \frac{\tilde{Q}}{H}$ и $\tilde{\sigma}_{22} = \frac{\tilde{R}}{H}$ – оператор коэффициентов Q и R .

Решая однородную систему (4), получим биквадратное уравнение относительно $\left(\alpha + i\frac{\omega}{c} \right)$:

$$\begin{aligned} (\tilde{\sigma}_{11}\tilde{\sigma}_{22} - \tilde{\sigma}_{12}^2)G^4 \left(\alpha + i\frac{\omega}{c} \right)^4 + (\gamma_{11}\tilde{\sigma}_{22} + \gamma_{22}\tilde{\sigma}_{11} - \\ - 2\gamma_{12}\tilde{\sigma}_{12})G^2 \left(\alpha + i\frac{\omega}{c} \right)^2 + \alpha\omega^4 = 0, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\alpha = \gamma_{11}\gamma_{22} - \gamma_{12}^2$$

Упругий оператор $\tilde{\sigma}_{11}$ выразим через ядро последействия Абея, который в пространстве Фурье выражается формулой (4):

$$\tilde{\sigma}_{11}(\omega) = \left\{ J_\infty \left[1 + \nu_\mu \frac{1}{(i\omega\tau)^\gamma} \right] \right\}^{-1}, \quad (6)$$

$$\nu_\mu = \frac{J_\infty - J_0}{J_\infty}, \quad 0 < \gamma \leq 1$$

где τ – время ретардации, ω – частота, J_∞ – нерелаксированное значение податливости; J_0 – релаксированное значение податливости; γ – параметр дробности, учитывающий структурные изменения, связанные с различными видами обработки и эксплуатации материалов. Операторы $\tilde{\sigma}_{12}$ и $\tilde{\sigma}_{22}$ в данной задаче равны коэффициентам σ_{12} и σ_{22} .

С учетом (6) уравнение (5) запишем в виде:

$$\begin{aligned} (\gamma_1 - i\gamma_2)G^4 \left(\alpha + i\frac{\omega}{c} \right)^4 + (\Gamma_1 + i\Gamma_2) \cdot \\ \cdot G^2 \omega^2 \left(\alpha + i\frac{\omega}{c} \right)^2 + \alpha\omega^4 = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\Gamma_1 = \gamma_{11}\sigma_{22} + \gamma_{22}d_1 - 2\gamma_{12}\sigma_{12},$$

$$\Gamma_2 = \gamma_{22}d_2$$

$$d_1 = \frac{1}{k} \left[(\omega\tau)^\gamma + \nu_\mu \cos \frac{\pi\gamma}{2} \right],$$

$$d_2 = \frac{1}{k} \nu_\mu \sin \frac{\pi\gamma}{2}$$

$$k = J_\infty \left[(\omega\tau)^\gamma + 2\nu_\mu \cos \frac{\pi\gamma}{2} + \nu_\mu^2 (\omega\tau)^{-\gamma} \right]$$

$$\gamma_1 = \sigma_{22}d_1 - \sigma_{12}^2, \quad \gamma_2 = \sigma_{22}d_2$$

Для получения характеристик звуковых волн разделим (7) на $\left(\alpha + i\frac{\omega}{c}\right)^2$ и введем обозначение:

$$z^* = \frac{1}{\left(\alpha + i\frac{\omega}{c}\right)^2} \quad (8)$$

где z^* – комплексное число.

Тогда (7) сводится к квадратному уравнению относительно z^* :

$$\alpha\omega^4 z^{*2} + (\Gamma_1 + i\Gamma_2)G^2\omega^2 z^* + (\gamma_1 + i\gamma_2)^4 = 0 \quad (9)$$

Из (9) находим:

$$z^* = -\frac{G}{2\alpha\omega^2}(b_1 + ib_2) \quad (10)$$

$$b_1 = \Gamma_1 \pm \sqrt{r_1} \cos \frac{\varphi_1}{2}, \quad b_2 = \Gamma_2 \pm \sqrt{r_1} \sin \frac{\varphi_1}{2}$$

$$r_1 = \sqrt{a_1^2 + a_2^2}, \quad \varphi_1 = \arctg \frac{a_2}{a_1}, \quad 0 \leq \varphi_1 \leq \frac{\pi}{2}$$

$$a_1 = \Gamma_1^2 - \Gamma_2^2 - 4\alpha\gamma_1, \quad a_2 = 2(\Gamma_1\Gamma_2 - 2\alpha\gamma_2)$$

Из (10) следует, что в двухкомпонентной среде существует два типа звуковых волн.

Отсюда с учетом (8) имеем:

$$\alpha + i\frac{\omega}{c} = i\sqrt{\frac{2\alpha\omega^2}{G^2(b_1^2 + b_2^2)}}\sqrt{b_1 - ib_2} \quad (11)$$

$$\alpha + i\frac{\omega}{c} = \frac{\omega}{G}\sqrt{\frac{2\alpha}{r_2}}\left(\sin \frac{\varphi_2}{2} + i\cos \frac{\varphi_2}{2}\right) \quad (12)$$

$$r_2 = \sqrt{b_1^2 + b_2^2}, \quad \varphi_2 = \arctg \frac{\Gamma_2 \pm \sqrt{r_1} \sin \frac{\varphi_1}{2}}{\Gamma_1 \pm \sqrt{r_1} \cos \frac{\varphi_1}{2}}, \quad (13)$$

$$0 \leq \varphi_2 \leq \frac{\pi}{2}$$

Равенство (12) позволяет определить характеристики звуковых волн:

- скорость

$$c = G\sqrt{\frac{r_2}{2\alpha}} \sec \frac{\varphi_2}{2} \quad (14)$$

- коэффициент затухания

$$\alpha = \frac{\omega}{G}\sqrt{\frac{2\alpha}{r_2}} \sin \frac{\varphi_2}{2} \quad (15)$$

- тангенс угла механических потерь

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{\Gamma_2 \pm \sqrt{r_1} \sin \frac{\varphi_1}{2}}{\Gamma_1 \pm \sqrt{r_1} \cos \frac{\varphi_1}{2}} \quad (16)$$

Коэффициент затухания звуковых волн можно выразить через скорость распространения волны, используя (14):

$$\alpha = \frac{\omega}{c} \operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{2} \quad (17)$$

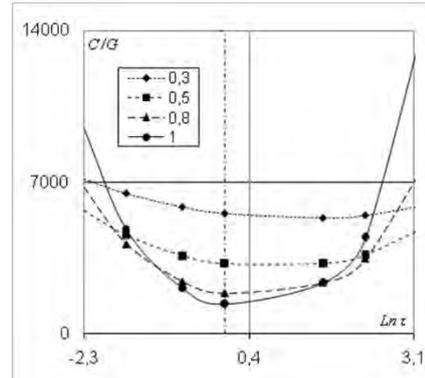


Рисунок 1. Зависимость скорости распространения звуковых волн от температуры

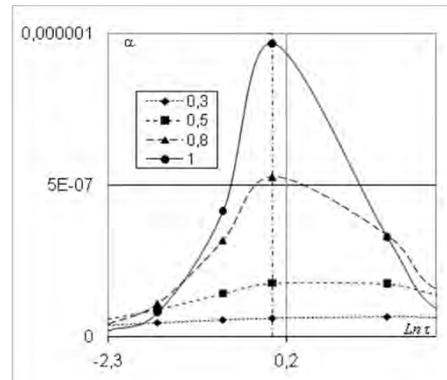


Рисунок 2. Зависимость коэффициента затухания распространения звуковых волн от температуры

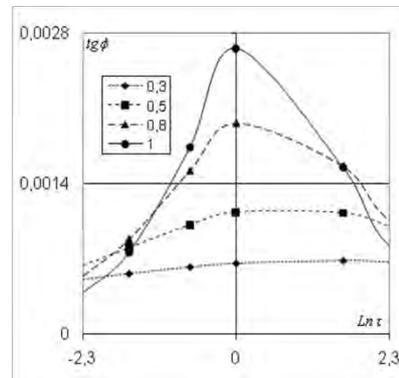


Рисунок 3. Зависимость тангенса угла механических потерь от температуры

На рисунках 1-3 показаны зависимости скорости, коэффициента затухания и тангенса угла механических потерь от логарифма температуры при следующих данных: $J_\infty = 1$, $\nu_\mu = 1$, $\sigma_{12} = 0.05$, $\sigma_{22} = 0.5$, $\gamma_{11} = 0.9$, $\gamma_{12} = -0.025$,

$\gamma_{22} = 0.15$, $\omega = 1$. На каждом из графиков изображены четыре кривые для четырех значений параметра дробности γ . Сами значения параметра γ указаны на рисунках

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Био М.А. Теория распространения упругих волн в насыщенной водой пористой среде. I. Диапазон низких частот // Акуст. общество. Америка. 1956. Т. 28. № 2. С. 168-178.
- 2 Косачевский Л.Я. О распространении упругих волн в двухкомпонентных средах // ПММ. 1959. Т. 23. Вып. 6. С. 1115-1123.
- 3 Масликова Т.И., Поленов В.С. О распространении нестационарных упругих волн в однородных пористых средах // Известия РАН. МТТ. 2005. № 1. С. 104-108.
- 4 Зеленов В.И., Поленов В.С. О прохождении нормально падающей поперечной звуковой волны через вязкоупругий слой // Труды НИИ математики ВГУ. 1970. Вып. 2. С. 92-100.

REFERENCES

- 1 Biot M.A. Theory propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid I. Low-Frequency Range. J. Acoust. Soc. America, 1956, vol. 28, no. 2, pp. 168-178.
- 2 Kosahevskii L.Ya. Propagation of elastic waves in two-component medium. *PMM*. [Applied math], 1959, vol. 23, issue. 6, pp. 1115-1123. (In Russ.).
- 3 Maslikova T.I., Polenov V.C. Propagation of transitionals elastic waves in homogeneous porous medium. *Izvestiya RAN*. [Bulletin of RAS], 2005, no. 1, pp. 104-108. (In Russ.).
- 4 Zelenev V.I., Polenov V.C. Passing normal incident diametrical sonic wave over viscoelastic layer. *Trudy NII matematiki VGU*. [Proceedings of RI mathematician VSU], 1970, issue 2, pp. 92-100. (In Russ.).

УДК. 675.03.031.81:577.15

Профессор В.К. Битюков, доцент Е.А. Балашова,
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.)
кафедра информационных и управляющих систем. тел. (473) 255-37-51.
старший преподаватель Е.А. Саввина
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.)
кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования. тел. (473) 255-37-51
E-mail: elsida@yandex.ru

Professor V.K. Bitykov, associate professor E.A. Balashova,
(Voronezh state university of engineering technologies)
Department of information and control systems. phone (473) 255-37-51
senior lecturer E.A. Savvina
(Voronezh state university of engineering technologies)
Department of the accountant. accounting and budgeter. phone (473) 255-37-51
E-mail: elsida@yandex.ru

Нейронные сети как инструмент классификации биотехнологических систем (на примере мукомольного производства)

Neural networks as a classification tool biotechnological systems (for example flour production)

Реферат. На сегодняшний день системы искусственного интеллекта являются наиболее распространенным видом для классификации объектов разного качества. Предлагаемая технология моделирования прогнозирования качества мукомольной продукции с использованием аппарата искусственных нейронных сетей позволяет объективно решать задачи анализа факторов, определяющих качество продукции. Интерес к искусственным нейронным сетям вырос за счет того, что они могут менять свое поведение в зависимости от внешней среды. Этот фактор в большей степени, чем любой другой, ответствен за тот интерес, который они вызывают. После предъявления входных сигналов (возможно, вместе с требуемыми выходами) они самонастраиваются, чтобы обеспечивать требуемую реакцию. Было разработано множество обучающих алгоритмов, каждый со своими сильными и слабыми сторонами. Решение задачи классификации является одним из важнейших применений нейронных сетей, которая представляет собой задачу отнесения образца к одному из нескольких непересекающихся множеств. Для решения поставленной задачи разработаны алгоритмы синтеза НС с использованием нелинейной функции активации, разработаны алгоритмы обучения сети. Обучение НС подразумевает определение весовых коэффициентов слоев нейронов. Обучение НС происходит с учителем, то есть сети предъявляются значения как входных, так и желательных выходных сигналов, и она по некоторому внутреннему алгоритму подстраивает веса своих синаптических связей. В работе была построена искусственная нейронная сеть, на примере многослойного перцептрона. С помощью корреляционного анализа в общей выборке было установлено, что признаки коррелируют на уровне значимости 0,01 с классом качества хлеба. Точность классификации превышает 90 %.

Summary. To date, artificial intelligence systems are the most common type to classify objects of different quality. The proposed modeling technology to predict the quality of flour products by using artificial neural networks allows to solve problems of analysis of the factors determining the quality of the products. Interest in artificial neural networks has grown due to the fact that they can change their behavior depending on external environment. This factor more than any other responsible for the interest that they cause. After the presentation of input signals (possibly together with the desired outputs), they self-configurable to provide the desired reaction. We developed a set of training algorithms, each with their own strengths and weaknesses. The solution to the problem of classification is one of the most important applications of neural networks, which represents a problem of attributing the sample to one of several non-intersecting sets. To solve this problem developed algorithms for synthesis of NA with the use of nonlinear activation functions, the algorithms for training the network. Training the NS involves determining the weights of layers of neurons. Training the NA occurs with the teacher, that is, the network must meet the values of both input and desired output signals, and it is according to some internal algorithm adjusts the weights of their synaptic connections. The work was built an artificial neural network, multilayer perceptron example. With the help of correlation analysis in total sample revealed that the traits are correlated at the significance level of 0.01 with grade quality bread. The classification accuracy exceeds 90%.

Ключевые слова: многослойный перцептрон, специфический признак, точность классификации.

Keywords: multilayer perceptron, the specific symptom, the accuracy of classification.

В последнее время интерес к нейронным сетям сильно вырос в связи с тем, что специалисты мукомольной промышленности ищут применение им при определении качества получаемого хлеба.

Интерес к искусственным нейронным сетям вырос за счет того, что они могут менять свое поведение в зависимости от внешней среды. Этот фактор в большей степени, чем любой другой, ответствен за тот интерес, который они вызывают. После предъявления входных сигналов (возможно, вместе с требуемыми выходами) они самонастраиваются, чтобы обеспечивать требуемую реакцию. Было разработано множество обучающих алгоритмов, каждый со своими сильными и слабыми сторонами.

Решение задачи классификации является одним из важнейших применений нейронных сетей, которая представляет собой задачу

отнесения образца к одному из нескольких не пересекающихся множеств.

На вход искусственного нейрона поступает некоторое множество сигналов, каждый из которых является выходом другого нейрона. Каждый вход умножается на соответствующий вес, аналогичный синаптической силе, и все произведения суммируются, определяя уровень активации нейрона.

Множество входных сигналов, обозначенных x_1, x_2, \dots, x_n , поступает на искусственный нейрон. Каждый сигнал умножается на соответствующий вес w_1, w_2, \dots, w_n , и поступает на суммирующий блок, обозначенный Σ . Каждый вес соответствует «силе» одной биологической синаптической связи. Суммирующий блок, складывает взвешенные входы алгебраически, создавая выход (NET):

$$NET = XW \quad (1)$$

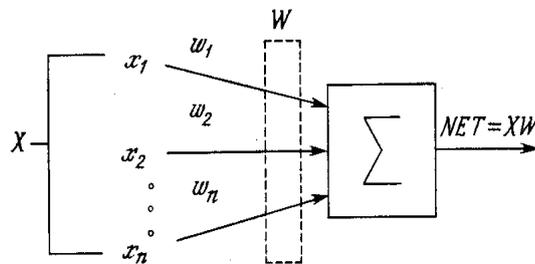


Рисунок 1. Внешний вид искусственного нейрона

Сигнал NET преобразуется активационной функцией F и дает выходной нейронный сигнал OUT. Активационная функция может быть записана следующим образом:

$$OUT = K(NET), \quad (2)$$

где K – постоянная пороговая функция.

$$OUT = 1, \text{ если } NET > T, \\ OUT = 0,$$

где T – постоянная пороговая величина, более точно моделирующая нелинейную передаточную характеристику биологического нейрона и представляющей нейронной сети большие возможности.

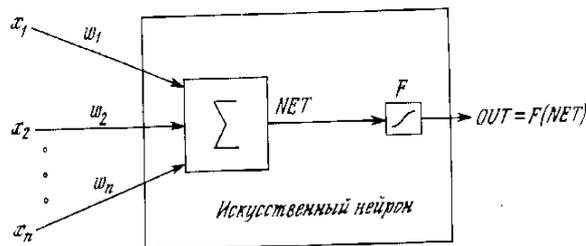


Рисунок 2. Искусственный нейрон с активационной функцией

Качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять установленные или предполагаемые потребности. На практике конкретные потребности переводятся в набор количественных и качественных установленных требований к характеристикам продукции.

Оценка ее качества состоит в проверке соответствия продукции требованиям к качеству – перечню количественных характеристик (показателей качества) и качественных признаков.

Применительно к качеству мукомольной продукции можно выделить ряд нормативных документов (ГОСТ, ТУ и т.д.).

Качество объекта мукомольной промышленности достаточно полно определяют два критерия – определяющий показатель качества, по которому принимается решение оценивать его качество и уровень качества, то есть относительная характеристика качества объекта, основанная на сравнении значений показателей качества объекта с базовыми (эталонными) значениями соответствующих показателей.

На основе предварительного анализа различных моделей нейронной, в соответствии с характером решаемых задач, количеством входных и выходных данных, структурой связей между единичными и групповыми показателями качества была выбрана нейронная сеть в виде трехслойного перцептрона (рисунок 3) со следующими характеристиками:

- первый слой – 27 входных нейронов, соответствует числу входных данных – единичных показателей качества;

- второй слой (скрытый) – 10 нейронов, соответствует структуре связей между единичными и групповыми показателями качества;

- третий слой – 1 выходной нейрон, так как требуется один выходной параметр – показатель уровня качества K ;

- нелинейная функция активации – сигмоидальная функция.

Структура нейронной сети представлена на рисунке 4.

Для решения поставленной задачи разработаны алгоритмы синтеза НС с использованием нелинейной функции активации, разработаны алгоритмы обучения сети. Обучение НС подразумевает определение весовых коэффициентов слоев нейронов. Обучение НС происходит с учителем, то есть сети предъявляются значения как входных, так и желательных выходных сигналов, и она по некоторому внутреннему алгоритму подстраивает веса своих синаптических связей.

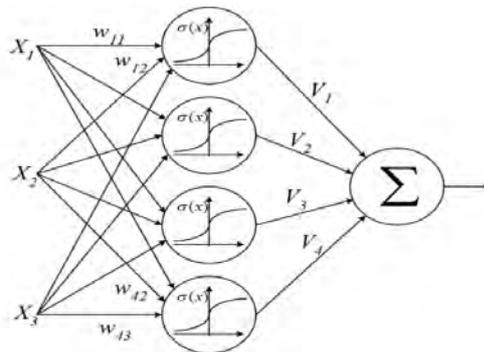


Рисунок 3. Трехслойный перцептрон

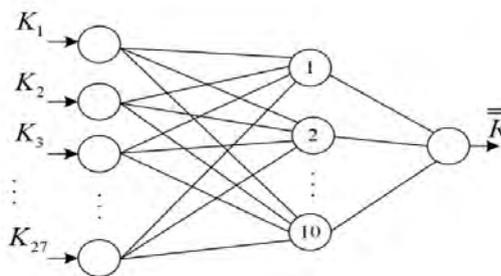


Рисунок 4. Структура нейронной сети

С помощью корреляционного анализа в общей выборке было установлено, что признаки коррелируют на уровне значимости 0,01

с классом качества хлеба. В качестве наиболее информативных были отобраны признаки с коэффициентом корреляции превышающем 0,7.

Т а б л и ц а 1

Таблица информативных признаков

Показатели	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
Массовая доля клейковины 32-33 (X_7)	0,814**	-0,075	-0,323**	-0,367**
Качество клейковины 66-75 (X_{11})	0,788**	-0,302**	-0,163	-0,315**
Качество клейковины 35-50 (X_{12})	-0,279*	-0,230*	0,721**	-0,289**
Газообразующая способность 1400-1500 (X_{17})	0,742**	-0,249*	-0,425**	-0,031
Кислотность мякиша 3 (X_{29})	0,764**	-0,441*	0,238*	0,389*
Пористость мякиша 67-68 (X_{34})	-0,218	0,806**	0,230*	-0,300**
Пористость мякиша 69-70 (X_{35})	0,965**	-0,248*	-0,374**	-0,311**

Для класса 1 было выявлено 5 информативных признаков (массовая доля клейковины 32-33, качество клейковины 66-75, газообразующая способность 1400-1500, кислотность мякиша 3, пористость мякиша 69-70), для которых коэффициент корреляции превышает 0,7. Для 2 признаков γ находится в диапазоне 0,624 до 0,684 по модулю, и имеет среднюю тесноту связи с классом качества. Во второй группе специфических признаков не обнаружено, значение γ находится в диапазоне от 0,485 до 0,689. В группе 3 обнаружено 2 специфических признака с теснотой связи от 0,721 до 0,806. Для 6 признаков коэффициент корреляции находится в диапазоне от 0,586 до 0,664 с средней теснотой связи. Класс 4 имеет один специфический признак (пористость мякиша) со значением коэффициента корреляции более 0,7; теснота связи сильная. Для 4 признаков в данной группе коэффициент корреляции γ находится в диапазоне от 0,525 до 0,656, теснота связи средняя (больше 0,5).

Уровень качества будет равен: 0,7337. Полученные значения определяющего показателя качества (0,637) и уровня качества (0,7337)

ЛИТЕРАТУРА

1 Балашова Е.А., Битюков В.К., Саввина Е.А. Сравнительный анализ методов классификации при прогнозировании качества хлеба // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 1 (55). С. 57-62

2 Битюков В.К., Моторин М.Л., Саввина Е.А. Формирование классов объектов методом дискриминантного анализа // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 1 (59). С. 73-78.

3 Анил Д.К., Жианчанг Мао, Моиуддин К.М. Введение в искусственные нейронные сети. 2010. 243 с.

4 Царегородцев В.Г. Конструктивный алгоритм синтеза структуры многослойного перцептрона // Вычислительные технологии. 2008. Т. 13 // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби, серия "математика, механика, информатика". 2008. №4 (59). (Совм. выпуск). Ч. 3. С. 308-315.

5 Жуков Л.А. Использование нейросетевых технологий для проведения учебно-исследовательских работ. 2011. 191 с.

свидетельствуют о высоком качестве мукомольной продукции.

Выводы:

1. Была предложена категориальная структура. Показано, что структура базы данных влияет на классификацию.

2. Выполнена классификация качества хлеба. Методом двухэтапного кластерного анализа было допущено 11 ошибок (13,75%): 4 ошибки первого рода (5%), класс плохого качества был ошибочно отнесен к классу хорошего качества. 2 ошибки второго рода (2,5%). 5 ошибок попадания наблюдений плохого качества в очень плохое (6,25%), не являются существенными для классификации, так как классы (3 и 4) не должны использоваться в хлебопечении. Метод дискриминантного анализа классифицирует с точностью 91,3%. Было допущено 7 ошибок: 5 наблюдений были ошибочно отнесены к плохому качеству (6,25%), 2 наблюдения (2,5%) классифицированные в базе данных как хорошее качество были неправильно распознаны как очень плохое качество.

REFERENCES

1 Balashova E.A., Bityukov V.K., Savvina E.A. Comparative analysis of classification methods in generowanie quality of bread. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of Voronezh state University of engineering technology], 2013, no. 1 (55), pp. 57-62. (In Russ.).

2 Bityukov V. K., Motorin M. L., Savvina E.A. Formation of classes objects by the method of discriminant analysis *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of Voronezh state University of engineering technology], 2014. No. 1 (59). P. 73-78. (In Russ.).

3 Anil J.K., Jianchang Mao, Moiuddin K. M. Introduction to artificial neural network, 2010. 243 p.

4 Tsaregorodtsev V. G. Constructive synthesis algorithm structure in multi-layer perceptron. *Vychislitel'nye tekhnologii* [Computational technologies, 2008. Vol. 13 - the Bulletin of KazNU. Al-Farabi Kazakh national University, series "mathematics, fur-Nika Informatics"(Collab. edition)], 2008, no. 4 (59), part 3, pp. 308-315. (In Russ.).

5 Zhukov L. A. Ispol'zovanie neirosetevykh tekhnologii dlya provedeniya uchebno-issledovatel'skikh rabot [Use of neural network technologies for educational research]. 2011, 191 p. (In Russ.).

УДК 004.7

Заведующий кафедрой В.Е. Марлей,

(Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова) кафедра вычислительных систем и информатики. тел (812) 748-96-35,
E-mail: vmarley@yandex.ru

старший преподаватель С.Н. Плотников,

(Воронежский филиал ГУМРФ) кафедра информационных систем и технологий, тел. (920) 226-00-44,
E-mail: 279622@mail.ru

соискатель В.А. Резников

(ГУМРФ) кафедра информационных систем и технологий.

Head of the department V.E. Marley,

(State University of sea and river fleet named after Admiral S. O. Makarov) Department of computing and Informatics. phone (812) 748-96-35
E-mail: vmarley@yandex.ru

senior teacher S.N. Plotnikov,

(Voronezh branch GUMH) Department of information systems and technology, phone: (920) 226-00-44
E-mail: 279622@mail.ru

applicant V.A. Reznikov

(GUMH) Department of information systems and technology.

Специализированные библиотеки фрагментов алгоритмических сетей для автоматизации разработки алгоритмических моделей

Special libraries of fragments of algorithmic networks to automate the development of algorithmic models

Реферат. Понятие алгоритмической модели появилось от алгоритмического подхода, при котором моделируемый объект, явление предстаёт в виде процесса, подчиняющегося строгим правилам алгоритма, в основу которого кладётся процесс функционирования объекта. Под алгоритмической моделью здесь понимается формализованное описание сценария предметного специалиста для моделируемого процесса, структура которого сопоставима со структурой причинно-следственных и временных зависимостей между явлениями моделируемого процесса, вместе со всей информацией, необходимой для её программной реализации. Для представления структуры алгоритмических моделей используются алгоритмические сети. Обычно они определялись как конечный ориентированный нагруженный граф, вершинам которого сопоставлены операторы, а дугам – переменные, связываемые операторами. Язык алгоритмических сетей обладает большими возможностями, алгоритмы, которые он может отображать, равноможны классу всех произвольных алгоритмов. В существующих системах автоматизации моделирования на основе алгоритмических сетей, в основном используются операторы, работающие с реальными числами. Это хотя и снижает их возможности, но вполне достаточно для моделирования широкого класса задач, связанных с экономикой, экологией, транспортом, техническими процессами. Задача моделирования выполнения расписаний и сетевых графиков является актуальной и востребованной. Существует достаточно много систем рассчитывающих сетевые графики, однако в них мониторинг процесса основан анализе отставаний и пересчете графиков, нет анализа прогноза выполнения сетевого графика или расписания. Разработанная библиотека предназначена для построения подобных прогнозных моделей. Задавая различные исходные данные можно получить набор прогнозов, из которых выбрать один и принять его за новый план.

Summary. The concept of algorithmic models appeared from the algorithmic approach in which the simulated object, the phenomenon appears in the form of process, subject to strict rules of the algorithm, which placed the process of operation of the facility. Under the algorithmic model is the formalized description of the scenario subject specialist for the simulated process, the structure of which is comparable with the structure of the causal and temporal relationships between events of the process being modeled, together with all information necessary for its software implementation. To represent the structure of algorithmic models used algorithmic network. Normally, they were defined as loaded finite directed graph, the vertices which are mapped to operators and arcs are variables, bound by operators. The language of algorithmic networks has great features, the algorithms that it can display indifference the class of all random algorithms. In existing systems, automation modeling based on algorithmic nets, mainly used by operators working with real numbers. Although this reduces their ability, but enough for modeling a wide class of problems related to economy, environment, transport, technical processes. The task of modeling the execution of schedules and network diagrams is relevant and useful. There are many counting systems, network graphs, however, the monitoring process based analysis of gaps and terms of graphs, no analysis of prediction execution schedule or schedules. The library is designed to build similar predictive models. Specifying source data to obtain a set of projections from which to choose one and take it for a new plan.

Ключевые слова: алгоритмические модели, библиотеки фрагментов алгоритмических сетей, автоматизация.

Keywords: algorithmic models, libraries of fragments of algorithmic networks, automation.

Понятие алгоритмической модели [1] появилось от алгоритмического подхода, при котором моделируемый объект, явление предстаёт в виде процесса, подчиняющегося строгим правилам алгоритма [2], в основу которого кладётся процесс функционирования объекта. Алгоритмический подход предпочтительнее в компьютерных технологиях и системах, ориентированных на конечного пользователя, как основы средств задания функциональной спецификации решаемой задачи. Под алгоритмической моделью здесь понимается формализованное описание сценария предметного специалиста для моделируемого процесса, структура которого сопоставима со структурой причинно-следственных и временных зависимостей между явлениями моделируемого процесса, вместе со всей информацией, необходимой для её программной реализации. Для представления структуры алгоритмических моделей используются алгоритмические сети. Обычно они определялись как конечный ориентированный нагруженный граф, вершинам которого сопоставлены операторы, а дугам – переменные, связываемые операторами. Алгоритмические сети (АС) служат для представления алгоритмических моделей и отображают некоторую расчётную схему, по которой проводятся вычислительные эксперименты над моделями. Вычисления производятся по шагам моделирования, осуществляются в каждой вершине сразу же, как для текущего шага моделирования становятся известны значения всех переменных, соответствующих входным дугам вершины. Алгоритмическая сеть является отображением причинно-следственных и временных связей между явлениями, представленными в сценарии моделируемого процесса, в вычислительные связи между операторами.

Можно говорить об алгоритмических сетях как о графическом представлении рекуррентных выражений от аргумента произвольного типа. Тип переменной определяется при задании оператора используемого в АС оператора для каждой переменной или для групп переменных. Типов переменных и типов операторов может быть бесконечно много. Каждый введенный тип оператора и переменной заносится в базу моделей, список таких типов есть часть базы моделей, и система работает с ними при использовании данной

базы, часть из них может быть занесена в некоторый стандартный набор типов, используемых в системе. Принимаем, что в одной модели не может быть двух переменных разных типов с одинаковым именем. Для разных моделей внутри одной базы моделей — это возможно, но всегда отслеживается при объединении моделей с требованием пере обозначить одну из переменных. Считаем, что в одной базе моделей не может быть переменных с одинаковым именем и типом, но разной семантики, это должно отслеживаться на этапе записи модели в базу путем сравнения с существующим тезаурусом предметной области. При объединении моделей из разных баз моделей одновременно производится проверка соответствия и, если необходимо, согласование тезаурусов.

Алгоритмические сети (АС) определяются как конечный ориентированный нагруженный граф, дугам которого сопоставлены явления, характеризующие моделируемый объект (переменные), а вершинам – функциональные отношения, связывающие эти явления (операторы).

Рассмотрим пример построения модели. Предположим, что необходимо создать модель «движение товара на складе», позволяющую определять объем товара на складе за определенный период. Очевидно, что в этой модели должна присутствовать переменная «объем товара на складе в текущем году», а также переменные, на основании которых она может быть вычислена: «объем товара на складе в прошлом году», «поступление товара в текущем периоде» и «выдача товара в текущем периоде». Определив функциональные отношения, связывающие интересующие нас переменные, и описав их в языке алгоритмических сетей, получим алгоритмическую сеть искомой модели (рисунок 1).

На рисунке 1 приведены имена переменных ($x1 - x5$) их расшифровка:

- $x1$ – объем товара на складе на конец предыдущего периода;
- $x2$ – поступление товара в текущем периоде;
- $x3$ – объем товара с учетом поступления в текущем периоде;
- $x4$ – выдача товара в текущем периоде;
- $x5$ – объем товара на складе в текущем периоде.

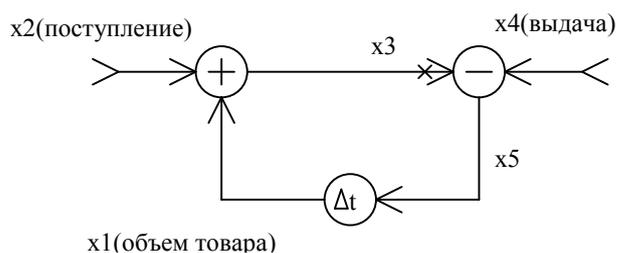


Рисунок 1. Алгоритмическая сеть модели

Из рисунка 1 видно, что искомый объем товара в текущем периоде (x_5) вычисляется на основании значений переменных x_1, x_2, x_4 . Выражения, по которым производятся вычисления в вершинах АС, приводятся ниже:

$$x_3(t) = x_1(t) + x_2(t);$$

$$x_5(t) = x_3(t) - x_4(t);$$

$$x_1(t+1) = x_5(t).$$

Как видно из рисунка 1 и приведенных формул, внесение оператора «задержка» (Δt) позволило внести динамику в модель, организовать расчет x_5 , используя на последующих шагах данные, формируемые в модели.

Язык алгоритмических сетей обладает большими возможностями, алгоритмы, которые он может отображать, равнозначны классу всех произвольных алгоритмов (с учетом возможности ссылок в вершинах на другие АС).

В существующих системах автоматизации моделирования на основе алгоритмических сетей, в основном используются операторы, работающие с реальными числами. Это хотя и снижает их возможности, но вполне достаточно для моделирования широкого класса задач, связанных с экономикой, экологией, транспортом, техническими процессами.

Практический опыт работы с алгоритмическими сетями показал, что имеется возможность выделения ряда фрагментов АС, которые используются в различных задачах, что позволяет создать библиотеки стандартных модулей, облегчающих процесс построения моделей. Такие библиотеки могут быть как общими, не

ориентированными на какую-либо предметную область (примером может послужить рассмотренная выше АС, которая является примером универсальной конструкции «емкость»), так и специализированными. В данной статье рассматривается специализированная библиотека для моделирования процессов выполнения расписаний и сетевых графиков.

Задача моделирования выполнения расписаний и сетевых графиков является актуальной и востребованной. Существует достаточно много систем рассчитывающих сетевые графики (лучшая, пожалуй, отечественная система Спайдер), однако в них мониторинг процесса основан анализе отставаний и пересчете графиков, нет анализа прогноза выполнения сетевого графика или расписания. Разработанная библиотека предназначена для построения подобных прогнозных моделей. Задав различные исходные данные можно получить набор прогнозов, из которых выбрать один и принять его за новый план.

Рассмотрим основной фрагмент АС, используемый в данной библиотеке. Он ориентирован на представление сетевого графика «работы-вершины».

Данная модель представляет собой, модуль имитации выполнения работы IA, использующий для своего выполнения уникальный ресурс, данная работа зависит от выполнения других работ, т.е. пока не будут выполнены работы, от которых зависит данная работа, данная работа не начнет выполняться. На сетевом графике данная работа будет иметь входы.

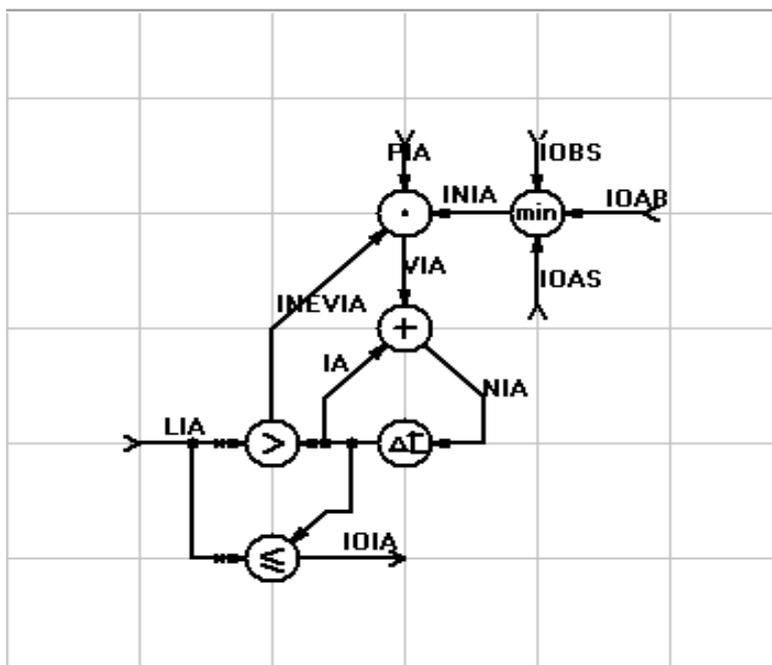


Рисунок 2. Модуль «Работа, зависящая от выполнения других работ»

Модуль работы, указанный на рисунке 2, не сможет начать выполняться, пока не будут выполнены работы АВ, ІВ и АS, т.е пока не будут сформированы индексы окончания работ (ІОАВ, ІОBS, ІОAS) отличные от 0.

В данном модуле взаимодействуют переменные, представленные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Взаимодействие переменных

Имя переменной	Тип переменной	Значение переменной
ІОАВ	расчетная	Индекс окончания выполнения работы АВ
ІОAS	расчетная	Индекс окончания выполнения работы АS
ІNIA	входная	Индекс начала работы
ІОІА	выходная	Индекс окончания выполнения работы ІА
LIA	входная	Требуемая длительность выполнения работы
VIA	расчетная	Индекс начала выполнения работы
ІА	расчетная	Фактическая длительность в наст. периоде
NIA	расчетная	Фактическая длительность в пред. периоде
ІNEVIA	расчетная	Индекс невыполненной работы
PIA	входная	Уникальный ресурс

Алгоритм работы модуля:

В начальный момент времени поступает входящая переменная LIA, как только она становится отличной от 0, формируется переменная INEVIA, после чего происходит перемножение переменных INIA и INEVIA. Но INIA не может быть сформирован, пока не будут рассчитаны ІОАВ, ІОBS и ІОAS, т.е пока не будут выполнены работы АВ, ІВ и АS. Если хотя бы одна из этих работ не будет выполнена, работа ІА не начнет выполняться.

Как только индексы ІОАВ и ІОAS сформированы, формируется INIA. После формирования INIA рассчитывается переменная VIA. Далее происходит суммирование с переменной ІА (т.е. вычисляется фактическая длительность выполнения работы на данный момент времени), после чего полученное значение проходит через контур задержки, затем происходит сравнение с переменной LIA, т.е. происходит сравнение фактической длительности с требуемой длительностью, если фактическая длительность меньше требуемой, то еще раз формируется переменная INEVIA, и алгоритм работы повторяется до тех пор, пока ІА не станет больше LIA. Как только это происходит, формируется ІОІА, что означает окончание выполнения работы.

Интерпретация значений входных переменных: из таблицы 1, приведенной выше, мы видим, что требуемая длительность выполнения работы составляет 2; необходимый ресурс для выполнения работы начинает поступать

с первого временного периода; работа ІО считается выполненной в 1 периоде, работа BS - во 2-ом; работа АВ - в 3-ем .

Рассмотренная АС может быть описана следующими рекуррентными выражениями:

$$INIA(t) = \min (IOAB(t), IOBS(t), IOAS(t))$$

$$VIA(t) = INIA(t) * INEVIA(t) * PIA(t)$$

$$NIA(t) = IA(t+1) = VIA(t) + IA(t)$$

$$INEVIA(t) = \{1, \text{ЕСЛИ } IA(t) < LIA, \text{ ИНАЧЕ } 0\}$$

$$IOIA(t) = \{1, \text{ЕСЛИ } IA(t) \geq LIA, \text{ ИНАЧЕ } 0\}$$

Все обозначения переменных приведены в таблице 1.

В данной АС рассматривается работа с ресурсом используемых только в данной работе и без наложенных ограничений на объем ресурса. Соответственно, в библиотеке есть АС, которые рассматривают ограничения на объем ресурса и случай совместного использования ресурсов, и случай, когда одна работа готовит ресурс для другой, а также использование нескольких разных видов ресурса. Рассматривается случай, когда ресурс, освободившийся после выполнения одной работы, может быть использован для другой (люди, станки). Не рассматривается процесс разрешения конфликтов, модель строится только для уже готового допустимого расписания и приоритеты для работ уже заданы, хотя есть возможность разработки сети, которая сама будет разрешать конфликты, на основе заданных правил предпочтения.

Ниже приводится сетевой график «вершины события» и его вариант «вершины-работы», фрагмент соответствующей им модели реализованной в системе КОГНИТРОН.

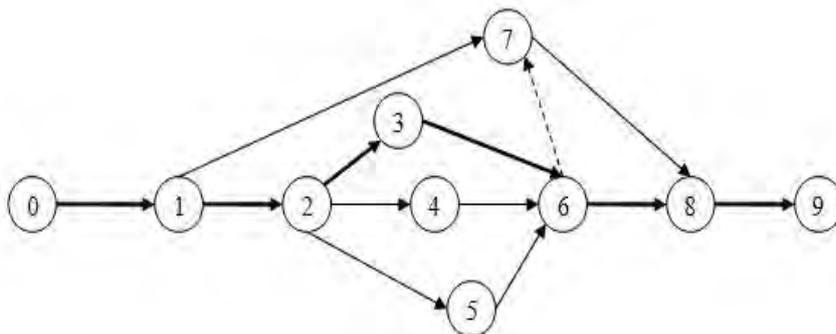


Рисунок 3. Сетевой график

В приведенном сетевом графике вершины – события, переведем его в форму вершины-работы (рисунок 4).

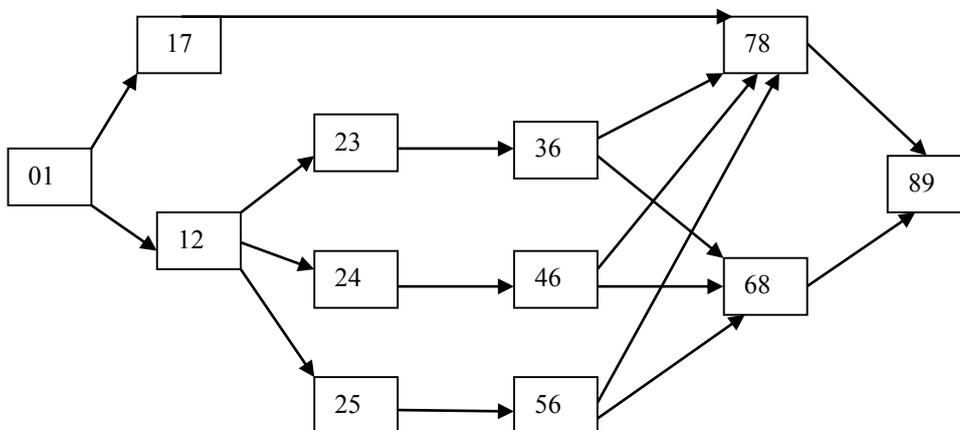


Рисунок 4. Сетевой график вершины-события

Заметим, что не потребовалось вводить фиктивную работу 67.

ному сетевому графику, реализованному в системе КОГНИТРОН.

На рисунке 4 приведена копия экрана фрагмента АС соответствующий представлен-

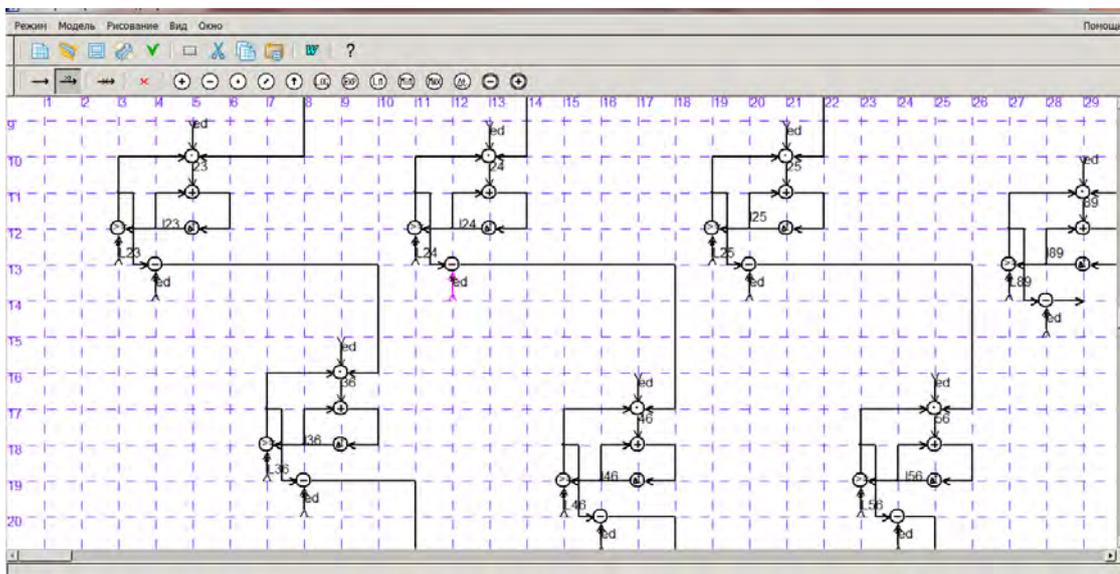


Рисунок 5. Фрагмент АС моделирующей сетевой граф

Ниже приводятся графики выполнения связанных работ из реализованной модели.

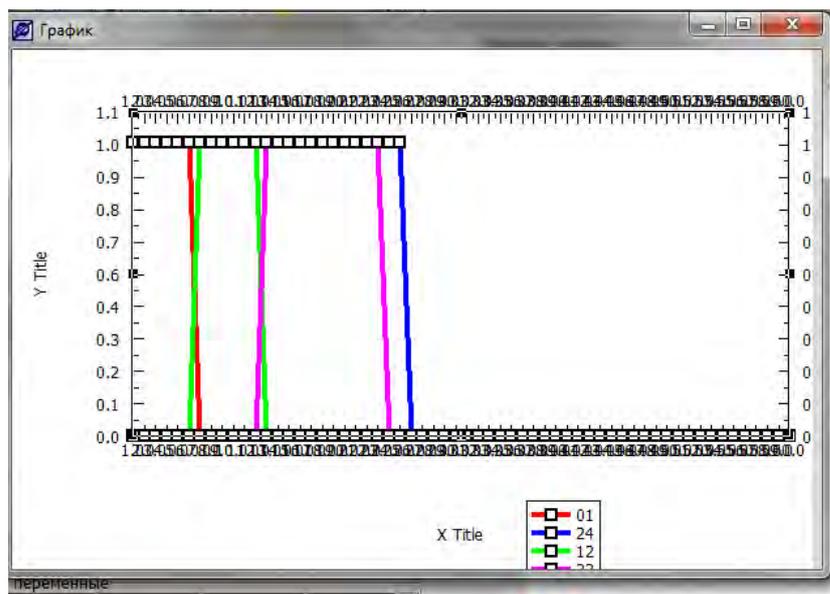


Рисунок 6. График выполнения работ 01, 12, 23, 24, 25

Результаты работы модели могут быть переданы MS Excel для дальнейшей обработки.

Модель, реализованная в АС с использованием разработанной библиотеки, позволяет

моделировать возможность запуска одной работы до завершения работы готовящей для нее ресурсы, без разделения обеспечивающей на более мелкие работы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Плотников С.Н. Распознавание изоморфного вложения алгоритмических сетей // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2014. № 2. С. 5-9.

2 Марлей В.Е., Плотников С.Н. Алгоритм распознавания изоморфного вложения алгоритмических сетей // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 3(61). С.72-75

3 Мистров Л.Е., Павлов В.А., Дерканосова А.А. Метод обоснования способов применения комплексов технических средств информационного обеспечения конфликтного взаимодействия организационно-технических систем // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2015. № 2 (64). С. 247-253.

4 Васильченко Д.С. Распознавание изоморфизма алгоритмических сетей при моделировании транспортных процессов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2010. № 4. С. 68-77.

5 Мистров Л.Е., Дерканосова А.А. Методы информационного воздействия при синтезе стратегий управления конкурентоустойчивостью социально-экономических организаций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 282-288.

REFERENCES

1 Plotnikov S.N. Recognition isomorphic attachment algorithmic networks *Vestnik VGU* [Bulletin of VSU], 2014, no. 2, pp. 5-9. (In Russ.).

2 Marley V.E., Plotnikov S. N. The recognition algorithm is isomorphic to the attachment of algorithmic networks *Vestnik Vorontzhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernih tehnologii* [Vestnik of the Voronezh state University of engineering technologies], 2014, no. 3(61), pp. 72-75. (In Russ.).

3 Mistrov L.E., Pavlov V.A., Derkanosova A.A. Method of justification of methods of application of complexes of technical means of information support of the conflict of organizational-technical systems *Vestnik Vorontzhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernih tehnologii* [Vestnik of the Voronezh state University of engineering technologies], 2015, no. 2 (64), pp. 247-253. (In Russ.).

4 Vasilchenko D.S. Detection of isomorphism algorithmic networks for modeling the transport process *Vestnik gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni S.O. Makarova* [Vestnik of State University of Marine and River Fleet them Admiral S.O. Makarova], 2010, no. 4, pp. 68-77. (In Russ.).

5 Mistrov L.E., Derkanosova A.A. Methods of informational influence in the synthesis of control strategies for competitiveness socio-economic organizations *Vestnik Vorontzhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernih tehnologii* [Vestnik of the Voronezh state University of engineering technologies], 2013, no. 4 (58), pp. 282-288. (In Russ.).

УДК 637.5.04/.07

Профессор Л.В. Антипова,

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии переработки животного сырья.

тел.(473)255-27-65

E-mail: antipova.l54@yandex.ru

генеральный директор В.В. Прянишников

(Генеральный директор, ЗАО «Могунция-Интеррус»)

(ФБГОУ ВПО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И.Вавилова)

E-mail: pryanishnikov@moguntia.ru

Professor L.V. Antipova,

(Voronezh State University of Engineering Technologies)

Department of technology of processing animal products.

phone (473)255-27-65

E-mail: antipova.l54@yandex.ru

general director V.V. Pryanishnikov

(General director, AG «Moguntia-Interrus»),

(Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov (FPBEI HPE «Saratov SAU »))

E-mail: pryanishnikov@moguntia.ru

Современные технологии ферментированных мясных продуктов

Modern technology of fermented meat products

Реферат. Показаны новые направления развития мясной промышленности, на примере колбасных изделий. Дана подробная характеристика показателей качества мясного сырья, вспомогательных материалов и их влияние на процессы тканевого и микробного и ферментационного характера в процессе созревании сырокопченых колбас. Предложены меры по улучшению контроля качества мясного сырья, вспомогательных материалов, а так же условий переработки на всех этапах производства сырокопченых продуктов. Рассмотрены современные технологии производства сырокопченых колбас с применением стартовых культур и комплексных препаратов, позволяющих лучше стандартизировать технологический процесс. Детально освещены вопросы химизма образования цвета, формирования вкуса и аромата, текстуры и подавления нежелательной микрофлоры в продуктах, в общем, и сырокопченых колбасах в частности. Даны представления о факторах, влияющие на образование цвета в колбасах, отмечено, что восприимчивость нитросилмиоглобина к окислению напрямую связана с окислением жира и в целом окислительно-восстановительным потенциалом. Показаны тенденции изменения рынка сырокопченых колбас. Приведены требования, предъявляемые применяемым в мясной промышленности стартовым культурам. Даны рекомендации по рациональному использованию стартовых культур, и других функциональных добавок в технологии ферментированных сырокопченых продуктов, которые применяются для улучшения качества и обеспечения высокого уровня безопасности продукции. Дана характеристика инновационной серии стартовых культур Протект, ее видовой принадлежности и качественному составу, обеспечивающему уникальную систему защиты в процессе созревания и при хранении сырокопченых продуктов. Свойства доказаны на примере сырокопченых колбас из мяса птицы.

Summary. New trends of meat industry development, on the example of sausages are shown. The detailed description of indicators of quality of meat raw materials, auxiliary materials and their influence on the processes of tissue and microbial fermentation in the process of ripening raw sausages. Measures for improving the quality control of meat raw materials, auxiliary materials, as well as the processing conditions in all stages of production of smoked products are suggested. The modern technology of production of raw sausages with starter cultures and complex products, allowing better standardization process is considered. Questions of chemistry of color formation, the formation of taste and flavor, textures and the suppression of undesired microflora in foods in general, and in particular the raw sausage are thoroughly covered. Ideas about factors affecting the formation of color in sausages are given. It is pointed out that the susceptibility to oxidation of nitrosilmioglobin is directly related to the fat oxidation in the whole redox potential. Trends in the market of raw sausages are shown. Requirements used in the meat industry to starting cultures are shown. Recommendations on the rational use of starter cultures, and other functional additives in technology of uncooked fermented products, which are used to improve the quality and ensure a high level of product safety are given. The characteristic of the innovative series of starter cultures Protect, its species belonging and qualitative composition, providing a unique protection system in the process of ripening and storage of smoked products is given. The properties are proved on the example of smoked poultry sausage.

Ключевые слова: мясо птицы, сырокопченые колбасы, пищевые добавки, стартовые культуры, современные технологии.

Keywords: poultry meat, smoked sausages, food additives, starter cultures, modern technologies

Известно, что сырокопченые колбасы являются одним из самых первых видов колбас, технология которых освоена человеком. Уже древние римляне и греки изготавливали подобные колбасы. В настоящее время они пользуются особым потребительским спросом среди широкого ассортимента мясных продуктов питания. Причем, в последнее время наблюдается тенденция к увеличению объемов производства этого вида продукции. Все чаще сырокопченые колбасы производят с использованием мяса птицы.

Производство сырокопченых колбас является одним из самых сложных технологических процессов в мясоперерабатывающей промышленности. Для их успешного производства особое внимание следует уделять подбору сырья [1].

Производство сырокопченых колбас растёт год от года, несмотря на кризисные явления в экономике и мясной промышленности. Использование инновационных технологий позволяет повысить рентабельность без снижения качества и с сохранением традиций российского вкуса.

При использовании говядины как наиболее дефицитного и дорогостоящего для нашей страны сырья предъявляется, ряд требований: Сырье должно быть доброкачественным, не имеющим изъянов природного происхождения, а так же вызванного человеческим фактором в процессе реализации технологических процессов. Убойные животные должны быть хорошо откормлены.

Особые требования предъявляются к числу микробных клеток. В настоящее время общее число микробных клеток на 1 см² поверхности мяса допускается 10⁵. Учитывая отрицательную роль вредных микроорганизмов, ученые и отраслевые специалисты постоянно ведут работу в этом направлении этого показателя, который рекомендуется снизить до 10⁴. Для этого следует повысить санитарные требования в животноводстве и обеспечить условия производства на всех этапах технологического процесса.

Известная ситуация с возникновением мяса с пороками DFD, связанное с нарушением хода автолитических процессов, которые, по мнению многих ученых связано со стрессом животных [2]. Требуется разработка подходов по вовлечению этих ресурсов в производство. При этом мясо характеризуется как темное, сухое. Нивелирование этих дефектов представляет непростую технологическую задачу, так как классические представления о ходе технологических процессов при производстве колбас не могут быть применены. Кроме того мясо характеризуется меньшим значением pH (5,2-5,4) при норме 5,6 [3, 4]. Современные колбасные

производства допускают использование только 20% говядины с пороком DFD от общего количества мяса по рецептуре. Существующие рекомендации состоят в исключении использования такого мяса для стабилизации качества.

К мерам, обеспечивающим качество используемого сырья, следует отнести отсутствие прерывания низкотемпературных коридоров, которые не должны выходить за рамки значений +2°C - +4°C. Выдвигаются требования к режимам замораживания для образования кристаллов льда, размеры которых не вызывают деструкции клеток.

Требования, предъявляемые к качеству мяса в условиях производственных предприятий России, требуют усиления системы входного контроля, где большое значение имеют чистота и опрятность транспорта и водителя, условия погрузочно-разгрузочных работ, упаковка, контроль температуры внутри продукта, измерение pH в анатомических участках туш, строгий контроль микробиологического состава через определенные промежутки времени. Очевидно, контролю следует подвергать убой животных, получение мяса и его переработку. При этом в соответственных структурных подразделениях важно наладить постоянный систематический контроль в складских помещениях и местах хранения.

В настоящее время в передовых предприятиях внедрена система управления качеством с определением контрольных точек при использовании метода прослеживаемости. От этих мероприятий следует ожидать значительных успехов. Однако пока проблема остается тяжелой, и это побуждает ученых к поиску и применению нестандартных приемов и технологий.

Итак, сохраняемость мясных продуктов зависит от роста микроорганизмов, деятельности тканевых и микробных ферментов, окислительных процессов в жире, загрязнения поверхности мяса, показателях активности воды в нем (Aw), доступа кислорода в сочетании со светом.

В настоящее время накоплен опыт использования стартовых культур микроорганизмов, преимущественно молочнокислых, которые активно развиваясь в мясном фарше или целом куске, обеспечивают барьерные технологии, которые стабилизируют качество, подавляя развитие вредной микрофлоры с одновременным обогащением углеводами, аминокислотами, витаминами, минеральными веществами [5, 6]. Направление получило новое развитие в виду возможности усиления состава стартовых культур бифидобактериями, известные своим положительным действием на здоровье человека.

студня (геля) во время ферментации и выделение влаги во время сушки (см. рисунок 1).

Во время измельчения добавленная соль растворяет и экстрагирует белки (прежде всего, миозин) из миофибрилл мяса, образуя клейкую белковую плёнку вокруг частиц фарша. В последующем процессе ферментации уровень pH снижается, коагулируя растворившиеся белки и образуя твёрдый студень, который прочно соединяет между собой частицы жира и мяса. Коагуляция путём подкисления связана с выделением воды, и эта вода непрерывно выделяется в начале процесса сушки. Поскольку процесс сушки проходит во времени, более прочно связанная влага также будет выделяться, но медленнее. В зависимости от технологических параметров и времени сушки конечная консистенция продукта будет демонстрировать различные свойства. Экстракция белка во время процесса измельчения напрямую связана с интенсивностью измельчения и концентрацией соли. Высокая экстрагируемость белка влияет на более эластичную текстуру колбас, но, с другой стороны, может повысить водосвязывающую способность фарша, что замедлит процесс сушки. К тому же соль взаимодействует с миофибриллярными белками, понижая их изоэлектрическую точку от pH 5,3 до pH 4,3 в зависимости от концентрации соли. Это оказывает сильное воздействие на водосвязывающую способность белков, т.к. межмолекулярное пространство для удержания воды минимально в изоэлектрической точке. Таким образом, поскольку величина pH достигает изоэлектрической точки во время цикла ферментации, продолжительность отделения влаги увеличивается. Однако, поскольку снижение pH также вызывает коагуляцию мясных белков, которая начинается при pH 5,3, процесс гелеобразования и частичной задержки воды начнётся при pH ниже 5,3. На самом деле практика показывает, что рецептуры колбас с нормальным количеством соли показывают оптимальный изоэлектрический диапазон от 4,8 до 5,3. В общем, снижение pH до уровня ниже 4,8 не повысит уровень потери влаги. Как было описано выше, процесс ферментации имеет огромное значение для формирования текстуры в сухих колбасах. Формирование текстуры во время сушки сначала определяется резким снижением pH, а затем степенью потери воды. Твёрдость резко увеличивается, когда pH колбасы достигает 5,3, и продолжает увеличиваться дальше, пока pH не достигнет 4,8. Если не удалось снизить pH менее, чем 5,3, необходимо снизить Aw во время сушки до 0,90, чтобы обеспечить образование плотной текстуры. Однако

остается вероятность, что текстура не станет оптимальной. Для того чтобы контролировать образование текстуры, очень важно контролировать процесс ферментации.

Общий цвет ферментированной колбасы обуславливается оттенком и яркостью цвета частиц мяса и жира. Цвет мясных частиц, с одной стороны, обусловлен типом мяса (курица светлее свинины и говядины, а конина очень тёмная), с другой стороны, реакции формирования цвета происходит в мясе во время процесса производства колбасы. Цвет жира изначально является результатом качества сырья. Цвет свежего мяса обусловлен содержанием миоглобина и оксимиоглобина, которые формируют пурпурные и ярко красные тона. Стоит заметить, что они не очень устойчивы. Во время производства колбас миоглобин и оксимиоглобин в результате реакций с участием нитрита натрия преобразуются в более устойчивый нитрозомиоглобин, который имеет тёмно-красный цвет и придает колбасе типичный красно-коричневый оттенок. Во время приготовления колбасного фарша добавленный нитрит действует как очень реактивный окислитель и быстро редуцирует до окиси азота (NO), параллельно с окислительным формированием метмиоглобина (атом железа в гем-группе молекулы окисляется и переходит от состояния Fe^{2+} в Fe^{3+}). В результате, фарш быстро меняет цвет, становясь серым.

Затем окись азота NO вступает в реакцию с метмиоглобином и миоглобином с образованием нитросилмиоглобина, преобразуя серый цвет в красный. Реакция проходит как восстановительная, поскольку атом железа в метмиоглобине должен быть редуцирован до Fe^{2+} .



Рисунок 2. Реакция цветообразования сырокопченых колбас

Кроме того, окись азота NO образуется во время формирования метмиоглобина, данное вещество также выделяется при микробиологическом редуцировании нитрита или химическим путем от азотистой кислоты, особенно если в рецептуру колбасы добавлены аскорбаты, ускоряющие формирование цвета (рисунок 3).

Весьма полезно знать, что если имеющееся мясное сырьё для производства сырокопченых колбас имеет высокий уровень pH, приближённый

к значению 5,8-6,0, необходимо использовать аскорбиновую кислоту как сильный подкислитель, и в том числе как добавку-катализатор, ускоряющую формирование цветообразования.

Внесение сахаров влияет на снижение значения pH.

Т а б л и ц а 2

Рекомендуемые дозы внесения сахаров

Наименование сахара (углевода)	Норма, в %, для	
	быстро созревающих колбас	медленно созревающих колбас
Декстроза (глюкоза)	0,5-0,7	0,3
Лактоза	до 1,0	до 0,5
Смесь сахаров, состоящая из 30% декстрозы и 70% лактозы	до 1,0	до 0,7

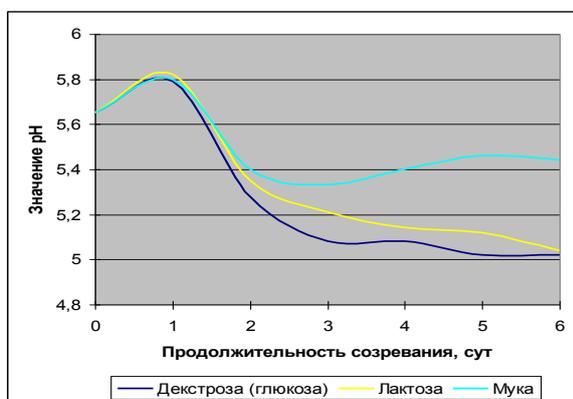


Рисунок 3 Динамика изменения pH при использовании различных видов углеводов

Точно не установлено, какие реакции преобладают, т.к. механизмы формирования цвета полностью не объяснены. Однако, как это было упомянуто выше, низкий окислительно-восстановительный потенциал в целом будет активизировать и стабилизировать цвет. То есть, недостаток кислорода и других окисляющих веществ в фарше, а также наличие антиокислительных компонентов, таких как аскорбат натрия, α-токоферолы (витамин E), производные карболовой кислоты от добавленных специй. Когда в качестве вещества, формирующего цвет, вместо нитрита натрия используют нитраты, молекула нитрата должна быть редуцирована до нитрита прежде, чем начнутся реакции по формированию цвета (рисунок 3). Это преобразование выполняется видами *Micrococcaceae*, которые вырабатывают редуктазы во время роста в фарше. А это означает, что процесс формирования цвета будет больше зависеть от активности видов *Micrococcaceae* и займёт больше времени, чем в колбасах с добавлением

нитрита. Так как виды *Micrococcaceae* подавляются только при низком уровне pH, колбасы с использованием нитрата, должны быть ферментированы традиционным способом (рисунок 4).



Рисунок 4. Редуцирование нитрата и образование оксида азота

Во время хранения готовой сухой колбасы, особенно нарезанной, цвет теряется, становясь серым. Это вызвано окислением гем-группы молекулы нитросилмиоглобина, т.к. двухвалентное железо окисляется, переходя в состояние окиси железа. Восприимчивость нитросилмиоглобина к окислению напрямую связана с окислением жира и окислительно-восстановительным потенциалом. При понижении уровня pH она возрастает.

Такие параметры, как атмосферный кислород, окисленный (прогорклый) жир, содержащий большое количество пероксида и свободных радикалов, а также пероксид водорода, вырабатываемый микроорганизмами, в колбасе или на поверхности ломтиков - всё это будет оказывать негативное воздействие. Во избежание пигментного окисления, которое может иметь место, в колбасный фарш, как было сказано выше, добавляются антиокислительные компоненты, а колбасы упаковывают под вакуумом или с использованием модифицированной атмосферы. Соответственно, рост видов *Micrococcaceae* в колбасах и их способность вырабатывать каталазу будет снижать окислительно-восстановительный потенциал и накопление пероксида.

Увеличение объема сырокопченых колбас на российском рынке, выработанных с применением стартовых культур связано с причинами:

- оснащение предприятий климокамерами;
- повышение культуры производства;
- расширение рынка стартовых культур (появляется возможность выработки колбас с различной скоростью ферментации, различной биохимической направленностью);
- использование стартовых культур позволяет получить продукт, близкий по вкусу и консистенции к традиционным сырокопченым колбасам.

Активная дискуссия идет по поводу применения препарата глюконо-дельта-лактона (ГДЛ), как альтернативного варианта стартовым культурам.

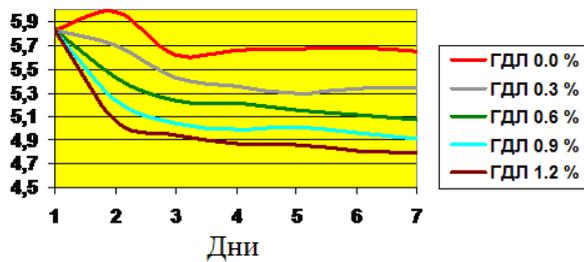
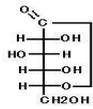


Рисунок 5. Зависимость динамики изменения pH от дозы внесения ГДЛ

Как показывает опыт, ГДО вызывает отклонения в органолептических характеристиках сырокопченых колбас (особенно при отсутствии контроля pH исходного мясного сырья): во вкусе (горькие и кислые), в цвете (нетипичный синекрасный цвет в результате слишком быстрого образования кислоты). В результате быстрого снижения pH фарш заметно уплотняется и усложняется процесс наполнения оболочек (необходимо строго контролировать продолжительность периода времени от приготовления фарша до формования - не более 45 минут).

Необходимость осадки батонов с ГДЛ при более низкой температуре, чем при созревании колбас со стартовыми культурами (повышенные температуры чрезмерно ускоряют образование глюконовой кислоты).

ГДЛ разлагается под действием гетероферментативных молочнокислых бактерий, всегда присутствующих в сырье, с образованием неприятного кислого привкуса;

Подавление глюконовой кислотой роста микрофлоры, чувствительной к pH, не так сильно, как у молочной и уксусной кислот, выделяемых стартовыми культурами.

Чрезмерное понижение pH и колебания температур хранения сырокопченых колбас могут привести к появлению крошливой консистенции продукции.

Сегодня нет сомнений в нужности и полезности стартовых культур. Стартовые культуры представляют собой живые микроорганизмы, выделенные методом селекции. С практической точки зрения использование стартовых культур в технологии ферментированных продуктов предпочтительнее, так как это позволяет улучшить качество и безопасность конечной продукции, а также стандартизировать технологический процесс производства.

Нет никакой уверенности, что в фарш, сформованный в оболочку, попадут нужные, полезные микроорганизмы, а не болезнетворные и гнилостные. Но даже, если попадут нужные, то будет ли их достаточно для того, чтобы они смогли успешно конкурировать с «вредной» микрофлорой и чтобы процесс изготовления колбас завершился успешно?

В отличие от ремесленного производства, современные мясоперерабатывающие предприятия работают в основном на привозном сырье (риск технологического брака). Микрофлора «естественного» созревания должна попасть в батоны вместе с сырьем, а, следовательно, она должна присутствовать в окружающей среде (в производственных помещениях) или на сырье.

Бактерии, которые попадают в фарш из окружающей среды, должны еще обладать способностью к выживанию и размножению в мясе в присутствии значительной концентрации поваренной соли, нитратов и/или нитритов, без доступа кислорода воздуха.

Формирование удачной микрофлоры при «естественном» созревании, очевидно, надо рассматривать скорее как некоторую случайность, чем постоянную закономерность. Современными исследованиями установлено и описано свыше 295 видов молочнокислых бактерий, встречающихся в колбасах, изготовленных путем «естественного» созревания. При этом далеко не все молочнокислые бактерии способны сохраняться и доминировать до конца созревания. Так, испанскими учеными изучалось разнообразие родов *L. Sakei* и *L. curvatus*, выделенных из сырокопченой колбасы «Чоризо». Было выявлено до 6 различных кластеров свойств, описаны по 4 биохимически отличающихся групп *L. sakei* и *L. curvatus* с разной конкурентоспособностью при созревании. Результаты по изучению разнообразия микроорганизмов далеко не окончательны, так как ежегодно описываются все новые, и новые разновидности, либо ранее неизвестные, либо появившиеся вследствие видовой изменчивости бактерий.

Применение стартовых культур – это обеспечение безопасности продукции.

Высокая антагонистическая активность стартовых культур обеспечивает санитарное качество продукта.

С самого начала работ по внедрению стартовых культур (1970-е) в промышленность стало очевидно, что их внесение предупреждает размножение патогенных микроорганизмов (листерий, золотистого стафилококка, кишечной палочки, кампилобактера и др.).

В нормативных документах некоторых стран требуется, чтобы значение pH продукта через 48-72 ч было ниже 5,2, что обеспечивает снижение риска развития сальмонелл. Кроме этого золотистый стафилококк прекращает выработку токсина при pH, равном 5,2 и ниже.

Требования к стартовым культурам:

- штаммы должны быть преимущественно изолированы из известных объектов без применения каких-либо биотехнологических воздействий на микроорганизм. Наряду с происхождением штамма должен быть известен способ селекции (индуцированный мутагенез, адаптация к определенным факторам, генно-инженерные манипуляции, в том числе самоклонирование, и др.) этих микроорганизмов;

- таксономическая принадлежность должна быть установлена до уровня штамма путем изучения широкого спектра фенотипических характеристик и подтверждена с использованием воспроизводимых молекулярно-генетических методов;

- штамм должен иметь номенклатурное название, которое приводится в соответствие с кодами современной международной классификации (по Approval Lists of Bacterial Names in International Journal of Systematic Bacteriology, 1980, v. 30, 225 - 420, <http://www.bacterio.cici.fr/> или Validation Lists in the International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology) и включать обозначение рода, вида и штамма;

- штамм должен быть задепонирован в национальных или международных коллекциях микробных культур Российской Федерации на условиях контрольного хранения;

- штаммы должны принадлежать к видам, имеющим документированную историю применения в пищу человеку, не должны обладать факторами патогенности, токсигенности и вызывать заболевания у людей и теплокровных животных;

- штаммы должны иметь изученный профиль антибиотикорезистентности в отношении современных применяемых в медицине антибиотиков и не обладать антибиотикорезистентностью трансмиссивного типа;

- должны иметь стабильные фенотипические, генотипические и технологические характеристики; иметь изученный профиль внехромосомных элементов (плазмид, транспозонов, бактериофагов и др.), при наличии внехромосомных элементов их функциональная роль должна быть охарактеризована и доказана неспособность к генному трансферу;

- не должны обладать способностью к транслокации в лимфоузлы, паренхиматозные

органы, кровь у человека и теплокровных животных, обладающих иммунодефицитностью;

- не должны обладать способностью к иммуносупрессии или избыточной иммуностимуляции, а также генерации провоспалительного эффекта *in vitro* и *in vivo*;

- не должны обладать способностью образовывать новые метаболические продукты или избыток известных продуктов в количествах, способных вызывать побочные эффекты;

- не должны ингибировать рост представителей нормальной резидентной микрофлоры желудочно-кишечного тракта человека и теплокровных животных.

Требования к штаммам зарубежного производства:

- для штаммов зарубежного производства, впервые ввозимых на территорию Российской Федерации, требуется документальное подтверждение разрешения их использования в пищевой промышленности и/или в свободной продаже населению со стороны компетентных органов страны-изготовителя;

- потенциально интересные для промышленного использования штаммы должны быть охарактеризованы и протестированы на наличие у них технологических и функциональных свойств;

- штаммы, отбираемые для стартовых культур, должны сохранять жизнеспособность, генетическую стабильность, функциональные характеристики на всех этапах производства, транспортировки и хранения, не сообщать продукту неудовлетворительных вкусов, запахов и других свойств;

- штаммы, отбираемые для производства многокомпонентных продуктов, таких как сырокопченые колбасы, включающих ингредиенты с антимикробной активностью (поваренную соль, нитрит натрия, пряности, эфирные масла, сахара, пищевые волокна и др.), должны быть испытаны на совместимость.

За достижение результатов созревания сырокопченых колбас отвечают разные виды бактерий. За снижение уровня pH, образование текстуры и подавление нежелательной флоры отвечают молочнокислые бактерии (*Pediococcus*, *Lactobacillus* или др.). Для образования и сохранения цвета наиболее важны штаммы семейства *Micrococaceae* - они обладают способностью расщеплять нитрат (или нитрит, окисленный до нитрата), что способствует цветообразованию; также они способствуют образованию каталазы или псевдокаталазы, которые расщепляют H₂O₂ и, таким образом, предотвращают побледнение сырокопченой колбасы. Для

образования вкуса и аромата чаще всего используют штаммы семейств *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*. Отдельные штаммы комбинируются так, чтобы обеспечить все три основных процесса во время созревания сырокопченых колбас.

Видовый и качественный состав стартовых культур разнообразен и зависит от технологической направленности. В стартовых культурах для получения комплексного технологического эффекта используются денитрифицирующие и кислотообразующие бактерии совместно. В качестве денитрифицирующих и ароматобразующих микроорганизмов в основном используются стафилококки, а в качестве кислотообразующих – педиококки и лактобациллы.

В производственной практике используются: бакпрепараты, состоящие из двух видов микроорганизмов, из трех и четырех, а также монокультуры, бакпрепараты специального назначения (биопротекторы для усиления цвета).

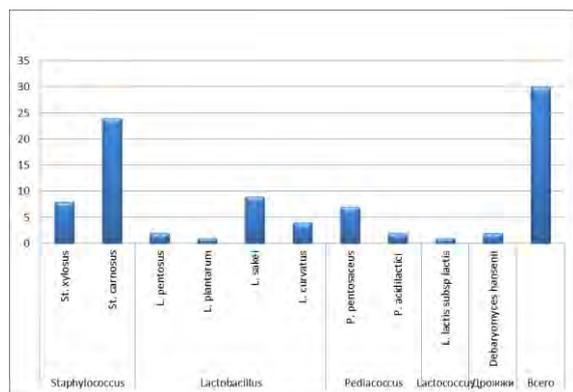


Рисунок 7. Частота использования различных видов микроорганизмов

Частота использования различных видов микроорганизмов приведена на рисунке 7.

Арт.8920 «Бессаарт 20/100» с экономической дозировкой 20г на 100кг фарша и низкой себестоимостью. В их состав входят *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus carnosus*, *Pediococcus pentosaceus*.

Стартовые культуры арт.8920 «Бессаарт» с дозировкой 60г на 100 кг фарша и низкой себестоимостью, которые хорошо себя зарекомендовали и пользуются стабильным спросом у российских производителей. В их состав входят *Staphylococcus xylosum* и *Lactobacillus plantarum*.

«Бессаарт 20/100» и «Бессаарт» - это универсальные культуры для всех типов сырокопченых колбас, которые требуют умеренной кислотности и стабильной ферментации. Они

могут использоваться при выработке традиционных сырокопченых колбас типа Брауншвейгская, Московская, Сервелат, Столичная, свиная и др. При выработке данного ассортимента закладка натуральных специй и сахара может оставаться, но мы рекомендуем использовать в этом случае дополнительно смесь сахаров арт.7360 «Кристаллут», а также стабилизатор цвета арт.7440 «Фарбфест».

Безупречного надежного результата поможет достичь совместное использование стартовых культур «Бессаарт 20/100» (или «Бессаарт») с комплексными препаратами серии Бессавит Клин Тек – с помощью можно успешно управлять процессом созревания сырокопченых колбас, окисление фарша будет происходить микробиологическим путем.

Данные препараты содержат специи, очищенные методом щадящей паровой обработки «Клин Тек». В основе этой технологии лежит принцип краткосрочного воздействия высоких температур. На обрабатываемый материал воздействуют насыщенным водяным паром, благодаря чему хорошо промешанный материал равномерно нагревается и большая часть микроорганизмов погибает. Способ паротепловой обработки Клин Тек щадящий и эффективный, надежный и натуральный, гарантирующий стандартное качество.

Недавно в Могунции была разработана инновационная серия стартовых культур. Никаких шансов для сальмонелл и листерий в сырокопченной колбасе не оставляет новая уникальная система защиты и созревания Протект! Основу этой системы составляют специально разработанные стартовые культуры арт. 8929 ПротектСтарт - комбинация стартовых культур (микроорганизмы вида *Leuconostoc Citreum* и *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus carnosus*, сахароза) для контролируемого ускоренного процесса созревания сырокопченых и сыровяленых колбас. Как известно, микробиологическая обсемененность мяса птицы больше чем у других видов мяса (свинина, говядина и др.). А данные культуры представляют собой защитный барьер, превосходящий все известные барьерные технологии. При этом они дополнительно создают мягкую ферментацию и способствуют оптимизации водородного показателя. Благодаря обеспечению превосходного цвета можно во многих случаях отказаться от дополнительного применения красителей. Вместе со стартовыми культурами поставляются подходящие к ним препараты для созревания серии «БессавитПротект». Специально подобранный

препарат для созревания может гарантировать полную эффективность. В связи с этим целесообразно использовать Протектстарт при производстве сырокопченых и сыровяленых колбас с использованием мяса птицы.

Как влияет сокращение длительности изготовления на качество?

Сокращение продолжительности обезвоживания: как правило, влечет только отрицательные последствия. Можно добиться подбором способов измельчения, применением специального оборудования, обеспечивающего однородность измельчения, изменением рецептуры в сторону повышения жира и/или снижения влаги в исходном фарше и пр. Необходимо соблюдать массовую долю влаги в конечном продукте (не выше 40 %, активность воды - не более 0,88). Параметры сушки (влажность) должны соответствовать формуле $=Aw \times 100 - 4$.

Активность воды – «существует зависимость между состоянием воды в продукте и ростом микроорганизмов в нём» (У.В. Скотт, 1953г). A_w принимает относительную влажность окружающей среды; является движущей силой процесса массовлагообмена. Значение A_w 0,9-0,99 обеспечивает нормальное развитие большинства микроорганизмов.

Использование стартовых культур и специально подобранных к ним препаратов для созревания на примере сырокопченной колбасы из мяса птицы представлена в таблице 3.

Т а б л и ц а 3
Сырокопченая колбаса с использованием мяса птицы (крупноструктурная)

Основное сырье		Технологические ингредиенты		
Наименование	Кол-во, кг	Артикулы	Наименование	Кол-во, г
			НПС общая	270
Грудки куриные	65	8929	Протектстарт	60
Шпик хребтовой	25	52533	БессавитПротект СаямиМильд	100
Гранулы соевые и/или Типро гранулы	10	50132 /1	Суперферм	100
Итого:	100			
Оболочка проницаемая				

Процесс производства сырокопченых колбас с данными добавками не зависит от случайностей, так как в препаратах значительно

снижено исходное содержание бактерий, отсутствует патогенная флора, снижена ферментативная активность (например, липаз, которые способствуют прогорканию жиров).



1 - Высшего качества, 2- Менее качественный, 3- Перечный олеорезин, нанесенный на декстрозу

Рисунок 8. Влияние разных видов перца на снижение показателей pH

На рисунке 8 показано, какое огромное влияние на изменение уровня pH оказывают специи (на примере сырокопченной колбасы, произведенной с одинаковыми сахарами, стартовыми культурами Бессастарт и разными видами перца):

На этих примерах отчетливо видно, как важно, чтобы все компоненты были тщательно подобраны друг к другу. Вот почему рекомендуется использовать стартовые культуры серии Бессастарт совместно с комплексными препаратами серии Бессавит Клини Тех.

В практике в процессе производства сырокопченых колбас нашими технологами и коллегами были достигнуты некоторые рекомендации внесения дополнительных препаратов и добавок в рецептуры сырокопченых и сыровяленых колбас:

- внесение трансглютаминазы – для уплотнения структуры;

- внесение дрожжей – минимальная дозировка для исключения образования прогорклости в колбасных изделиях во время сушки и хранения;

- внесение фосфатов – до 40-50г на 100 кг фарша.

Но не следует вносить следующие ингредиенты:

- Имбирь - сильная специя, способная разлагать стартовые культуры;

- Розмарин – противопоказан;

- Орегано – не рекомендуется вносить в рецептуры сырокопченых колбас, образуется не свойственный вкус;

- Чеснок – не следует давать большие дозировки, лучше использовать в виде экстракта.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипова Л.В., Толпыгина И.Н. Калачев А.А. Технология и оборудование производства колбас и полуфабрикатов. Санкт-Петербург: Гиорд, 2011. 600 с.
- 2 Рогожин В.В. Биохимия молока и мяса: учеб. СПб.: ГИОРД, 2012. 456 с.
- 3 Гиро Т.М., Прянишников В.В., Толкунова Н.Н. Использование белковых препаратов в мясных технологиях. Саратов, 2013. 205 с.
- 4 Антипова Л.В., Жаринов А.И., Глотова И.А. Прикладная биотехнология. СПб: Гиорд, 2003. 288 с.
- 5 Полтавская Ю.А. и др. Применение стартовых культур при производстве сырокопченых колбас // Молодой ученый. 2014. №9. С. 193-196.
- 6 Тимошенко Н.В. Технология переработки и хранения продукции животноводства: учебное пособие. Краснодар: КубГАУ, 2010. 576 с.

REFERENCES

- 1 Antipova L.V., Tolpygina I.N., Kalachev A.A. Tekhnologiya i oborudovanie proizvodstva kolbas [Technology and equipment for the production of sausages and semi-finished products]. Saint-Petersburg, Giord, 2011. 600 p. (In Russ.).
- 2 Rogozhin V.V. Biokhimiya moloka i myasa [Biochemistry milk and meat]. Saint-Petersburg, GIORД, 2012. 456 p. (In Russ.).
- 3 Gyro T.M., Pryanishnikov V.V., Tolkunova N.N. Ispol'zovanie belkovykh preperetov v myasnykh tekhnologiyakh [Use of protein drugs in meat technology]. Saratov, 2013. 205 p. (In Russ.).
- 4 Antipova L.V., Zharinov A.I., Glotova I.A. Prikladnaya biotekhnologiya [Applied Biotechnology]. Saint-Petersburg, Giord, 2003. 288 p. (In Russ.).
- 5 Poltavskaya Yu.A. et al. Use of starter cultures in the production of raw sausages. *Molodoi uchenyi*. [Young scientist], 2014, no. 9, pp. 193-196. (In Russ.).
- 6 Timoshenko N.V. Tekhnologiya pererabotki i khraneniya produktsii zhivotnovodstva [Technology of processing and storage of animal products]. Krasnodar, KubGAU, 2010. 576 p. (In Russ.).

УДК 338.43:001

Профессор Н.С. Родионова, магистрант Ю.О. Калгина,
магистрант М.М. Зяблов, магистрант В.Б. Науменко
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра сервиса и ресторанного бизнеса.
тел. (473) 255-37-72
E-mail: yuliya_kalgina@bk.ru

Professor N. S. Rodionova, undergraduates Yu.O. Kalgina,
undergraduates M. M. Zyablov, undergraduates V. B. Naumenko
(Voronezh state university of engineering technologies)
Department of service and restaurant business.
phone (473) 255-37-72
E-mail: yuliya_kalgina@bk.ru

Применение полносвязной искусственной нейронной сети для прогнозирования режимов хранения отечественного низкомасличного сырья в контролируемых средах

Application of a full-coherent artificial neural network for forecasting of the modes of storage of domestic low-olive raw materials in controlled environments

Реферат. Проведены исследования по увеличению срока годности зародышей пшеницы (ЗП) с использованием композиций органических кислот. С целью исследования влияния концентрации смесей органических кислот на изменение показателей качества при хранении ЗП в различных режимах исследовали качественные показатели в диапазоне концентраций 1-7 % к массе продукта. Контролем служили необработанные ЗП. Опытные продукты хранили в условиях холодильника (температура 4-6 °С, относительная влажность воздуха 75-80 %) и склада (температура 20-22 °С, относительная влажность воздуха 70-80 %). Разработан программный продукт на основе программы обучения и анализа обучения искусственной полносвязной нейронной сети (ИНС) на языке Python 2.7 с программными библиотеками математической обработки научных данных «scipy». В качестве входных параметров нейронной сети рассматривались: влажность пшеничных зародышей (x_1 , %), относительную влажность окружающего воздуха (x_2 , %), температуру окружающей среды (x_3 , °С) и концентрацию смеси органических кислот (x_4 , %). С помощью программного обеспечения были спроектированы и обучены несколько нейронных сетей. Для моделирования использовалась сеть с двумя слоями. Применяя разработанную и обученную нейронную сеть, построили зависимость $y(x_1, x_2, x_3, x_4)$. Для визуализации в трехмерном пространстве ограничили количество аргументов функции двумя. Представлены результаты работы нейронных сетей $y(x_1, x_4)$ с зафиксированными входными параметрами ($x_2 = 60$, %, $x_3 = 20$, °С) и нейронной сети $y(x_2, x_3)$ с зафиксированными входными параметрами ($x_1 = 15$ %, $x_4 = 5$ %). Получена математическая модель, которая по заданной совокупности определенных параметров хранения позволяет получить конкретное значение выходного параметра и планировать режимы хранения в контролируемых средах.

Summary. Researches on increase in an expiration date of the wheat germs (WG) with use of compositions of organic acids are conducted. With a research objective of influence of concentration of mixes of organic acids on change of indicators of quality at storage of the SALARY in various modes investigated quality indicators in the range of concentration of 1-7% to the mass of a product. As control the raw SALARIES served. Skilled products stored in refrigerator conditions (temperature 4-6 °C, relative humidity of air of 75-80%) and a warehouse (temperature 20-22 °C, relative humidity of air of 70-80%). The software product on the basis of the program of training and the analysis of training of an artificial full-coherent neural network (INS) in the Python 2.7 language with program libraries of mathematical processing of scientific data of "scipy" is developed. As input parameters of a neural network were considered: humidity of wheaten germs (x_1 , %), relative humidity of air (x_2 , %), ambient temperature (x_3 , °C) and concentration of mix of organic acids (x_4 , %). By means of the software, some neural networks were designed and trained. For modeling the network with two layers was used. Applying the developed and trained neural network it is possible constructed dependence $y(x_1, x_2, x_3, x_4)$. For visualization in three-dimensional space limited amount of arguments of function by two. Results of work of neural networks $y(x_1, x_4)$ with the recorded entrance parameters ($x_2 = 60$, %, $x_3 = 20$, °C) and a neural network $y(x_2, x_3)$ with the recorded input parameters are presented ($x_1 = 15$ %, $x_4 = 5$ %). The received mathematical model which on the set set of certain parameters of storage, allows to receive concrete value of output parameter and to plan the storage modes in controlled environments.

Ключевые слова: зародыши пшеницы и продукты их переработки, нейронная сеть, режимы хранения.

Key words: germs of wheat and products of their processing, neural network, storage modes.

В настоящее время остро стоит проблема развития импортозамещающих технологий, рационального использования отечественных сырьевых ресурсов, в этой связи переработка вторичных фракций зародышей пшеницы (ЗП) представляет интерес. Создание на их основе пищевых продуктов с прогнозируемым биопотенциалом и потребительскими свойствами, является важным и перспективным направлением развития пищевой промышленности страны.

ЗП обладают низкой стабильностью при хранении (рисунок 1). С целью разработки практических рекомендаций по режимам хранения ЗП были выбраны интервалы варьирования факторов (таблица 1). Воспользовавшись программой обучения и анализа обучения искусственной нейронной сети (ИНС) на языке Python 2.7 с программными библиотеками математической обработки научных данных «scipy», разработали программный продукт, с помощью которого экспериментальные данные были обработаны.

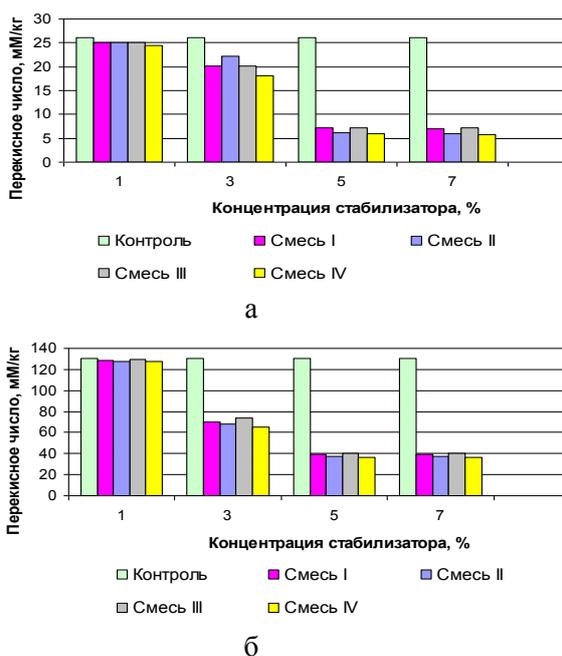


Рисунок 1. Значения перекисных чисел на 8 неделе хранения зародышей пшеницы, обработанных композициями органических кислот: а – холодильник; б – склад

Для работы была выбрана полносвязная нейронная сеть. В качестве входных параметров нейронной сети рассматривали: влажность пшеничных зародышей (x_1 , %), относительную влажность окружающего воздуха (x_2 , %), температуру окружающей среды (x_3 , °C) и концентрацию смеси органических кислот (x_4 , %). Сеть будет иметь один выход – значение пере-

кисного числа (y , мм/кг). Время хранения считалось постоянным (8 недель). При определении диапазона изменения факторов интервалы измерений устанавливались таким образом, чтобы нужные нам величины располагались внутри интервала (таблица 1).

Т а б л и ц а 1
Интервалы варьирования входных параметров нейронной сети

Факторы	Единица измерения	Интервал варьирования	
		Нижний предел	Верхний предел
Влажность зародышей пшеницы	%	14	16
Относительная влажность окружающего воздуха	%	60	80
Температура окружающей среды	°C	0	28
Концентрация стабилизатора	%	1	7

Искусственная нейронная сеть (ИНС) - математическая модель, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма. Нейронные сети позволяют решать очень большой круг практических проблем, в частности, классификаций. Задача, решаемая в проведенных исследованиях, в представленном виде не является задачей классификации, но может быть сведена к ней [1, 2, 3].

При осуществлении функционирования нейрон одновременно принимает множество входных сигналов. Каждый вход нейронной сети обладает своим личным синоптическим весом, который оказывает влияние на него и необходим для функции сумматора. Вес считается мерой значимости входных связей. Весы влиятельного входа увеличиваются и, наоборот, вес незначительного входа принудительно сокращается, что характеризует силу входного сигнала. Весы могут меняться в соответствии с обучающими примерами, в качестве которых используются значения перекисных чисел на 8 неделе хранения зародышей пшеницы, стабилизированных комплексами органических кислот. Также влияние оказывает архитектура сети и правила обучения. Первым действием нейрона считается расчет взвешенной суммы всех входов, в результате будет получено одно число. Результат функции сумматора проходит через передаточную функцию и преобразуется в выходной сигнал. В передаточной функции для выявления выхода нейрона общая сумма сверяется с некоторым порогом. Если сумма

больше значения порога, нейрон генерирует сигнал, в противном случае сигнал будет нулевым или тормозящим [4].

Далее после передаточной функции выходной сигнал проходит дополнительную обработку масштабирования, то есть результат передаточной функции умножается на масштабирующий коэффициент и добавляется смещение. По аналогии с биологическим нейроном, каждый искусственный нейрон имеет один выходной сигнал, который передается множеству других нейронов. В основном, выход прямо пропорционален результату передаточной функции. В некоторых сетевых архитектурах результаты передаточной функции изменяются для создания соревнования между соседними нейронами. Нейронам предлагается соревноваться между собой, блокируя действия нейронов, имеющих несильный сигнал. Конкуренция может происходить между нейронами, расположенными на одном или разных слоях. Во-первых, конкуренция определяет, какой искусственный нейрон будет активным и обеспечит выходной сигнал. Во-вторых, конкурирующие выходы помогают выяснить, какой нейрон будет участвовать в процессе обучения [3-5].

Целью обучения является настраивание весов соединений на входах каждого нейрона в соответствии с заданным алгоритмом обучения для получения требуемого результата. Существует два способа обучения: контролируемое и неконтролируемое. В случае неконтролируемого обучения система самоорганизовывается по внутреннему критерию, заложенному в алгоритм обучения. Контролируемое обучение (применяемое в нашем случае) требует обучающего множества данных или наблюдателя, который отслеживает эффективность результатов сети.

Среди известных архитектурных решений выделяют группу слабосвязанных нейронных сетей, в которой нейроны связаны лишь со своими соседями, и полносвязные сети (применяемые в нашем случае), в которых нейроны связаны по принципу “каждый с каждым”.

Анализируя наиболее известные на данное время разработки нейронных сетей, необходимо отметить, что самым распространенным вариантом архитектуры являются многослойные сети с прямым распространением. Нейроны в данной архитектуре объединяются в структуры под названием слои, у которых существует один вектор входов. Внешний набор входов называется рецепторами, а внешний набор выходов из последнего слоя называются эффекторами. Между наборами входов и выходов имеется некоторое количество слоев [5].

Далее, для исследования зависимости перекисного числа речь будет идти исключительно про полносвязанные нейронные сети. На рисунке 2 представлен результат обучения нейронной сети, где по оси абсцисс расположены значения количества слоев, по оси ординат – ошибка обучения. Несложно увидеть, что минимальная ошибка соответствует сетям с количеством слоев 2 и 4 (рисунок 2).

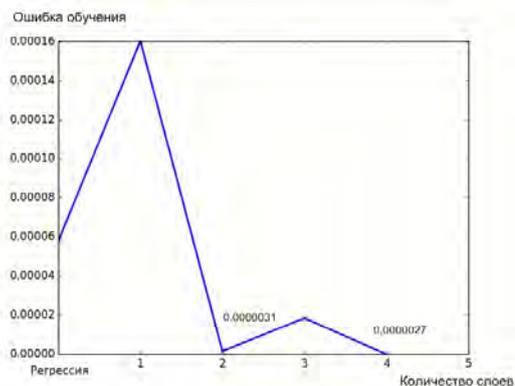


Рисунок 2. Зависимость ошибки обучения от количества слоев нейронной сети

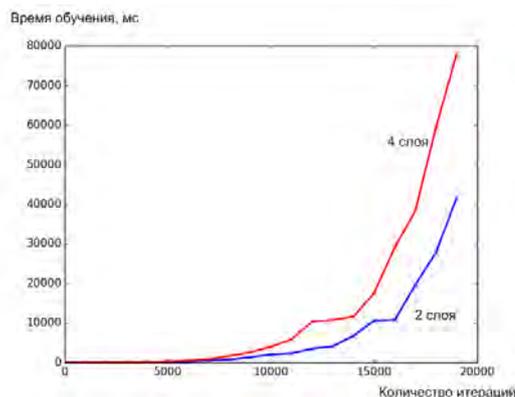


Рисунок 3. Зависимость времени обучения в миллисекундах от количества итераций: красный график – нейронная сеть с 4 слоями, синий график – нейронная сеть с 2 слоями

Особенность нейронных сетей, как аналога биологического мозга, состоит в способности к обучению “с учителем”, что означает наличие исходного обучающего множества. Обучение нейронной сети в данном контексте рассматривается как синтез и анализ архитектуры и весовых коэффициентов нейронных связей в соответствии с данными обучающего множества для решения проблемы. Наличие экспериментальных данных в этой работе позволяет использовать режим контролируемого обучения.

С помощью программного обеспечения были спроектированы и обучены несколько нейронных сетей. По результатам обучения выбранные сети необходимо протестировать на

скорость работы. Результаты исследования представлены на рисунке 3. Очевидно, что для моделирования следует использовать сеть с двумя слоями, как наиболее “быструю” с точки зрения эффективности использования машинного времени и ошибки обучения (рисунок 2).

Коэффициенты выбранной нейронной сети представлены на рисунке 4.

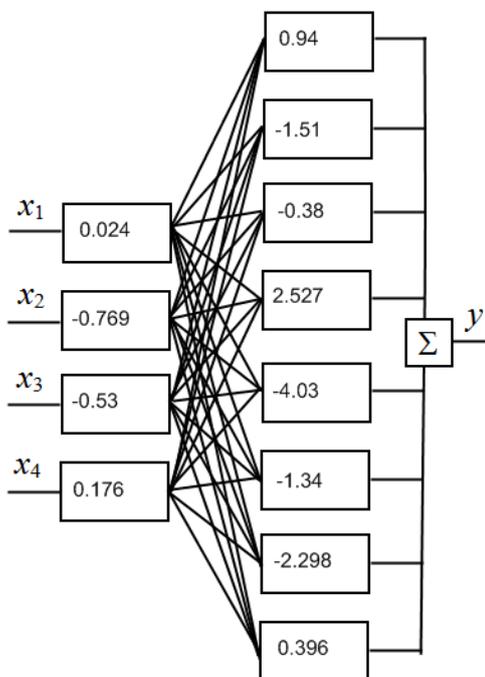


Рисунок 4. Выбранная архитектура нейронной сети, где x_1 – влажность пшеничных зародышей, %; x_2 - относительная влажность окружающего воздуха, %; x_3 - температура окружающей среды, °С; x_4 - концентрация стабилизатора; y – значение перекисного числа, мМ/кг

Результат работы ИНС представлен на рисунках 5, 6.

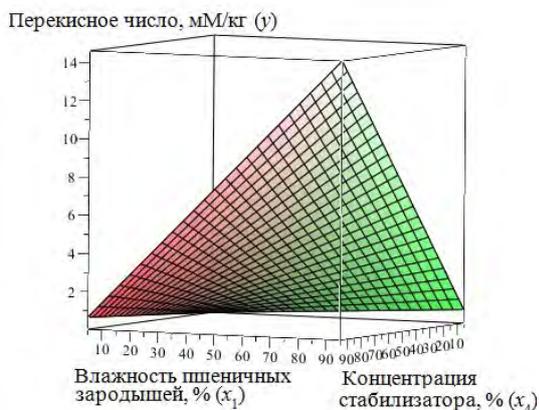


Рисунок 5. Результат работы нейронной сети с зафиксированными входными параметрами ($x_2 = 60$, %, $x_3 = 20$, °С): два вида одной трехмерной поверхности, построенной как $y(x_1, x_4)$

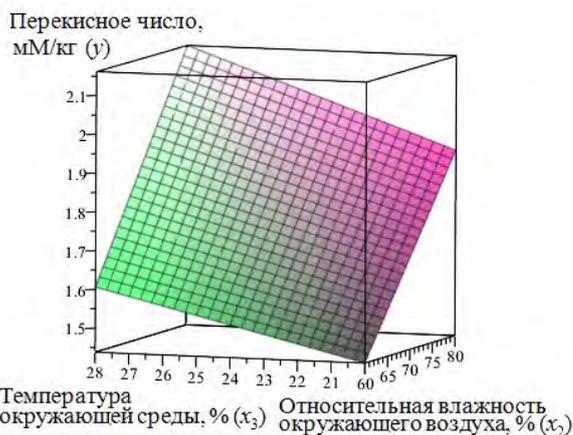


Рисунок 6. Результат работы нейронной сети с зафиксированными входными параметрами ($x_1=15$ %, $x_4=5$ %): два вида одной трехмерной поверхности, построенной как $y(x_2, x_3)$

Применяя разработанную и обученную нейронную сеть, можно построить зависимость $y(x_1, x_2, x_3, x_4)$ – это пятимерное пространство, которое сложно визуализировать. Для визуализации в трехмерном пространстве необходимо ограничить количество аргументов функции двумя. На рисунке 5 представлен результат работы нейронной сети $y(x_1, x_4)$ с зафиксированными входными параметрами ($x_2 = 60$, %, $x_3=20$, °С). На рисунке 6 представлен результат работы нейронной сети $y(x_2, x_3)$ с зафиксированными входными параметрами ($x_1 = 15$ %, $x_4= 5$ %).

В результате работы получили обученную нейронную сеть, которая по заданной совокупности значений влажности пшеничных зародышей, относительной влажности окружающего воздуха, температуры окружающей среды и концентрации смеси органических кислот позволяет получить конкретное значение выходного параметра - перекисного числа [5, 6]. В результате подстановки различных значений параметров x_1, x_2, x_3, x_4 можно сделать вывод, что при самых неблагоприятных условиях хранения пшеничных зародышей в складе (относительная влажность воздуха 80 %, температура 28 °С) минимально возможное значение стабилизирующей смеси составляет 5 %, при этом значение перекисного числа изменяется в допустимых пределах. Данная математическая модель позволяет с высокой точностью получать значения концентрации стабилизирующей смеси в зависимости от конкретных условий и планировать режимы хранения в контролируемых средах [5, 7, 8].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Евменов В. П. Интеллектуальные системы управления. Москва: Либроком, 2009. 290 с.
- 2 Карташов Л. П., Зубкова Т. М. Параметрический и структурный синтез технологических объектов на основе системного подхода и математического моделирования. Екатеринбург: Уро РАН, 2013. 225 с.
- 3 Алексеева Т. В., Родионов А. А. Управление качеством пищевых систем на основе жмыха зародышей пшеницы // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2013. № 5. С. 30-33.
- 4 Грачев Ю.П., Плаксин Ю. М. Математические методы планирования экспериментов. Москва: ДеЛи принт, 2009. 296 с.
- 5 Хайкин С. Нейронные сети. Москва : Вильямс, 2006.- 1104 с.
- 6 Abramov G. V., Emelyanov A. E., Ivashin A. L. Identification of applicability area of mathematical model of network control system functioning in asynchronous mode during data transfer via multiple access channel // WMSCI 2011: the 15th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics. 2011. V. 3. P. 199-202.
- 7 Бондаренко О. А. Разработка технологии стабилизации качества пшеничных зародышей: дисс. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2006. 197 с.
- 8 Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. Москва: Горячая Линия-Телеком, 2010. 382 с.
- 9 Бараненко Д.А., Салами М. Изменение белковой фракции говядины в цикле «замораживание-хранение-тепловая обработка» // Вестник Международной академии холода. 2014. № 4. С. 15-18.

REFERENCES

- 1 Evmenov V. P. Intellektual'nye sistemy upravleniya [Intellectual control systems]. Moscow, Librok, 2009. 290 p. (In Russ.).
- 2 Kartashov L. P., Zubkova T. M. Parametricheskii i strukturnyi sintez tekhnologicheskikh ob"ektov na osnove sistemnogo podkhoda i matematicheskogo modelirovaniya [Structural synthesis of technological objects on the basis of system approach and mathematical modeling]. Ekaterinburg, Uro RAN, 2013. 225 p. (In Russ.).
- 3 Alekseeva T. V., Rodionov A. A. Management of quality of food systems on the basis of cake of germs of wheat. *Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom*. [Economy. Innovations. Quality management], 2013, no. 5, pp. 30-33. (In Russ.).
- 4 Grachev Yu.P., Plaksin Yu. M. Matematicheskie metody planirovaniya eksperimenta [Mathematical methods of planning of experiments]. Moscow, DeLi print, 2009. 296 p. (In Russ.).
- 5 Khaykin S. Neironnye seti [Neural networks]. Moscow, Williams, 2006. 1104 p. (In Russ.).
- 6 Abramov G.V., Emelyanov A.E., Ivashin A.L. Identification of applicability area of mathematical model of net-work control system functioning in asynchronous mode during data transfer via multiple access channel. WMSCI 2011: 15th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics, 2011, vol. 3, pp. 199-202.
- 7 Bondarenko O. A. Razrabotka tekhnologii stabilizatsii kachestva pshenichnykh zarodyshei. Diss. kand. tekh. nauk [Development of technology of stabilization of quality of wheaten germs. diss. cand. tech. sci.]. Voronezh, 2006. 197 p. (In Russ.).
- 8 Rutkovskaya D., Pilinskii M., Rutkovskii L. Neironnye seti, geneticheskie algoritmy i nechetkie sistemy [Neural networks, genetic algorithms and indistinct systems]. Moscow: Goryachaya Liniya-Telecom, 2010. 382 p. (In Russ.).
- 9 Baranenko D.A., Salami M. Changes of beef protein fraction in "freezing - storage - heat treatment" cycle. Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda. [Bulletin of international academy of refrigeration], 2014, no. 4, pp. 15-18. (In Russ.).

УДК 664.661:594

Соискатель Е.И. Киреева,
(Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко)
кафедра пищевых технологий тел. +3 (8099)976-05-19
E-mail: elena_kireeva84@mail.ru

профессор Е.И. Пономарева
(Воронежский гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского, макаронного и зерноперерабатывающего производств. тел. (473)255-38-51
E-mail: Elena6815@yandex.ru

Applicant E.I. Kireeva,
(Luhansk, Ukraine, Luhansk Taras Shevchenko National University)
Department of Food Technology. phone +3 (8099)976-05-19
E-mail: elena_kireeva84@mail.ru
professor E.I. Ponomareva
(Voronezh, Russia, State University of Engineering Technology)
Department of technology of baking, confectionary, pasta and grain processing industries.
phone (473)255-38-51
E-mail: Elena6815@yandex.ru

Исследование влияния хлебобулочных изделий с внесением диетической добавки «Рапамид» на клиническое состояние организма человека

Impact of new products with a flour dietary supplements "Rapamid" on clinical state of the human

Реферат. Важнейшей проблемой, стоящей перед пищевой промышленностью Украины, является обеспечение населения продуктами питания повышенной биологической ценности. В настоящее время совершенствуется технология производства традиционных продуктов питания и создается новое поколение пищевых продуктов, которые отвечают возможностям сегодняшнего дня. Это продукты со сбалансированным составом, низкой калорийностью, с пониженным содержанием сахара и жира, повышенным содержанием полезных для здоровья ингредиентов функционального и лечебного назначения. Учитывая, что хлеб является одним из основных продуктов питания, задание снижения энергетической ценности хлебобулочных изделий и обогащение их пищевыми волокнами, витаминами и минеральными веществами является важным и актуальным. Одной из основных задач, стоящих перед пищевой промышленностью Украины, на сегодня является поиск новых видов сырья, которое обладает функциональными свойствами и большим химическим составом, способностью заменить дорогое импортное сырье. В статье представлены результаты клинического исследования диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с ее использованием на организм человека. Были определены радиозащитные свойства диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с ее добавлением. Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что дополнительное назначение к обычному рациону питания и базисной терапии диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с использованием этой добавки способствует повышению иммунитета подростков школьного возраста, профилактике заболеваний при стрессах и физических перенапряжениях, способствует повышению показателей гемоглобина и эритроцитов у подростков школьного возраста с полидефицитными анемиями. Предлагаемый вид хлеба обладает антиоксидантными, противоаллергическими и радиопротекторными свойствами, положительно влияет на состояние сердечнососудистой и кроветворной систем, выводит из организма токсичные элементы и радионуклиды.

Summary. The principal problems, which the food industry of Ukraine is confronted with, is to provide the population with foodstuffs of high biological value. At the moment the technology of producing traditional foodstuffs is being improved and new generation of foodstuffs, which meet today's requirements, is being made. These are foodstuffs with balanced composition, low calorie, sugar and fat content, high content of healthy ingredients for functional and therapeutic purposes. Taking into account that bread is one of the principal foodstuffs, the task of reducing caloric content of baked goods and enriching them with dietary fibers, vitamins and mineral substances is important and urgent. One of the main tasks of the food industry in Ukraine today is the search for new types of additives that contain a complex of functional ingredients and can give therapeutic and prophylactic properties for food products. The article presents the results of a clinical study of dietary additive "Rapamid" and flour products using this additive for the human body. The authors studied radioprotective properties of dietary additive "Rapamid" and flour products with it. Also it was investigated the influence of these additives and products with it on the general clinical condition of the children who receive high doses of radiation. The obtained results show that additional appointment to the normal diet and the basic treatment of dietary additive "Rapamid" and flour products with the use of this additive promotes children's immunity, disease prevention with stress and physical stress. Dietary additive "Rapamid" and flour products using this have antioxidant, anti-allergic and radioprotective properties, have positively influences on the cardio - vascular and hematopoietic systems, displays the body of toxic elements and radionuclides.

Ключевые слова: диетическая добавка «Рапамид», хлебобулочные изделия, радиопротекторные свойства, радиозащитные свойства.

Keywords: dietary additive "Rapamid", flour products, radioprotective properties, radionuclides.

Как известно, здоровье человека непосредственно связано с пищей, которую он ежедневно употребляет. В настоящее время основа современной пищевой науки базируется на формуле: «Здоровье является функцией питания». Исследования РАМН показали, что сейчас продукты питания, которые потребляет население, не полностью удовлетворяют физиологическим потребностям человека, вследствие чего возрастает общая заболеваемость, снижается работоспособность, значительно сокращается продолжительность жизни и численность населения.

Анализ потребления пищевых продуктов в Украине за последнее десятилетие показал, что судьба хлебобулочных изделий в структуре рациона питания украинцев существенно возросла и продолжает увеличиваться, что преимущественно связано с их невысокой стоимостью по сравнению с другими продуктами питания. Важным моментом в разработке новых продуктов является улучшение органолептических и физико-химических свойств продуктов.

Согласно медико-биологическим принципам обогащать продукты питания следует, в первую очередь, теми микронутриентами, дефицит которых широко распространен и наиболее опасен для здоровья всего населения, особенно отдельных его групп (детей, беременных женщин, работников вредных профессий и др.).

Проблема обогащения продуктов питания микроэлементами и антиоксидантами стоит очень остро и требует поиска новых источников этих веществ.

Вопросам повышения пищевой ценности продуктов посвящены работы известных ученых. Среди российских коллег одними из первых этой проблемой занимались профессора А. П. Доброславин и Ф. Ф. Эрисман, большой вклад в изучение функциональных продуктов внесли В. И. Дробот, А. М. Поперечный, Г. В. Дейниченко, Л. М. Крайнюк, В. Ф. Доценко, Л. И. Карнаушенко, Н. П. Козьмина, Л. Я. Ауэрман и др. [1].

Наибольшее распространение получили технологии, основанные на применении добавок диетического и лечебно-профилактического назначения (препаратов бета-каротина, йодсодержащих добавок, отрубей) для приготовления специальных видов хлебобулочных изделий.

Одной из важных задач, стоящих перед пищевой промышленностью, на сегодня является поиск новых видов сырья, которое обладает функциональными свойствами, способными заменить дорогое импортное сырье.

Для исследования использовали диетическую добавку гидролизата из моллюсков «Рапамид», который был разработан Институтом биологии южных морей НАН Украины.

Первичным сырьем для его получения являются полноценные белки морских моллюсков мидии и рапаны черноморской. При гидролизе белки расщепляются на аминокислоты и простые пептиды, которые легко усваиваются организмом человека. Это лучшая форма восприятия белка взрослыми и детьми [4].

Гидролизат из моллюсков по своему составу является смесью аминокислот и простых пептидов, полиненасыщенных жирных кислот, макро- и микроэлементов в биологически активной форме [2].

Целью исследований является оценка радиозащитных свойств добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий, обогащенных этой добавкой, на основании комплексных клинико-лабораторных исследований подростков школьного возраста, постоянно проживающих на радиоактивно загрязненных территориях.

Клиническую эффективность добавки и изделий оценивали с помощью специального унифицированного протокола «Оценки клинической эффективности пищевых продуктов с радиозащитными свойствами». Фиксировались данные клинического, лабораторного и инструментального исследований. Содержание цезия-137 в организме подростков школьного возраста контролировалось с помощью метрологического обеспеченного счетчика излучения человека (СИЧ) Скринер 3М. Исследование крови проводили на полуавтоматическом гемоанализаторе фирмы «SYSMEX» (Япония) [5]. Популяционный и субпопуляционный состав иммунокомпетентных клеток изучали методом точной цитофлюориметрии.

Методом простой радиальной иммунодиффузии в агаровом гели определяли уровень сывороточных иммуноглобулинов основных классов А, М, G. Также проводили измерения уровня показателей фагоцитоза и интенсивности свободнорадикальных процессов в биосредах организма подростков школьного возраста (сыворотка крови и эритроциты).

На основании полученных данных было установлено, что дополнительное назначение к обычному рациону питания и базисной терапии диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с добавлением гидролизата из моллюсков, способствовало более выраженному,

чем в контроле эффекту у подростков школьного возраста с патологией пищеварительной системы. Отмечено положительное влияние добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с добавлением гидролизата из моллюсков на процессы полостного пищеварения, которое проявлялось в ослаблении признаков креатореи, амилореи, стеатореи и дисбиотических проявлений.

При исследовании радиозащитных свойств диетической добавки «Рапамид» и

хлебобулочных изделий с внесением этой добавки проявлялось понижение интенсивности свободнорадикальных процессов в биосредах организма подростков школьного возраста и более значимое по сравнению с контролем снижение содержания цезия-137: при употреблении добавки «Рапамид» - на 33,9 %, зерновых изделий – на 28,1 %, пшенично-ржаных – на 29,6 % по сравнению с контролем (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Исследование содержания цезия-137 в организме подростков школьного возраста в процессе применения добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с ее добавлением

Продукты	Содержание цезия-137 в организме, Бк			
	Основная группа		Контрольная группа	
	в начале исследования	в конце исследования	в начале исследования	в конце исследования
Добавка «Рапамид»	1705,7±234,7	1126,6±147,4	1577,9±176,4	1227,3±149,8
Хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы	1620,6±197,4	1165,5±137,9		
Пшенично-ржаные хлебобулочные изделия	1692,8±210,2	1190,9±171,3		

Дополнительное назначение к обычному рациону питания и базисной терапии диетической добавки "Рапамид", хлебобулочных изделий с добавлением гидролизата из моллюсков

способствовало повышению показателей гемоглобина и эритроцитов у подростков с полидефицитными анемиями (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Исследования показателей гемоглобина в организме подростков школьного возраста в процессе применения добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с ее добавлением

Продукты	Показатели гемоглобина, г/л			
	Основная группа		Контрольная группа	
	в начале исследования	в конце исследования	в начале исследования	в конце исследования
Добавка «Рапамид»	115,11±3,01	125,11±2,87	118,90±2,96	120,16±2,52
Хлебобулочные изделия из цельного зерна пшеницы	118,92±2,37	123,17±1,87		
Пшенично-ржаные хлебобулочные изделия	119,56±2,63	122,54±2,71		

В начале исследования показатель гемоглобина в контрольной группе составлял 118,9 г/л. Проведенные испытания на 20 сутки после употребления диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с ее использованием, показали, что в целом в исследуемой группе произошло достоверное повышение уровня гемоглобина на 14,0 %, 10,0 % и 5,0 % соответственно.

Также было доказано, что употребление диетической добавки "Рапамид" и хлебобулоч-

ных изделий с добавлением гидролизата приводит к улучшению иммунного статуса подростков школьного возраста, а именно: увеличению относительного количества т-лимфоцитов, оптимизации соотношения субпопуляций и активации фагоцитарной функции нейтрофилов.

Отмечена хорошая переносимость и отсутствие побочных эффектов диетической добавки «Рапамид» и хлебобулочных изделий с добавлением этой добавки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шлеленко Л. А. Значение хлеба в здоровом питании населения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gosniihp.ru/17.htm>
- 2 Ерохин В.Е. Биологически активные вещества черноморских мидий. Некоторые данные о химическом составе // Морські біотехнічні системи. Зб. наукових статей. НДЦ ЗС України «Державний океанаріум». 2005. Вип. 3. С. 37-46.
- 3 Романенко А. Ю., Степанова Є. І. Стан здоров'я дітей, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи (за даними 20-річних спостережень) // Журн. АМН України. 2006. Т. 12. №2. С. 296-306.
- 4 «Рапамид» биопрепарат серии «Морская фармакология» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://rapamid.ucoz.ua/publ/quot_rapamid_quot_biopreparat_serii_morskaja_farmakologija/1-1-0-2
- 5 Шатров В. А., Кузнецова Л. В., Белявская Т. Н. Капиллярный метод определения поглотительной способности нейтрофилов периферической крови // Лаб. дело. 1985. №1. С. 17-18.

REFERENCES

- 1 Shlelenko L.A. Znachenie kleba v zdorovom pitanii naseleniya [Value of bread in healthy nutrition]. Available at: <http://www.gosniihp.ru/17.htm>. (In Russ.).
- 2 Erokhin V.E. Biologically active substances of Black Sea mussels. 1. Some data on the chemical composition. Mor'ski biotekhnologichni sistemi [Marine byotekhnichni system. Coll. scientific articles. SIC Armed Forces of Ukraine «State Oceanarium"]. 2005, vol. 3, pp. 37-46. (In Ukr.).
- 3 Romanenko A.Yu., Stepanova E.I. Health status of children affected by the Chernobyl disaster (according to the 20-year observation). Zhurn. AMN Ukraini. [Journal AMS Ukraine], 2006, vol. 12, no. 2, pp. 296-306. (In Ukr.).
- 4 "Rapamid" biopreperat serii "Morskaya farmakologiya" ["Rapamid" biological product series "Marine Pharmacology"]. Available at: http://rapamid.ucoz.ua/publ/quot_rapamid_quot_biopreparat_serii_morskaja_farmakologija/1-1-0-2 (In Ukr.).
- 5 Shatrov V.A., Kuznetsova L.V., Belyavskaya T.N. Capillary method for determining the absorption capacity of peripheral blood neutrophils. *Lab. delo* [Lab. business], 1985, no. 1, pp. 17-18. (In Russ.).

Президент Российского Союза Хлебопекарной Промышленности
В.Л. Чешинский, профессор Г.О. Магомедов,
доцент Н.П. Зацепилина, студент С.Г. Гульбагандова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств.
тел. (473) 255-38-41
E-mail: nataha.zatsepilina@yandex.ru

The President of Baking industry Russian Union V.L. Cheshinskii,
professor G.O. Magomedov, associate professor N.P. Zatsepilina,
student S.G. Gulbagandova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of bread, confectionery,
pasta and grain processing technology.
phone (473) 255-38-41
E-mail: nataha.zatsepilina@yandex.ru

Влияние дисперсности частиц муки из цельносмолотого зерна пшеницы и диспергированной зерновой массы на структурообразования теста и хлеба

The influence of dispersion of flour's particles from whole-grain wheat and dispersed grain mass on structure formation of dough and bread

Реферат. На структурообразование «сбивного» хлеба и теста оказывают влияние множество факторов, и одним из них является дисперсность частиц муки. В связи с этим была определена цель – исследовать процессы структурообразования хлеба в зависимости от дисперсности частиц муки. Для этого были отобраны две партии муки из цельносмолотого зерна пшеницы с различным гранулометрическим составом, выбраны различные режимы влажности теста и проведен эксперимент в смесительно-сбивально-формирующей установке. По результатам эксперимента были получены графики, отображающие зависимость силы тока привода установки и объемной массы от продолжительности процесса сбивания теста. На стадии смешивания при повышении влажности теста уменьшается его вязкость и снижается величина силы тока. На стадии сбивания происходит насыщение теста воздухом, при этом уменьшается его вязкость и сила тока привода установки. Свойства теста и хлеба из разных партий сравнили. Тесто, полученное из муки II партии, т. е. с низкой дисперсностью, обладает небольшой вязкостью, а хлеб слегка влажный на ощупь. Затем для изучения процессов структурообразования теста из пророщенного зерна пшеницы были выбраны различные режимы в зависимости от влажности теста и образцы диспергированной тестовой массы, полученные в диспергаторе с разным диаметром ячеек. Установлено, что чем выше дисперсность частиц, тем быстрее происходит структурообразование. С повышением влажности происходит снижение величины силы тока и объемной массы. Таким образом, в результате проведенного эксперимента установлено, что физико-химические и коллоидные процессы при структурообразовании теста и хлеба тем выше, чем выше дисперсность частиц муки, а, следовательно, повышается и качество «сбивного» хлеба.

Summary. On structure of "whipped" bread and dough is influenced by many factors, one of which is a dispersion of particles of flour. In this regard, was determined to investigate the structure formation processes of bread depending on the dispersity of the particles of flour. For this I have chosen two parties coarse whole meal flour from wheat grains with different grain size, select different modes humidity test and the experiment in the mixing-whipping-forming installation. The results of the experiment were obtained graphs showing the dependence of the current strength of the drive and volume weight on the duration of the process of churning the dough. At the stage) deposits with increasing wetness of the dough decreases its viscosity and decreases the value of the current intensity. At the stage of churning Pro-comes a saturation test the air, thus decreasing its viscosity and current drive. Properties of dough and bread from different batches were compared. The dough obtained from flour II party, i.e., low dispersion, has a small viscosity, and the bread is slightly moist to the touch. . Thus, the results of the experiment showed that the physic-chemical and colloidal processes in structure formation of dough and bread is higher, the higher dispersity particles of flour, and, consequently, improves the quality of "whipped" bread.

Ключевые слова: «сбивной» хлеб, дисперсность, частиц муки, структурообразование теста.

Key words: «whipped» bread, dispersion, particles of flour, gelation test.

Для исследования влияния дисперсности частиц муки на структурообразование теста и хлеба были выбраны две партии муки из цельносмолотого зерна пшеницы, полученные дезинтеграционно-волновым способом со следующим гранулометрическим составом: I партия - 25-30 мкм (85 %); 0-25 мкм (7,5 %) и до 100 мкм (7,5 %); II партия - 60-90 мкм (80 %); 0-60 (15 %) и до 100 мкм (5 %). Для исследования процессов замеса и сбивания теста из муки цельносмолотого зерна пшеницы разной дисперсности частиц выбрали 3 режима влажности теста, %: 54,0; 55,0; 56,0. Эксперимент проводили в смесительно-сбивально-формирующей установке [1, 2].

На стадии перемешивания рецептурных компонентов достигается равномерное их распределение во всем объеме теста [2, 3, 4, 5]. При этом происходит взаимодействие молекул воды с гидрофильными частицами муки, т.е. смачивание и гидратация с выделением теплоты адсорбции, а затем набухание частиц муки за счет осмотического связывания воды. В результате формируется коагуляционная структура теста. При этом наблюдается плавное повышение величины силы тока к концу процесса замеса теста ($\tau_{сек} = 50$ с) (рисунок 1). Заметное повышение величины силы тока наблюдается, когда начинается формирование клейковинного каркаса и его разрушение с повышением температуры теста до 29,0-33,5 °С. После разрушения клейковинного каркаса теста увеличивается количество водорастворимых веществ в растворе и это стабилизирует величину силы тока привода установки, что тем самым подтверждается формирование коагуляционной структуры теста. Закономерность кривых изменения величин силы тока привода установки от продолжительности процессов замеса (а) и сбивания (б) теста сохраняется при различной его влажности (рисунок 1, кривые 1, 2, 3, 1', 2', 3'), при этом с повышением влажности теста уменьшается величина силы тока и снижается его вязкость. На следующей стадии сбивания теста (рисунок 1 б) под избыточным давлением воздуха происходит растворение воздуха в тесте с формированием трехфазной пенообразной структуры. Водорастворимые вещества, в том числе белковые, переходят в раствор по мере набухания частиц муки в процессе сбивания.

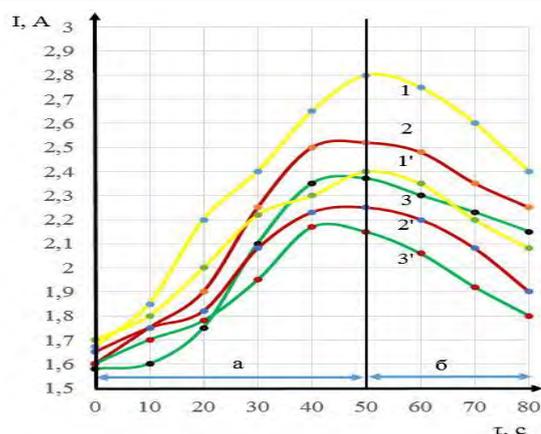


Рисунок 1. Изменение силы тока привода установки от продолжительности процесса замеса (а) и сбивания (б) теста при массовой доле влаги, %: 1-54, 2-55, 3-56 из муки I партии; 1'-54, 2'-55, 3'-56 из муки II партии

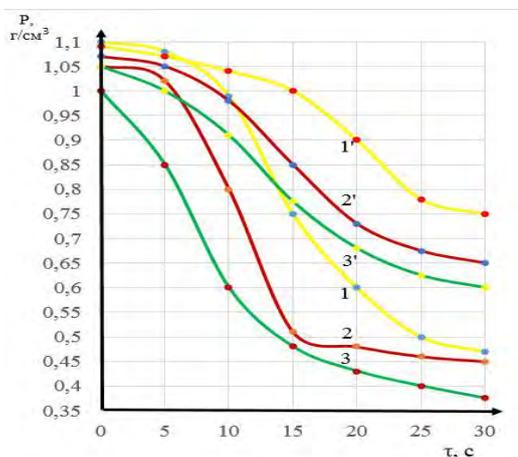


Рисунок 2. Зависимость объемной массы от продолжительности процесса сбивания теста с массовой долей влаги, %: 1-54, 2-55, 3-56 из муки I партии; 1'-54, 2'-55, 3'-56 из муки II партии

На стадии сбивания теста происходит плавное снижение величины силы тока, причем, чем выше влажность теста – тем сильнее. По мере снижения объемной массы теста (рисунок 2), т. е. при насыщении его воздухом уменьшается его вязкость и, соответственно, и сила тока привода установки (рисунок 1 б). Надо отметить, что снижение объемной массы теста интенсивнее происходит с повышением его влажности. При этом заданная объемная масса сбивного теста достигается за 25-30 с для всех образцов с влажностью 54,0-56,0 % теста из цельносмолотого зерна пшеницы I партии. Анализ кривых изменения величин силы тока привода установки от продолжительности процессов замеса и сбивания теста из муки цельносмолотого зерна пшеницы

II партии показал, что общий характер зависимости кривых идентичен, но величина силы тока значительно ниже, чем для процесса приготовления теста из муки I партии (рисунок 1). Дисперсность частиц муки II партии ниже, чем I партии, поэтому все физико-химические и коллоидные процессы, протекающие при замесе и сбивания теста замедляются, и формируется структура теста с наименьшей вязкостью. При этом наблюдается повышение объемной массы теста из II партии муки, причем ее величина составляет 0,6-0,73 г/см³ при влажности 54,0-56,0 %. По органолептическим и физико-химическим свойствам «сбивной» хлеб из муки I и II партии отличается по основным показателям качества (таблица 1), причем хлеб из II партии муки значительно уступает по удельному объему 180,0-196,0 см³/100 г против 228,0 - 242,0 см³/ 100 г; по пористости 49,0 – 55,0 % против 64,0 - 66,0 % и слегка влажный на ощупь.

Таблица 1
Рецептурный состав, органолептические и физико-химические свойства «сбивного» хлеба из муки цельнозернового зерна пшеницы «Авангард»

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Характеристика и значение показателей. Параметры процесса приготовления	
	I партия	II партия
1	2	3
Мука из цельнозернового зерна пшеницы	100,0	
Соль поваренная пищевая	1,5	
Концентрированный яблочный сок	5,0	
Вода	Массу воды рассчитывают, исходя из влажности готовых изделий и с учетом влажности сырья по рецептуре для данного вида изделий	
Органолептические показатели		
Внешний вид:		
Форма	Правильная, соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка	
Поверхность	Шероховатая, без крупных трещин и подрывов	
Цвет корки	Золотисто-коричневый	Серый

Продолжение табл. 1

1	2	3
Состояние мякиша:		
Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь	
Промес	Без комочков и следов непромеса	
Пористость	Развитая, без пустот и уплотнений	Слаборазвитая, без пустот и уплотнений
Вкус и запах	Свойственный хлебу с учетом вносимого обогатителя, без постороннего вкуса и запаха	
Физико-химические показатели		
Влажность тестовых заготовок	54,0-56,0	54,0-56,0
Влажность мякиша хлеба, %	47,5-48,5	48,0-49,6
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	228,0-242,0	180,0-196,0
Кислотность мякиша, град.	3,5	3,5
Пористость хлеба, %	64,0-66,0	49,0-55,0
Продолжительность замеса теста в ММС-50, с	50	
Продолжительность сбивания, с	30	
Продолжительность формования заготовок, с/форма	10	
Продолжительность выпечки тестовых заготовок	40	

Таблица 2
Рецептурный состав, органолептические и физико-химические свойства «сбивного» хлеба из диспергированной тестовой массы пророщенного зерна пшеницы «Ароматный»

Наименование сырья, полуфабрикатов и показателей процесса	Характеристика и значение показателей. Параметры процесса приготовления.	
	I образец	II образец
1	2	3
Диспергированная зерновая масса из пророщенного зерна пшеницы	100,0	
Сухая пшеничная клейковина	0,94	
Соль поваренная пищевая	0,97	
Концентрированный яблочный сок	3,25	

Продолжение табл. 2

Вода	Массу воды рассчитывают, исходя из влажности готовых изделий и с учетом влажности сырья по рецептуре для данного вида изделий	
Органолептические показатели		
Внешний вид:		
Форма	Правильная, соответствующая хлебной форме, в которой производилась выпечка	
Поверхность	Шероховатая, без крупных трещин и подрывов	
Цвет корки	Золотисто-коричневый	Серый
Состояние мякиша:		
Пропеченность	Пропеченный, не влажный на ощупь	
Промес	Без комочков и следов непромеса	
Пористость	Развитая, без пустот и уплотнений	Слаборазвитая, без пустот и уплотнений
Вкус и запах	Свойственный хлебу с учетом вносимого обогатителя, без постороннего вкуса и запаха	
Физико-химические показатели		
Влажность тестовых заготовок	53,0	53,0
Влажность мякиша хлеба, %	48,5-49,5	49,0-50,5
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	210,0-225,0	175,0-185,0
Кислотность мякиша, град.	4,0	4,0
Пористость хлеба, %	60,0-65,0	45,0-50,0
Продолжительность замеса теста в ММС-50, с	70	
Продолжительность сбивание, с	40	
Продолжительность формования заготовок, с/форма	10	
Продолжительность выпечки тестовых заготовок, мин	40	

Для изучения процессов структурообразования теста при замесе, сбивании и выпечке хлеба из диспергированной тестовой массы пророщенного зерна пшеницы в зависимости от влажности теста выбрали 3 режима, %: 1-53; 2-54; 3-55 и два образца диспергированной тестовой массы, полученных в диспергаторе с диаметром ячеек: $d = 2$ мм (I образец) и 5 мм

(II образец). Структурообразование теста из диспергированной тестовой массы пророщенного зерна пшеницы из I образца (рисунок 3, 4) идет значительно быстрее, чем для теста из II образца диспергированной тестовой массы, так как выше дисперсность частиц.

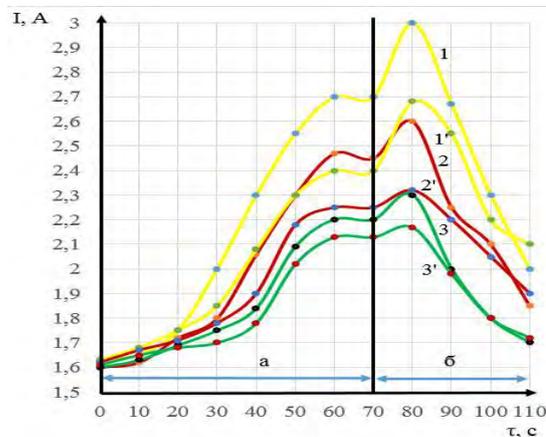


Рисунок 3. Изменение силы тока привода установки от продолжительности процесса замеса (а) и сбивания (б) теста с массовой долей влаги, %: 1-53, 2-54, 3-55 из I образца; 1'-53, 2'-54, 3'-55 из II образца диспергированной тестовой массы

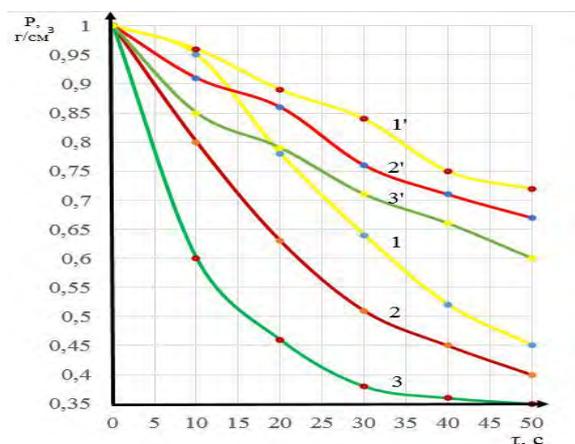


Рисунок 4. Зависимость объемной массы от продолжительности сбивания теста с массовой долей влаги, %: 1-53, 2-54, 3-55 из I образца; 1'-53, 2'-54, 3'-55 из II образца диспергированной тестовой массы

Это фактор указывает на ускорение процесса пенообразования и снижение объемной массы теста. Сравнительный анализ кривых зависимостей силы тока привода установки от продолжительности процессов замеса (а) и сбивания (б) теста из I и II образцов диспергированной массы показывает, что происходит снижение величины силы тока и объемной массы соответственно с 3,0 до 2,3 А и 2,68 до 2,18 А; с 0,45 до 0,35 г/см³ и 0,72 до 0,6 г/см³ с повышением влажности (53,0- 55,0 %)

Сбивной хлеб из I образца диспергированной тестовой массы пророщенного зерна пшеницы имеет высокие показатели качества по удельному объему - 210-225 см³/100 г, пористости - 60-65 %, пропеченности и цвету корки по сравнению с хлебом из II образца соответственно 175, 0 - 185, 0 см³/100 г и 49,0 - 50,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 Магомедов Г.О., Богданов В.В., Евсеев А.В., Магомедов М.Г. Установка для приготовления сбивного теста (особенности работы и основные технические характеристики) // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 1 (55). С. 17-23.

2 Чертов Е.Д., Магомедов Г.О., Зацепилина Н.П., Репрынцева Т.А. и др. Сбивные хлебобулочные изделия для питания школьников // Хлебопродукты. 2014. № 11. С. 58-60

3 Панкратьева И.А., Политуха О.В., Сокол Е.Н., Чиркова Л.В. Ржаная крупа // Актуальные проблемы повышения конкурентоспособности продовольственного сырья и пищевых продуктов в условиях ВТО: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. Углич, Россельхозакадемия, 2013. С. 206.

4 Мелешкина Е.П., Панкратьева И.А., Политуха О.В., Чиркова Л.В. Оценка качества зерна тритикале // Хлебопродукты. 2015. № 2. С. 48-49.

5 Пашченко Л. П. и др. Разработка технологии ржано-пшеничного хлеба функционального назначения для предприятий общественного питания // Хлебопродукты. 2012. № 12. С. 59-61.

В целом можно считать, что чем выше дисперсность частиц муки и диспергированной тестовой массы, тем быстрее протекают физико-химические и коллоидные процессы при структурообразовании теста и хлеба и тем выше качество сбивного хлеба.

REFERENCES

1 Magomedov G.O., Bogdanov V.V., Evseev A.A., Magomedov M.G. Installation for making whipped dough (especially work and the basic specifications). *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technology], 2013, no. 1 (55), pp. 17-23. (In Russ.).

2 Chertov E.D., Magomedov G.O., Zatsupilina N.P., Repryntseva T.A. et al. Whipped bakery products for school feeding. *Khleboprodukty*. [Bakery], 2014, no. 11, pp. 58-60. (In Russ.).

3 Pankrat'eva I.A., Politukha O.V., Sokol E.N., Chirkoav L.V. Rye cereal. Aktual'nye problem povysheniya konkurentosposobnosti prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov v usloviyakh VTO [Actual problems of improving the competitiveness of food raw materials and food products in the WTO: Sat. Proc. Scientific-practical conference. Conf. Uglich, Ros-Agricultural Academy], 2013, pp 206. (In Russ.).

4 Meleshkina E.P., Pankrat'eva I.A., Polituha O.V., LV Chirkov Assessment of the quality of grain triticales. *Khleboprodukty*. [Bakery], 2015, no. 2, pp. 48-49. (In Russ.).

5 Pashchenko L.P. et al. Development of technology for rye-wheat bread functionality for catering. *Khleboprodukty*. [Bakery], 2012, no. 12, pp. 59-61. (In Russ.).

УДК 338.43:001

Доцент Т.В. Алексеева, аспирант А.А. Родионов,
магистрант А.А. Веснина, магистрант Т.П. Ларина
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра сервиса и ресторанного бизнеса.
тел. (473) 255-37-72
E-mail: zyablova@mail.ru

Associate professor T. V. Alekseeva, graduate student A.A. Rodionov,
undergraduates A.A. Vesnina, undergraduates T.P. Larina
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of service and restaurant business.
phone (473) 255-37-72
E-mail: zyablova@mail.ru

Управление качеством пищевых систем с прогнозируемым биопотенциалом на основе продуктов переработки отечественного низкомасличного сырья

Quality management of food systems with the predicted biopotential on the basis of products of processing of domestic low-olive raw materials

Реферат. Представлены данные о получении растительной комплексной пищевой системы (РКПС) на основе жмыха зародышей пшеницы (ЖЗП). Дан обзор состава растительных масел из низкомасличного сырья, проанализированы перспективы его применения для создания пищевых систем сбалансированного состава по ПНЖК. Установлено, что соотношение ω -6 и ω -3 жирных кислот в масле зародышей пшеницы не соответствует рекомендациям НИИ питания РАМН. С целью установления необходимого баланса ω -6 и ω -3 в пищевой системе проведен купаж с маслами амаранта и тыквы. Дан обзор состава растительных масел из низкомасличного сырья. Подобрано оптимальное соотношение вводимых масел амаранта и тыквы в соответствии с рекомендациями НИИ питания РАМН с помощью разработанных программных продуктов, написанных на языке Python 2.6 и на императивном, структурированном, объектно-ориентированном языке программирования – Delphi 7.0. На основе полученных данных определена массовая доля компонентов, входящих в рецептуру растительной пищевой системы. Описан технологический процесс производства продукта, включающий следующие этапы: прием и подготовка сырья и материалов, дозирование и смешивание компонентов, измельчение и упаковка. Приведены физико-химические показатели полученного продукта, химический состав РКПС и органолептическая оценка инновационного изделия. Произведен расчет удовлетворения суточной потребности организма в пищевых веществах и энергии растительной пищевой системы. Проанализирован состав белка инновационного продукта: рассчитан аминокислотный состав пищевой системы, биологическая ценность, а также следующие показатели: коэффициент утилитарности, коэффициент сопоставимой избыточности, коэффициент различия аминокислотного скора.

Summary. This receiving the vegetable complex food system (VCFS) on the basis of the cake of germs of wheat (CGW) is presented. The review of composition of vegetable oils from low-olive raw materials is given, prospects of its application for creation of food systems of the balanced structure on PNZC are analyzed. It is established that the ratio of ω -6 and ω -3 of fatty acids in oil of germs of wheat doesn't correspond to recommendations of scientific research institute of food of the Russian Academy of Medical Science. For the purpose of establishment of necessary balance of ω -6 and ω -3 in food system, the blend with oils of an amaranth and pumpkin is carried out. The review of composition of vegetable oils from low-olive raw materials is given. The optimum ratio the entered oil of an amaranth and pumpkin according to recommendations of scientific research institute of food of the Russian Academy of Medical Science, by means of the developed software products written on in the Python 2.6 language and in the imperative, structured, object-oriented programming language – Delphi 7.0 is picked up. On the basis of the obtained data, the mass fraction of the components entering a compounding of vegetable food system is defined. The technological process of production of a product including the following stages is described: reception and preparation of raw materials and materials, dispensing and mixing of components, crushing and packing. Physical and chemical indicators of the received product, a chemical composition of RKPS and an organoleptic assessment of an innovative product are given. Calculation of satisfaction of daily need of an organism for feedstuffs and energy of vegetable food system is made. The composition of protein of an innovative product is analyzed: the amino-acid structure of food system, biological value, and also following indicators is counted: utility coefficient, coefficient of comparable redundancy, coefficient of distinction amino-acid it is fast.

Ключевые слова: зародыши пшеницы, растительные масла, ПНЖК состав, ω -6 и ω -3 жирные кислоты, растительная пищевая система.

Key words: wheat germs, vegetable oils, PNZC structure, ω -6 and ω -3 fatty acids, vegetable food system.

В условиях нарушения пищевого статуса населения во многих регионах, дефиците макро- и микронутриентов остро стоит проблема поиска путей обогащения пищевых продуктов на основе принципов комбинаторики и создания новых товарных линий, отличающихся от традиционных более высокой пищевой ценностью и сбалансированным ПНЖК составом. В этой связи продукты глубокой переработки низко-масличного сырья представляют интерес, поскольку являются натуральным источником ПНЖК, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон, сквалена, пентозанов, поликозанола и характеризуются высокой пищевой и энергетической ценностью [1, 2].

В этой связи для создания растительной комплексной пищевой системы (РКПС), учитывающая состав, физико-механические и технологические свойства основным компонентом был выбран жмых зародышей пшеницы (ЖЗП). В ЖЗП остаточное количество масла составляет 8 %, при этом соотношение ω -6: ω -3 составляет 3:1, что не удовлетворяет физиологической потребности в них, рекомендуемой НИИ питания РАМН [3, 4].

С целью оптимизации жирнокислотного состава пищевой системы в состав РКПС вводился купаж растительных масел семян амаранта и тыквы. Экспериментально определенный жирнокислотный состав исследуемых масел представлен в таблице 1.

Т а б л и ц а 1
Жирнокислотный состав масел для разработки рецептуры РКПС, г/100 г

Виды масел	Насыщенные ЖК	Мононенасыщенные ЖК	Полиненасыщенные ЖК	
		олеиновая (ω -9)	линолевая (ω -6)	α -линоленовая (ω -3)
1	2	3	4	5
Масло зародышей пшеницы (ЗП)	15,0	27,5	42,5	15,0
Масло семян амаранта	24,0	24,0	51,0	1,0
Масло семян тыквы	18,0	30,0	37,0	15,0

Из анализа данных о жирнокислотном составе масла ЗП (таблица 1) очевидно, что незаменимых ПНЖК в нем содержится около 58 % от их общего количества. При содержании масла в ЖЗП 8 % на долю ω -6 и ω -3 приходится

3,4 г и 1,2 г в 100 г продукта соответственно. Количество кислот семейства ω -6 значительно ниже рекомендуемого. Анализ жирнокислотного состава амарантового и тыквенного масел показал, что ни одно из них не удовлетворяет необходимому соотношению ω -6: ω -3 и составляют 50:1 и 3:1, соответственно. Однако, при введении масел тыквы и амаранта в ЖЗП можно получить продукт, сбалансированный по составу ПНЖК [5].

Подбор оптимальных количеств масел амаранта и тыквы, вводимых в ЖЗП, производили с помощью разработанного программного продукта методом объектно-ориентированного программирования на языке Python 2.6 и с применением системы для статистического анализа данных Statistica 6.1.478. В основу оптимизации были положены рекомендации НИИ питания РАМН, согласно которым соотношение жирных кислот ω -6 к ω -3 должно быть от 5:1 до 10:1. В результате была получена номограмма для определения процентного соотношения амарантового, тыквенного масел и жмыха зародышей пшеницы, обеспечивающего оптимальные соотношения ω -6/ ω -3 кислот (рисунок 2).

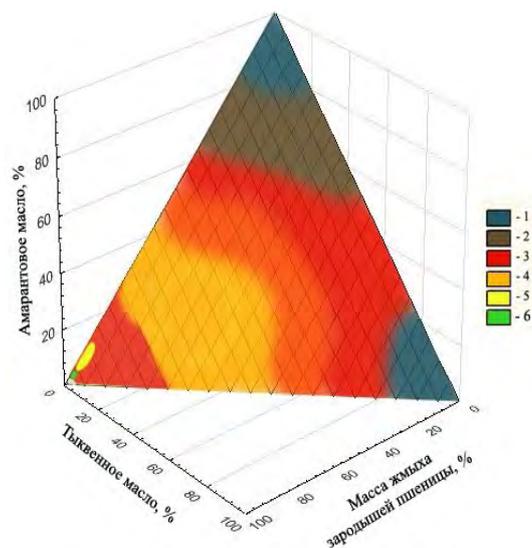


Рисунок 1. Номограмма для определения оптимального процентного соотношения амарантового, тыквенного масел и жмыха ЗП в РКПС для соотношений кислот ω 6/ ω 3: 1 – 2,0-3,0:1; 2 – 3,0-4,0:1; 3 – 4,0-5,0:1; 4 – 5,0-6,0:1; 5 – 6,0-7,0:1; 6 – 7,0-8,0:1

Из рисунка 1 следует, что для требуемого сочетания кислот необходимо выбирать точку на номограмме внутри некоторой области. Анализ и визуализацию данных проводили с помощью программного продукта, написанного на императивном, структурированном, объектно-ориентированном языке программирования – Delphi 7.0.

Из скриншота интерфейса работающей программы (рисунок 2) видно, что содержание масел тыквы и амаранта были изначально заданы. Расчетным параметром в данном конкретном случае является содержание ЖЗП. В поле 3 задано требуемое соотношение ω -6/ ω -3 кислот. Результаты оптимизации представлены на рисунок 2. Также была рассчитана массовая доля жмыха ЗП при заданном соотношении кислот ω -6/ ω -3 (6,5/1) и (7/1).

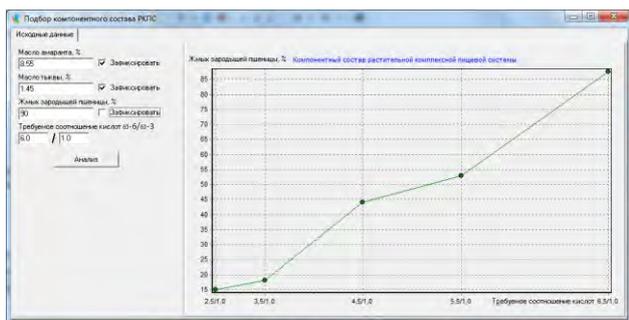


Рисунок 2. Скриншот интерфейса программы подбора компонентного состава РКПС с фиксированными значениями содержания масел амаранта (8,55 %) и тыквы (1,45 %) и рассчитанным значением содержания жмыха зародышей пшеницы (90 %) для заданного соотношения кислот ω -6/ ω -3 (6/1)

Т а б л и ц а 2

Компонентный состав растительной комплексной пищевой системы

Наименование компонента	Содержание, мас. %
1	2
Жмых зародышей пшеницы	90,0-90,9
Масло амаранта	8,1-9,0
Масло тыквы	1,0-1,9
Соотношение ПНЖК ω -6: ω -3	6-7:1
Итого	100

Содержание масла в РКПС находится в пределах 17,0-18,0 г на 100 г продукта, при этом жирные кислоты семейства ω -6 варьируются в интервале от 8,2 до 8,4 г, ω -3 – в интервале от 1,3 до 1,4 г. Такое количество соответствует суточной норме потребления этих веществ, поэтому дальнейшее применение разработанной РКПС должно удовлетворять принципам обогащения продуктов питания, регламентирующих введение пищевых компонентов в количестве, удовлетворяющем за счет обогащенного продукта 30-50 % средней суточной потребности в них человека при обычном уровне потребления этого продукта [6, 7].

Кроме того, масла амаранта и тыквы обладают ценным биохимическим составом, их введение в РКПС позволило дополнительно обогатить пищевую систему скваленом, редкими витаминами Т и К, селеном (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Химический состав масел амаранта и тыквы

Наименование компонента	Масло амаранта	Масло тыквы
1	2	3
Сквален, г	10,0	-
Fe, мг	2,1	3,3
Ca, мг	47,0	55,0
Na, мг	6,0	18,0
K, мг	135,1	919,2
P, мг	148,0	92,0
Zn, мг	0,9	10,3
Mg, мг	65,0	262,0
Mn, мг	0,9	0,5
Селен, мг	-	0,001
Витамин В ₁ , мг	0,02	0,03
-/- В ₂ , мг	0,02	0,05
-/- В ₃ , мг	0,07	0,33
-/- В ₆ , мг	0,06	0,04
-/- В ₉ , мг	0,02	0,01
-/- Т (В ₁₁), мг	-	1,12
-/- РР, мг	0,11	0,06
-/- А, мг	0,15	0,19
-/- С, мг	1,9	43,3
-/- Е, мг	1,9	1,5
-/- К, мг	-	9,19
-/- D, мг	0,01	-

Технологический процесс производства РКПС включает следующие этапы: приёмка и подготовка сырья; дозирование и смешивание компонентов; измельчение; упаковка.

Сырье, необходимое для производства РКПС принимают и растаривают. ЖЗП, масла амаранта и тыквы дозируют и смешивают в течение 4 мин в смесителе периодического действия. Компоненты РКПС измельчают в дробилке до размера частиц 0,5-0,7 мм. РКПС фасуют в потребительскую тару.

Органолептические и физико-химические показатели РКПС приведены в таблицах 4, 5.

Пищевая ценность РКПС определяется совокупностью свойств, при наличии которых удовлетворяются физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии. На основании экспериментально определенных массовой доли витаминов и макроэлементов в РКПС определяли возможность удовлетворения суточной потребности в них организма в соответствии с нормами физиологических потребностей в энергии и

пищевых веществах для трех групп населения (мужчины и женщины в возрасте от 18 лет и старше; дети подростки 14-18 лет) при употреблении 100 г РКПС (таблица 6).

Т а б л и ц а 4

Органолептические показатели РКПС

Наименование показателя	Характеристика
1	2
Консистенция и внешний вид	Однородный сыпучий порошок, допускается наличие комочков, легко рассыпающихся при механическом воздействии
Цвет	От кремового до светло-желтого
Вкус	Чистый, нейтральный, со слабым привкусом жареных орехов, без солодового, плесневелого, горького, кислого и других посторонних привкусов
Запах	Чистый, нейтральный, со слабым ароматом жареных орехов, без затхлого, солодового, плесневелого и других посторонних запахов

Т а б л и ц а 5

Физико-химические показатели РКПС

Наименование показателя	Значение показателя
1	2
Массовая доля влаги, %, не более	5,0
Массовая доля белка, %, не менее	30,0
Массовая доля углеводов, %, не менее	43,0
Массовая доля жира, %, не менее	17,0
Массовая доля пищевых волокон, %, не менее	1,0
Массовая доля золы, %, не более	4,0

Анализируя экспериментальные данные, можно сделать заключение, что по массовой доле белка и жира, РКПС удовлетворяет уровню средней суточной потребности на 20-50 %, соотношение жирных кислот ω -6 к ω -3 соответствуют оптимальному соотношению – 6-7:1. Массовая доля калия, селена и витаминов С, В₂, В₆ в РКПС находится в пределах 20-50 % и может считаться функциональной по содержанию в пищевых системах. Содержание витаминов Е, D, В₁ и В₉ превышает уровень суточной потребности практически в 2 раза, что необходимо учитывать при проектировании рецептур и рационов, корректирующих гомеостаз организма.

Т а б л и ц а 6

Химический состав РКПС

Наименование компонента	Суточная потребность организма человека	Удовлетворение суточной потребности, %	Содержание компонента
1	2	3	4
Белки, г	60,0-104,0	29-50	30,42
Жиры, г, (ω -6: ω -3)	60,0-150,0 (5-10:1)	11-29 (6,4:1,0)	17,20 (8,40:1,32)
Углеводы, г	300,0-590,0	7-15	42,30
Клетчатка, мг	20,0	2	0,42
Fe, мг	10,0-18,0	45-80	8,02
Ca, мг	1000,0-1200,0	60-72	724,78
Na, мг	1300,0	0,1	1,62
K, мг	2500,0	40	1011,34
P, мг	800,0-1200,0	100-150	1202,24
Zn, мг	12,0	151	18,18
Mg, мг	400,0	11	45,67
Mn, мг	2,0	122	2,44
Селен, мг	0,05-0,07	29-40	0,02
Витамин В ₁ , мг	1,5	180	2,70
-/- В ₂ , мг	1,8	30	0,54
-/- В ₃ , мг	5,0	0,2	0,01
-/- В ₆ , мг	2,0	46	0,91
-/- В ₉ , мг	0,4	180	0,72
-/- PP, мг	20,0	51	10,26
-/- Т, мг	-	-	0,01
-/- А, мг	0,9	71	0,64
-/- Е, мг	15,0	200	30,0
-/- D, мг	0,01	200	0,02
-/- К, мг	0,12	100	0,12
Калорийность, ккал	1800-3900	12-25	453,80

Общепринято, что одним из наиболее значимых критериев функциональности пищевых продуктов является повышенное содержание белка – в РКПС его содержание находится на уровне 20-50 % средней суточной потребности организма. Важное значение также имеет аминокислотный скор белка, по результатам расчетов и экспериментальных исследований он был проанализирован (таблица 7). Из данных таблицы 7 следует, что в составе белка РКПС присутствуют все незаменимые аминокислоты в значительном количестве.

Нами получены данные, свидетельствующие о высокой биологической ценности РКПС на основе продуктов комплексной переработки зародышей пшеницы - биологическая ценность разработанной РКПС составила около 75,6 %. Коэффициент утилитарности, определяющий сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону имел достаточно высокое значение (0,86).

Т а б л и ц а 7

Содержание аминокислот (мг/г) и их скор
(в скобках, %) в РКПС

Валин	Изо-лейцин	Лейцин	Лизин	Метионин+ цистин	Треонин	Фенил-аланин +тирозин	Триптофан
1	2	3	4	5	6	7	8
32,0 (61,1)	22,6 (56,6)	41,8 (59,7)	39,1 (71,2)	24,2 (69,2)	25,8 (64,6)		8,52 (85,2)

Коэффициент сопоставимой избыточности, определяющий общее количество незаменимых аминокислот в белке, которое из-за взаимонесбалансированности по отношению к эталону не может быть утилизировано организмом, находился на уровне 3,2 и свидетельствовал

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Barnes H. M. Composition of cereals germ preparations // *Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*. 2013. № 6. P. 467-471.
- 2 Вишняков А. Б., Власов В. Н., Спесивцев А. С. Комплексная переработка зародышей пшеницы // *Пищевая промышленность*. 2012. № 8 (6). С. 50-52.
- 3 Alekseeva T., Kalgina Y., Vesnina A., Zyablov M. Development of Compounding Enriched Flour Confectionery with Application of Products of Deep Processing of Grain // *Journal of EcoAgriTourism*. 2014. № 2. V. 10. P. 53-56.
- 4 Родионова Н. С., Алексеева Т. В., Корыстин М. И. Формирование функциональной направленности рационов для организованного питания // *Сервис в России и за рубежом*. 2013. № 5. С. 38-47.
- 5 Noa M., Herrera M., Magraner J. Effect of policosanol on isoprenaline-induced myocardial necrosis in rats // *Journ. Pharm. Pharmacol*. 2012. V. 46. P. 282-285.
- 6 Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ. Москва: Госсанэпиднадзор РФ, 2008. 41 с.
- 7 Степанычева Н.В., Фудько А.А. Купажированные растительные масла с оптимизированным жирнокислотным составом // *Химия растительного сырья*. 2014. № 2. С. 27-33.

о том, что введение РКПС в определенных количествах в животно-растительные пищевые системы позволит сбалансировать состав аминокислот белка в них. Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), показывающий среднюю величину избытка аминокислотного сора незаменимых аминокислот по сравнению с наименьшим уровнем сора лимитирующей аминокислоты – изолейцина, имел небольшое значение (24,4 %), что означало, что избыточное количество аминокислот в белке РКПС незначительно.

Разработанная программа подбора компонентного состава РКПС создает возможности для точного задания количества компонентов в РКПС при требуемом соотношении кислот ω -6/ ω -3 в условиях производства с учетом наличия, инвариантности и специфичности сырья, имеющегося на предприятии.

REFERENCES

- 1 Barnes H.M. Composition of cereals germ preparations. *Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 2013, no. 6, pp. 467-471.
- 2 Vishnyakov A.B., Vlasov V.N., Spesivtsev A.S. Complex processing of wheat germ. *Pishchevaya promyshlennost'*. [Food Industry]. 2012, no. 8 (6), pp. 50-52. (In Russ.).
- 3 Alekseeva T., Kalgina Y., Vesnina A., Zyablov M. Development of Compounding Enriched Flour Confectionery with Application of Products of Deep Processing of Grain. *Journal of EcoAgriTourism*, 2014, no. 2, vol. 10, pp. 53-56.
- 4 Rodionova N.S., Alekseeva T.V., Korystin M.I. Formation of functional focus for organized food rations. *Servis v Rossii I za rubezhom*. [Service in Russia and abroad], 2013, no. 5, pp. 38-47. (In Russ.).
- 5 Noa M., Herrera M., Magraner J. Effect of policosanol on isoprenaline-induced myocardial necrosis in rats. *Journ. Pharm. Pharmacol*, 2012, vol. 46, pp. 282-285.
- 6 Metodicheskie rekomendatsii MR 2.3.1.2432-08 [Guidelines MR 2.3.1.2432-08. The norms physiological needs for energy and nutrients for different groups of the population of Russia]. Moscow, Gossanepidnadzor RF, 2008. 41 p. (In Russ.).
- 7 Stepanycheva N.V., Fud'ko A.A. Blended vegetable oils with optimized fatty acid composition. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. [Chemistry of plant raw materials], 2014, no. 2, pp. 27-33. (In Russ.).

УДК 664.6/.7:371.716

Президент Российского Союза Хлебопекарной Промышленности
В.Л. Чешинский, профессор Г.О. Магомедов,
доцент Н.П. Зацепилина, студент С.Г. Гульбагандова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского,
макаронного и зерноперерабатывающего производств.
тел. (473) 255-38-41
E-mail: nataha.zatsepilina@yandex.ru

The President of Baking industry Russian Union V.L. Cheshinskii,
professor G.O. Magomedov, associate professor N.P. Zatsepilina,
student S.G. Gulbagandova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of bread, confectionery,
pasta and grain processing technology.
phone (473) 255-38-41
E-mail: nataha.zatsepilina@yandex.ru

Исследование влияния рецептурных компонентов на структурообразование сбивного теста и хлеба для школьного питания

The research of prescription components' influence on structure formation of «whipped» dough and bread for school meal

Реферат. Структурообразование «сбивного» теста и хлеба зависит от рецептурных компонентов, входящих в его состав. Для того чтобы создать технологию «сбивного» хлеба для школьного питания была определена цель – исследовать влияние рецептурных компонентов на процессы структурообразования. Было получено несколько зависимостей: величины силы тока привода, объемной массы теста и температуры теста от продолжительности замеса, а также интегральные кривые зависимости от диаметра воздушных пузырьков. Для теста различных рецептурных составов характерным является повышение величины силы тока при формировании его структуры и понижение при его сбивании. С повышением температуры теста процессы, приводящие к увеличению его вязкости, интенсифицируются. Наличие в рецептуре яблочного порошка приводит к резкому увеличению вязкости теста за счёт высокой водопоглотительной способности. Зависимость объемной массы от продолжительности процесса сбивания теста с различным рецептурным составом характеризует формирование пенной структуры теста. Зависимость снижения объемной массы от продолжительности сбивания теста идентично, однако по мере насыщения воздухом теста интенсивность снижения объемной массы теста для них меняется. Это связано с пенообразующей способностью рецептурного состава теста и при этом формированием пенной структуры с различной дисперсностью воздушных пузырьков. Чем выше пенообразующая способность рецептурного состава теста и его вязкость, тем выше дисперсность воздушных пузырьков. Дисперсность воздушных пузырьков влияет на устойчивость мякиша при выпечке, удельный объем и пористость хлеба. Анализ результатов и свойств полученных изделий показал, что они обладают соответствующими органолептическими и физико-химическими свойствами и являются новыми обогащенными изделиями.

Summary. Structure formation "whipped" dough and bread depends on prescription ingredients entering into its composition. In order to create a technology "whipped" bread for school meals, determined to investigate the influence of recipe components on the processes of structure formation. Received a few factors: the magnitude of the current drive, bulk density, test temperature and test duration of kneading, and the integral curves depending on the diameter of air bubbles. To test a variety of prescription formulations characterized by the higher values of current in the formation of its structure and decrease when it is churning. With increasing temperature of the test processes, leading to an increase of its viscosity intensifies. The presence in the formulation of Apple powder leads to a sharp increase in the viscosity of the dough due to the high water absorption capacity. The dependence of bulk density on the duration of the process of churning the dough with different prescription composition characterizes the formation of the foam structure of the test. The decrease in volume weight on the duration of the churning of the test is identical, however, as the saturation of the air test, the intensity of decrease in volume weight test for them is changing. This is due to the foaming ability of the prescription of the test and thus the formation of a foam structure with different dispersion of air bubbles. The higher foaming ability of the prescription of the test and its viscosity, the higher the dispersion of air bubbles. With the increase of dispersion of air bubbles increases the firmness of bread crumb during baking. Dispersion of air bubbles affects the stability of the crumb during baking, the specific volume and porosity of bread. Analysis of results and properties of the obtained products showed that they possess the organoleptic and physico-chemical properties and are enriched with new products.

Ключевые слова: «сбивной» хлеб, школьное питание, структурообразование, рецептурные компоненты.

Keywords: «whipped» bread, school meal, structure formation, prescription components.

Для создания технологии «сбивного» хлеба повышенной пищевой ценности для школьного питания необходимо исследовать влияние рецептурных компонентов на процессы структурообразования теста и хлеба [2, 3, 4, 5].

Для исследования процесса структурообразования теста и хлеба для школьного питания были получены следующие зависимости: силы тока привода установки от продолжительности процессов замеса (а) и сбивания (б) теста с различным рецептурным составом (рисунок 1); объемной массы от продолжительности сбивания теста (рисунок 2); изменение температуры теста при замесе (а) и сбивании (б) (рисунок 3) и дисперсности воздушных пузырьков сбивного теста различного рецептурного состава (рисунок 3, 4).

Характерным для всех кривых 1, 2, 3, 4, 5, 6 (рисунок 1) является повышение величины силы тока привода установки на стадии замеса (а) в процессе формирования структуры теста и разрушения клейковинного каркаса и последующее уменьшение ее при сбивании (б) за счет формирования пенной структуры и окончательного разрушения клейковинного каркаса теста и при этом снижении его вязкости. Чем ниже начальная температура теста (рисунок 3), тем интенсивнее рост величины силы тока привода установки [1, 6].

Динамика роста температуры теста (рисунок 3) при замесе указывает на то, что с повышением начальной температуры замеса теста интенсивнее протекают процессы смачивания, гидратации и набухания частиц муки, что соответственно приводит к увеличению вязкости теста и его температуры.

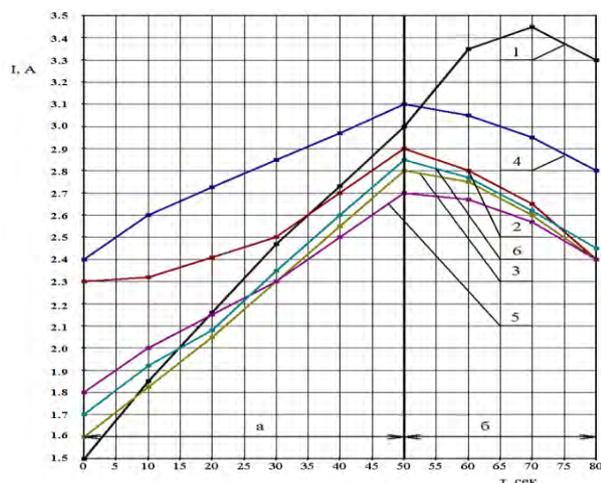


Рисунок 1. Зависимость величины силы тока привода установки от продолжительности процессов замеса (а) и сбивания (б) теста различного рецептурного состава: 1- контроль; 2- свекла+ тыква+ яблоко; 3- капуста+морковь+яблоко; 4 - капуста+ тыква+яблоко; 5- тыква+морковь+ яблоко; 6- тыква+свекла.

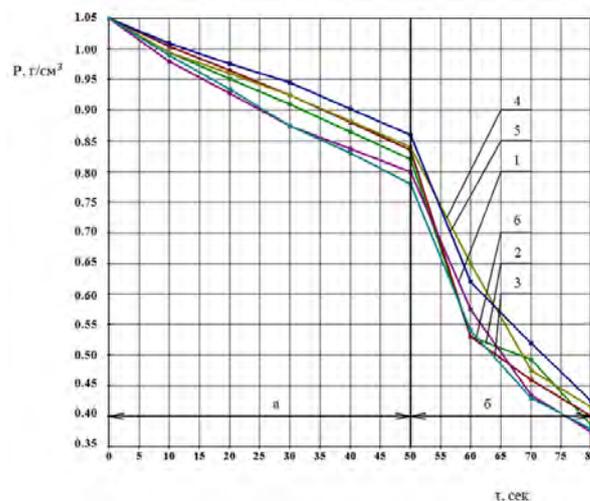


Рисунок 2. Зависимость объемной массы теста от продолжительности процессов замеса (а) и сбивания (б) теста различного рецептурного состава: 1- контроль; 2- свекла+ тыква+ яблоко; 3- капуста+морковь+яблоко; 4- капуста+ тыква+яблоко; 5- тыква+морковь+ яблоко; 6- тыква+свекла

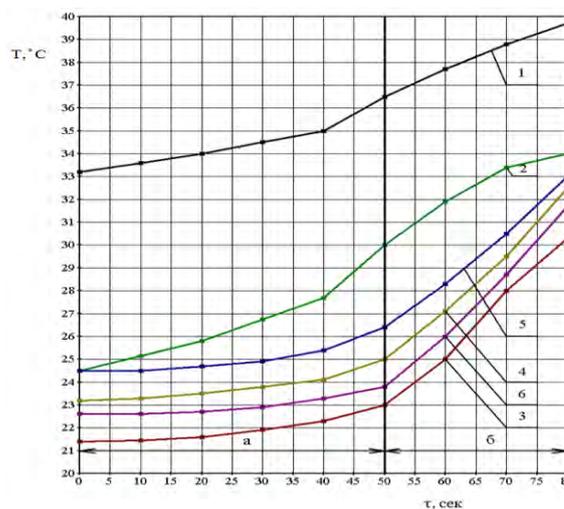


Рисунок 3. Зависимость температуры теста от продолжительности процесса замеса (а) и сбивания (б) теста различного рецептурного состава: 1- контроль; 2- свекла+ тыква+ яблоко; 3- капуста+морковь+яблоко; 4- капуста+ тыква+яблоко; 5 - тыква+морковь+ яблоко; 6- тыква+свекла.

Резкое увеличение величины силы тока привода установки при замесе (а) теста (контроль) (рисунок 1, кривая 1) связано с тем, что водопоглотительная способность яблочного порошка высокая, и поэтому за счет интенсивного набухания частиц яблочного порошка резко увеличивается вязкость теста и, следовательно, величина силы тока и температура теста (рисунок 1, 3)

Увеличение температуры теста при сбивании (рисунок 3б), хотя при этом умень-

шается величина силы тока привода установки (рисунок 1б), связано с процессом выделения тепла гидратации при замесе и сбивании [1].

Скорость процессов замеса и сбивания теста высокая и при этом продолжительность этих процессов мала, следовательно, процесс выделения тепла гидратации запаздывает. Зависимость объемной массы от продолжительности процесса сбивания теста с различным рецептурным составом (рисунок 2) характеризует формирование пенной структуры теста. Причем характер кривых 1, 2, 3, 4, 5, 6 (рисунок 2) снижения объемной массы от продолжительности сбивания теста идентичен, однако по мере насыщения воздухом теста интенсивность снижения объемной массы теста для них меняется. Это связано с пенообразующей способностью рецептурного состава теста и при этом формированием пенной структуры с различной дисперсностью воздушных пузырьков (рисунок 4, кривая 5). Чем выше пенообразующая способность рецептурного состава теста и его вязкости, тем выше дисперсность воздушных пузырьков (рисунок 4).

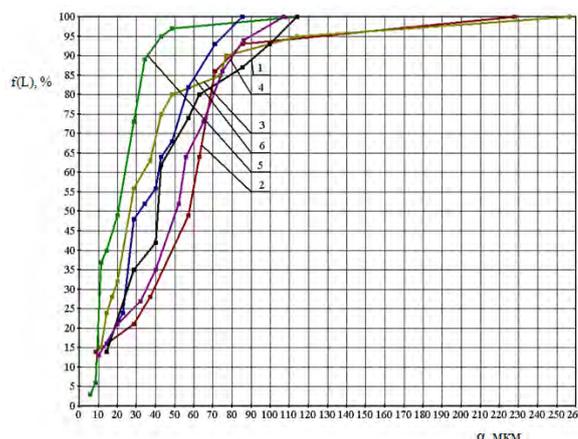


Рисунок 4. Интегральные кривые зависимости от диаметра воздушных пузырьков «сбивного» теста различного рецептурного состава: 1 - контроль; 2 - свекла+ тыква+ яблоко; 3 - капуста+морковь+яблоко; 4 - капуста+тыква+яблоко; 5 - тыква+морковь+яблоко; 6 - тыква+свекла.

С повышением дисперсности воздушных пузырьков повышается устойчивость мякиша хлеба при выпечке (таблица 1) и соответственно удельный объем (225,0 см³/100 г) и пористость хлеба (65,0 %).

Т а б л и ц а 1

Показатели качества «сбивного» хлеба для школьного питания

Показатели качества	Хлеб «Сбивной» из цельносомолотого зерна пшеницы контроль	Хлеб "Школьный" из цельносомолотого зерна пшеницы (тыква, морковь, яблоко)	Хлеб "Богатырь" из цельносомолотого зерна пшеницы (свекла, тыква, яблоко)
Органолептические показатели			
Внешний вид:			
Форма	Без боковых выплывов, соответствует форме, в которой выпекался хлеб.		
Поверхность	Без крупных подрывов и трещин		
Цвет	Коричневый с желтоватым оттенком	Коричневый	
Состояние мякиша:			
Пропеченность	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь		
Промес	Без комочков и следов непромеса		
Пористость	Равномерная, без пустот и уплотнений		
Вкус	Свойственный данному виду изделия, без постороннего привкуса	Свойственный данному виду изделия, с привкусом тыквы, моркови, яблока	Свойственный данному виду изделия, с привкусом свеклы, тыквы, яблока
Запах	Свойственный данному виду изделия		
Физико-химические показатели			
Влажность мякиша хлеба, %	45,5	49,5	49,0
Кислотность мякиша, град	3,4	3,5	3,5
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	208,0	225,0	215,0
Пористость мякиша, %	53,5	65, 0	62, 0

Показатели качества	Хлеб "Натали" из цельнозернового зерна пшеницы (капуста, тыква, яблоко)	Хлеб "Ксюша" из цельнозернового зерна пшеницы (капуста, морковь, яблоко)	Хлеб "Радуга" из цельнозернового зерна пшеницы (свекла, тыква)
Органолептические показатели			
Внешний вид:			
Форма	Без боковых выплывов, соответствует форме, в которой выпекался хлеб.		
Поверхность	Без крупных подрывов и трещин		
Цвет	Коричневый		
Состояние мякиша:			
Пропеченность	Пропеченный, не липкий, не влажный на ощупь		
Промес	Без комочков и следов непромеса		
Пористость	Равномерная, без пустот и уплотнений		
Вкус	Свойственный данному виду изделия, с привкусом капусты, тыквы, яблока	Свойственный данному виду изделия, с привкусом капусты, моркови, яблока	Свойственный данному виду изделия, с привкусом свеклы, яблока
Запах	Свойственный данному виду изделия с капустно-тыквенно-яблочным ароматом	Свойственный данному виду изделия с капустно-морковно-яблочным ароматом	Свойственный данному виду изделия со свекло-яблочным ароматом
Физико-химические показатели			
Влажность мякиша хлеба, %	48,5	49,0	48,0
Кислотность мякиша, град	3,5	3,5	3,5
Удельный объем хлеба, см ³ /100 г	210,0	217,0	212,0
Пористость мякиша, %	60,0	59,0	55,4

«Сбивные» хлебобулочные изделия (таблицы 1, 2) обладают высокими органолептическими и физико-химическими свойствами, соответствующими рецептурному составу, и

могут быть взяты за основу разработки технической документации на новые виды обогащенных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1 Магомедов Г.О., Богданов В.В., Евсеев А.В., Магомедов М.Г. Установка для приготовления сбивного теста (особенности работы и основные технические характеристики) // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 1 (55). С. 17-23.

2 Магомедов Г.О., Лобосова Л.А., Магомедов М.Г., Барсукова И.Г. Перспективы использования нетрадиционного сырья в технологии производства сбивных изделий // Кондитерское производство. 2014. № 2. С. 12-14.

3 Шапошников И. И. Об отраслевой целевой программе развития хлебопекарной промышленности Российской Федерации // Хлебопечение России. 2014. № 3. С. 4-5.

4 Матвеева И. В. Приоритеты на рынке хлебобулочных изделий Европы и России (мнение потребителей и производителей) // Хлебопродукты. 2014. № 6. С. 33-35.

5 Алехина Н.Н., Пономарева Е.И., Журавлев А.А., Бакаева И.А. Ресурсосберегающая технология зернового хлеба повышенной ценности // Материалы Международной научно-практической конференции: Инновационные решения при производстве продуктов питания из растительного сырья. 2014. С. 39-40.

6 Невская Е.В., Шлепенко Л.А. Хлебобулочные изделия для детского питания на основе натуральных ингредиентов // Кондитерская сфера. 2013. № 3 (50). С. 46-47.

REFERENCES

1 Magomedov G.O., Bogdanov V.V., Evseev A.A., Magomedov M.G. Installation for making whipped dough (especially work and the basic specifications). *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technology], 2013, no. 1 (55), pp. 17-23. (In Russ.).

2 Magomedov G.O., Lobosova L.A., Magomedov M.G., Barsukov I.G. Prospects for the use of non-traditional raw materials in production technology aerated products. *Konditerskoe proizvodstvo*. [Confectionery], 2014, no. 2, pp. 12-14. (In Russ.).

3 Shaposhnikov I.I. On sectoral target-howling development program of the baking industry of the Russian Federation. *Khlebopechenie Rossii*. [Russian Bakery], 2014, no. 3, pp. 4-5. (In Russ.).

4 Matveeva I.V. Priorities in the market of bakery products in Europe and Russia (the opinion of consumers and producers). *Khleboprodukty*. [Bakery], 2014, no. 6, pp. 33-35. (In Russ.).

5 Alekhina N.N., Ponomareva E.I., Zhuravlev A.A., Bakaeva I.A. Resource saving technology of grain bread increased value. *Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proceedings of the International scientific-practical conference: Innovative solutions in the production of food products from vegetable raw]. 2014. pp 39-40. (In Russ.).

6 Nevskaya E.V., Shlepenko L.A. Bakery products for baby food based on natural ingredients. *Konditerskaya sfera*. [Confectionery sphere], 2013, no. 3 (50), pp. 46-47. (In Russ.).

Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология

УДК 631.12:66.912

Доцент Е.В. Складнев, ассистент М.Ю. Балабанова,
магистрант Игнатьева Н.Н.

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств
тел.(473)249-91-13

E-mail: kafedra-mahp@mail.ru, sklyadnev_ev@mail.ru, mariya_balabanova@mail.ru

Associate Professor E.V. Sklyadnev, assistant M.Y. Balabanova,
Undergraduate Ignatyeva N.N.

(Voronezh, Russia. state Universitying. technology.) Department of machines and apparatus
of chemical processes. phone (473) 249-91-13,

E-mail: kafedra-mahp@mail.ru, sklyadnev_ev@mail.ru, mariya_balabanova@mail.ru

Комплексная переработка целлюлозосодержащих отходов птицефабрик и сахарного производства

Complex processing of cellulose waste from poultry and sugar production

Реферат. Для решения проблемы утилизации огромных объемов целлюлозосодержащих отходов сахарного производства в виде жома свекловичного и отходов птицефабрик в виде птичьего помета предлагается использовать совместное применение двух термических методов переработки отходов – пиролиза и газификации. Возможность применения пиролиза применительно к рассматриваемым отходам подтверждена результатами экспериментальных исследований. На основании результатов лабораторных исследований свойств вторичных продуктов, получаемых в результате термической переработки исходного сырья, предлагается комплексная переработка с целью получения полезных продуктов, подлежащих реализации в виде товарной продукции, и организации собственного энергообеспечения процесса утилизации. Разработанная технологическая схема установки для комплексной переработки указанных отходов включает 3 участка, на которых последовательно осуществляются: пиролизное разложение исходного сырья с получением вторичных продуктов в виде твердых, жидких и газовых фракций, газификация твердых фракций с получением горючего газа и разделение жидких фракций путем ректификации с получением ценных продуктов. Основным оборудованием на первом участке являются пиролизный реактор и каскад конденсаторов, на втором участке – газификаторы слоевого и поточного типов, на третьем – одна или несколько ректификационных колонн с необходимой обвязкой. Собственное энергообеспечение установки организуется путем использования тепла, получаемого при сжигании синтез-газа, для отопления реактора и газификаторов, входящих в состав установки. Для разработанной схемы приведены расчеты теплового баланса установки, подтверждающие энергетическую эффективность предлагаемого процесса утилизации. Разработки проводились в рамках реализации проекта победителя Конкурса премий Молодежного правительства Воронежской области по поддержке молодежных программ в 2014-2015 гг.

Summary. To solve the problem of disposing of huge volumes of cellulose waste from sugar production in the form of beet pulp and waste of poultry farms in the form of poultry manure is proposed to use the joint use of two methods of thermal processing of waste - pyrolysis and gasification. The possibility of using pyrolysis applied to the waste are confirmed by experimental results. Based on the results of laboratory studies of the properties of by-products resulting from the thermal processing of the feedstock, it is proposed complex processing to produce useful products, to be implemented in the form of marketable products, and the organization's own process energy utilization. Developed flow diagram of an integrated processing said waste comprises 3 sections, which successively carried out: pyrolytic decomposition of the feedstock to obtain a secondary product in the form of solid, liquid and gas fractions, the gasification of solids to obtain combustible gas and separating the liquid fraction by distillation to obtain valuable products. The main equipment in the first region is the pyrolysis reactor cascade condensers; the second section - gasifiers layers and stream type; the third - one or more distillation columns with the necessary strapping. Proper power supply installation is organized by the use of the heat produced during combustion of the synthesis gas for heating and gasification reactor. For the developed scheme presents calculations of the heat balance of the installation, supporting the energy efficiency of the proposed disposal process. Developments carried out in the framework of the project the winner of the Youth Prize Competition Government of Voronezh region to support youth programs in the 2014-2015.

Ключевые слова: пиролиз, газификация, утилизация, переработка, целлюлозосодержащие отходы.

Keywords: pyrolysis, gasification, waste recycling, cellulose waste.

© Складнев Е.В., Балабанова М.Ю.,
Игнатьева Н.Н., 2015

Решение проблемы утилизации огромных объемов целлюлозосодержащих отходов сахарного производства (жома свекловичного) и птицефабрик (птичьего помета) требует применения методов, которые в короткие сроки позволили бы осуществить переработку с получением полезных вторичных продуктов. Одним из вариантов является совместное применение термических методов переработки отходов – пиролиза и газификации, позволяющих провести переработку с максимальным использованием образующихся в процессе утилизации вторичных продуктов [1].

Исследования процесса химико-термической переработки (пиролиза) указанных отходов в интервале температур 450...550 °С проводились на лабораторной установке, включающей горизонтальный реактор со шнековым питателем и ворошителем, оснащенный электронагревателем, и систему охлаждения пирогаза, состоящую из двух конденсаторов с водяным охлаждением. В результате экспериментов установлена возможность получения вторичных продуктов в виде жидкой, газовой и твердой фракций, а также проведены исследования составов и свойств полученных продуктов с выработкой рекомендаций по их последующему применению [2]. В частности, твердые фракции возможно использовать в качестве сырья для процесса газификации с целью получения горючего синтез-газа [3], а жидкие – подвергать разделению с целью получения полезных компонентов [4,5].

В настоящее время проводятся экспериментальные исследования на лабораторной установке газификации с целью установления зависимостей выходов полезных продуктов от условий проведения процесса переработки углеродсодержащего сырья.

На основании проведенного аналитического обзора и результатов экспериментальных исследований разработана технологическая схема установки для комплексной переработки целлюлозосодержащих отходов (рисунок 1).

Установку можно условно разделить на три участка:

- участок химико-термической переработки (пиролиза) исходного сырья;
- участок газификации твердых фракций, полученных в результате переработки исходного сырья;
- участок разделения жидких фракций, полученных в результате переработки исходного сырья.

Согласно представленной схеме процесс утилизации отходов протекает следующим образом.

На участке химико-термической переработки исходное влажное целлюлозосодержащее сырье поступает в шнековый пресс-сепаратор ПС, где происходит отжим избыточной влаги из сырья. Из пресс-сепаратора органическое сырье поступает в бункер Б, откуда посредством дозирующего шнека загружается в бункер питателя реактора Р. В реакторе сырье подвергается ворошению с целью улучшения подвода теплоты. Температура внутри реактора поддерживается на уровне 400...550 °С.

Образующаяся в реакторе парогазовая смесь отбирается и направляется в фильтр-циклон ФЦ1, где происходит очистка от твердых примесей. Из фильтр-циклона парогазовая смесь поступает в двухступенчатую систему конденсации, в которой в первом по ходу движения парогазовой смеси конденсаторе КД1 конденсируются преимущественно углеводородные пары смеси с температурой кипения выше 120 °С. Из первого аппарата парогазовая смесь, освободившаяся от высококипящих жидких фракций, поступает во второй конденсатор КД2, в котором конденсируется оставшаяся паровая конденсируемая часть смеси, включая пары воды, так как температура газовой смеси на выходе из второго конденсатора не превышает 75 °С.

Неконденсируемая часть пирогаза – газовое топливо, выходит из второго конденсатора и направляется в осушитель, где в процессе адсорбции пирогаз полностью освобождается от влаги. Осушенный пирогаз поступает в комбинированную топку Т, где сжигается, образуя дымовые газы, которые выходят из топки и поступают в рубашку реактора Р. Из рубашки реактора дымовые газы, отдав свою избыточную теплоту стенке реактора, удаляются в атмосферу. При необходимости возможно организовать дополнительную доочистку дымовых газов от загрязняющих компонентов.

На участок газификации подаются предварительно накопленные в сборнике твердые остатки из реактора Р с последующим измельчением в барабанной шаровой мельнице БМ, после чего поступают на вибросито для фракционирования, целью которого является получение двух фракций твердого с размерами частиц более и менее 160 мкм.

После разделения фракция с размером частиц менее 160 мкм подается в емкость, а затем в смеситель ММ, в который из емкости поступает сточная вода, образующаяся на предприятии, отходы которого подлежат утилизации. При отсутствии сточных вод в емкость может подаваться техническая вода с добавлением небольшого количества ПАВ для стабилизации суспензии. После перемешивания суспензия с

помощью насоса подается в газификатор струйного типа Г1, где при температуре 1200 °С происходит образование синтез-газа.

Фракция с размером частиц более 160 мкм поступает в загрузочную емкость, откуда подается в слоевой газификатор Г2. В газификаторе при температуре около 1000 °С из полученного топлива происходит образование синтез-газа.

В качестве кислородсодержащего агента для подачи в газификаторы целесообразно использовать атмосферный воздух либо водяной пар, получение которого возможно реализовать на стадии охлаждения синтез-газа. Твердый

остаток после процесса газификации из аппаратов Г1 и Г2 поступает в сборники.

Полученный синтез-газ с температурой около 850 °С направляется в фильтр-циклон ФЦ2 для очистки от мелкодисперсных частиц.

Очищенный от частиц пыли синтез-газ подается в теплообменник первой ступени Т4, где происходит снижение температуры до 500 °С, а затем в теплообменник второй ступени Т5 для охлаждения до 200 °С. Нагретая охлаждающая жидкость из теплообменников поступает на охлаждение в воздушный холодильник Х, обдуваемый атмосферным воздухом.

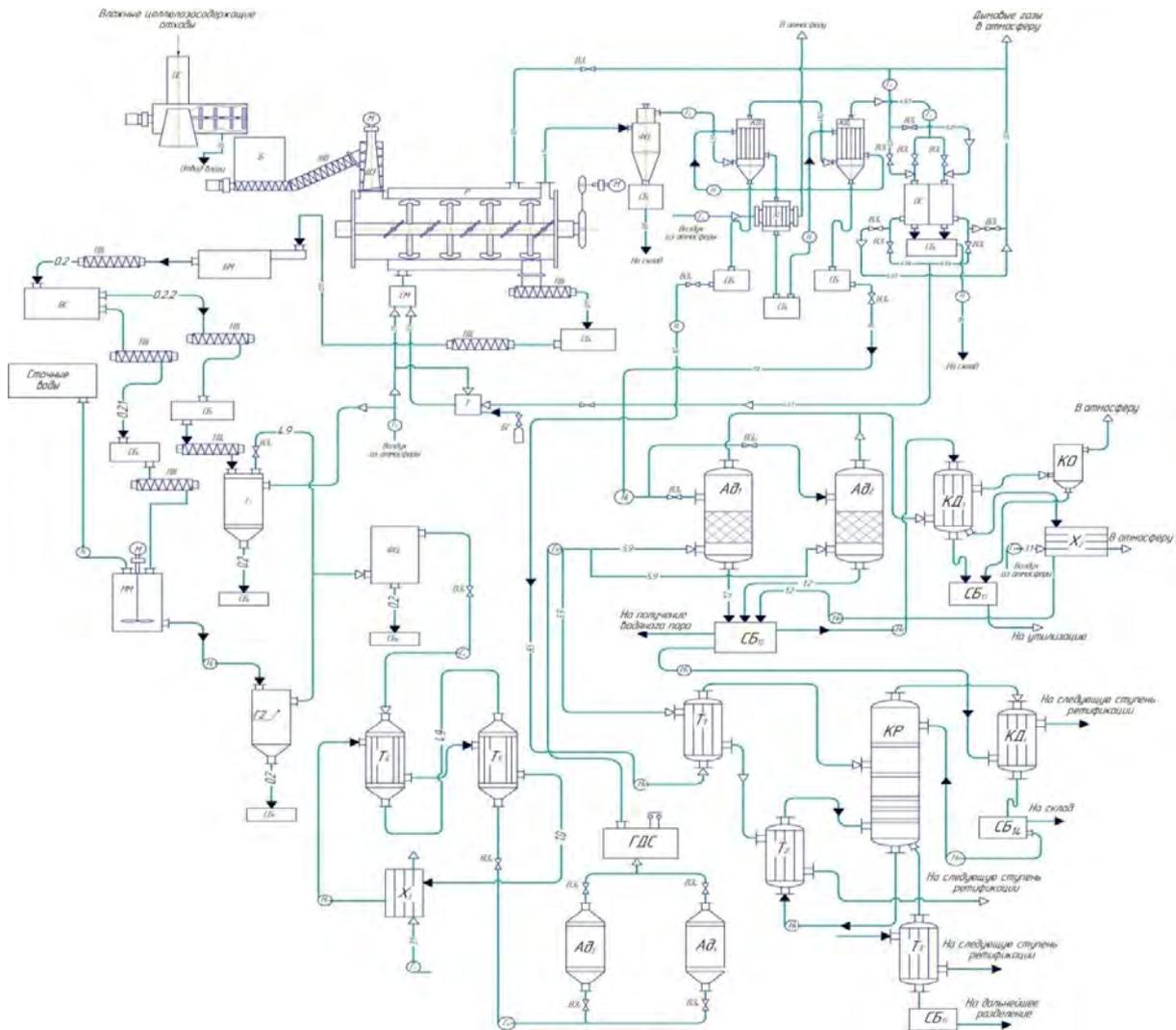


Рисунок 1. Технологическая схема установки для реализации процесса комплексной переработки целлюлозосодержащих отходов

Охлажденный синтез-газ поступает на осушку в адсорбер Ад3. Для возможности замены отработанного сорбента в линии предусмотрен резервный адсорбер Ад4. Очищенный газ направляется на газодизельную станцию для выработки электроэнергии.

На участок разделения жидких фракций подаются жидкости, образующиеся в конденсаторах

КД1 и КД2, предварительно накопленные в сборниках.

Из фракции пирогаза, сконденсированной при температуре менее 120 °С, возможно выделить техническую воду и органические примеси. Для этого из емкости жидкость насосом подается в адсорбер Ад1, в котором, проходя через слой загрузки, она очищается от

содержащихся органических примесей. После истощения сорбционной емкости загрузки в адсорбере подача жидкости переключается на адсорбер Ад2. В процессе работы первого адсорбера во второй подаются дымовые газы с газодизельной электростанции для осуществления регенерации сорбента путем испарения сорбированных органических компонентов. Аналогичный процесс протекает при истощении сорбционной емкости сорбента во втором адсорбере.

Дымовые газы с парами воды и органических компонентов из адсорберов Ад1 и Ад2 поступают в конденсатор КДЗ, из которого отводятся сконденсированные пары воды и органических компонентов в емкость и отбираются из нее на последующую утилизацию. Очищенные дымовые газы, пройдя через каплеотбойник КО, выбрасываются в атмосферу.

Пиролизная жидкость с температурой конденсации больше 120 °С (с первой ступени конденсации пирогаза) содержит ряд органических компонентов (большую часть из которых составляют фенолы – 30 % и нафталин – 5 %) и подвергается разделению на ректификационной колонне. Процесс разделения протекает следующим образом.

Исходная жидкость с первой ступени конденсации пирогаза из емкости насосом подается в теплообменник Т1 для подогрева и подачи на разделение в колонну КР. Циркуляция кубового

остатка в колонне осуществляется через выносной теплообменник Т2, отвод кубового остатка осуществляется в емкость. Конденсация паров фенолов осуществляется в конденсаторе КД4 с частичным возвратом на орошение в колонну и отводом части продукции на склад для последующей реализации потребителю. При необходимости возможно организовать последующее ступенчатое разделение жидкой фракции.

Рассматриваемая схема переработки отходов является полностью энергетически независимой от сторонних источников энергии при установившемся режиме работы установки. Пиролизный реактор и газификаторы работают на полном собственном энергообеспечении за исключением необходимости подачи природного газа (или запасов синтез-газа, выработанного ранее) на горелки аппаратов в пусковой период. Тепловой баланс установки для утилизации целлюлозосодержащих отходов представлен в таблице 1. Согласно результатам проведенных расчетов общий тепловой баланс установки является положительным.

Исследования и разработки проводились в рамках реализации проекта победителя Конкурса премий Молодежного правительства Воронежской области по поддержке молодежных программ в 2014-2015 гг.

Т а б л и ц а 1

Тепловой баланс установки для комплексной утилизации целлюлозосодержащих отходов

№ п/п	Наименование оборудования	Расход теплоты, МДж	
		-	+
I. Участок химико-термической переработки			
1	Реактор	5202,5	-
2	Конденсатор первой ступени	-	508,5
3	Конденсатор второй ступени	-	189,8
3	Холодильник воздушный	-	125,8
4	Топка	-	727,3
Итого +/-		- 3651,1	
II. Участок газификации твердых фракций			
5	Газификатор	253,9	-
6	Газификатор струйного типа	609,9	-
7	Теплообменник первой ступени охлаждения	-	1436,7
8	Теплообменник второй ступени охлаждения	-	1347,02
9	Холодильник	-	2783,7
10	ГДС	-	16968,3
Итого +/-		+21671,92	
III. Участок ректификации жидкой фракции			
11	Подогреватель исходной смеси	0,161	-
12	Охладитель кубового остатка	-	0,07
13	Кипятильник	0,75	-
14	Конденсатор-дефлегматор	-	0,843
15	Охладитель дистиллята	-	0,102
16	Конденсатор органических примесей	-	8287,2
17	Холодильник	-	14931,8
Итого +/-		+23219,104	

ЛИТЕРАТУРА

1 Бахонина Е.И. Современные технологии переработки и утилизации углеводородсодержащих отходов. Сообщение 1. Термические методы утилизации обезвреживания углеводородсодержащих отходов // Башкирский химический журнал. 2015. Т. 22. № 1. С. 20.

2 Складнев Е.В., Балабанова М.Ю. Исследование процесса получения вторичных продуктов при термической переработке целлюлозосодержащих отходов // Материалы I Международной конференции «Актуальные проблемы науки XXI века». М.: Международная исследовательская организация «Cognitio», 2015. С. 141-142.

3 Балабанова М.Ю., Складнев Е.В., Панов С.Ю. Утилизация твердых углеводородсодержащих фракций после термической переработки целлюлозосодержащих отходов путем газификации // Материалы 5-й международной научно-технической конференции «Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства» (Омск, 25-30 апреля 2015 г.). Омск: Изд-во ИНТЕХ, 2015. С. 178.

4 Hyeon Su Heo, Sang Guk Kim Catalytic upgrading of oil fractions separated from food waste leachate // Bioresource Technology 102. 2011. P. 3952–3957.

5 Kim S.G. System for separation of oil and sludge from food waste leachate. Korea Patent 10-2010-0053719.

REFERENCES

1 Bakonina E.I. Modern processing technology and utilization of hydrocarbon waste. Report 1. Thermal methods of disposal of hydrocarbon waste disposal. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal*. [Bashkir Chemistry journal], 2015, vol. 22, no. 1, pp. 20. (In Russ.).

2 Sklyadnev E.V., Balabanova M.Yu. Study the process of obtaining secondary products during thermal processing of cellulose waste. Aktual'nye problem nauki XXI veka [Proceedings of the I International conference "Actual problems of science of the XXI century"]. Moscow, Cognitio, 2015. pp 141-142. (In Russ.).

3 Balabanova M.Yu., Sklyadnev E.V., Panov S.Yu. Disposal of solid carbonaceous fractions after thermal processing cellulose-containing waste by gasification. Tekhnika i tekhnologiya neftekhimicheskogo i neftegazovogo proizvodstva [Proceedings of the 5th International Scientific Conference "Engineering and technology petrochemical and oil and gas production" (Omsk, April 25-30, 2015)]. Omsk, INTEKh, 2015. 178 pp. (In Russ.).

4 Hyeon Su Heo, Sang Guk Kim Catalytic upgrading of oil fractions separated from food waste leachate. Bioresource Technology 102, 2011, pp. 3952–3957.

5 Kim S.G. System for separation of oil and sludge from food waste leachate. Korea Patent 10-2010-0053719.

УДК 621.785.533

Профессор В.И. Серебровский, доцент Р.И. Сафронов,
аспирант Б.С. Блинков,

(Курская гос.сельскохоз. академ.) кафедра электротехники и электроэнергетики.
тел.+7(4712)53-13-70

аспирант М.В. Журавлев

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых производств.
тел. (473) 255-07-51

Professor V.I. Serebrovskii, associate professor R.I. Safronov,
graduate B.S. Blinkov,

(Kursk State Agricultural Academy) Department of electrical equipment and power industry.
phone + 7(4712)53-13-70

graduate M.V. Zhuravlev

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation and sugar
industries technology.
phone (473) 255-07-51

Упрочнение электроосажденного железа химико-термической обработкой

Hardening of the electrodesieged iron chemical heat treatment

Реферат. В настоящее время в ремонтном производстве на стадии восстановления стальных деталей широкое применение получили специальные покрытия, образующиеся за счет электролитического воздействия на ионы железа. Данный технологический прием отличается высокой производительностью, простотой проведения, невысокой стоимостью технологического оборудования и применяемых материалов, а также легкой автоматизацией процесса. Однако данный метод имеет ряд недостатков: низкую усталостную прочность восстановленных деталей, недостаточно прочное сцепление железного покрытия с основой, в частности, с легированными сталями, недостаточную износостойкость. С целью повышения долговечности и износостойкости деталей, восстановленных за счет электрохимического воздействия, предлагается использовать химико-термическую обработку, заключающуюся в применении нитроцементации. Исследована эффективность применения различных режимов нитроцементации в высокоактивном пастообразном карбонизаторе, и их влияние на структуру и свойства железных гальванических покрытий. Установлено, что нитроцементация как при низких, так и при высоких температурах многократно (в 6-7,5 раз) повышает микротвердость покрытий. При этом наивысшая твердость получается при низкотемпературной нитроцементации с непосредственной закалкой в воде. Проведение процесса нитроцементации при низких температурных значениях (650 °С), значительно повышает твердость железного покрытия, увеличивая при этом предел его текучести, а также значительно увеличивает и его предел выносливости. Усталостная прочность нитроцементованных образцов с железными осадками на поверхности, как показали наши исследования, не только выше прочности таких же образцов без нитроцементации (более чем в 2 раза), но и выше чем усталостная прочность основного металла без покрытия. Повышение температуры нитроцементации не приводит к повышению твердости электролитического железа. Разработана рациональная технология упрочнения стальных деталей, восстановленных железением. Выбраны оптимальные режимы нитроцементации для упрочнения деталей, восстановленных железением, с целью повышения долговечности деталей машин. Оптимальным технологическим температурным режимом проведения процесса нитроцементации, при котором возможно получение максимальной усталостной прочности и износостойкости от восстанавливаемой детали, является протекание нитроцементации при 650 °С, с последующей закалкой и отпуском при 150 °С.

Summary. Currently in the repair and manufacture at the stage of recovery of steel parts, widely used special coatings formed by electrolytic effects on ferrous ions. This technique offers high performance, ease of implementation, low cost of technological equipment and materials used, as well as easy automation of the process. However, this method has several disadvantages: low fatigue strength of reconditioned parts, insufficiently strong grip of the iron coating to the substrate, particularly in alloy steels, insufficient wear resistance. For the purpose of increasing durability and wear resistance of parts, restored through electrochemical action, it is proposed to use chemical-heat treatment, consisting in the application of carbonitriding. Investigated the efficacy of different modes of carbonitriding in the highly carburizing paste-and their influence on the structure and properties of iron plating. It is established that the nitrocarburizing both low and high temperatures repeatedly (6-7.5 times) increases the microhardness of the coatings. The highest hardness is obtained by low-temperature carbonitriding with direct quenching in water. Conducting the carbonitriding process at low temperatures (650 °C), significantly increases the hardness of the iron coatings, increasing the limit of its fluidity, a and also greatly increases its endurance limit. Nitrocarburized fatigue strength of samples with iron precipitation on the surface, as shown by our studies, not only higher strength of the same samples without carbonitriding (more than 2 times), but higher than the fatigue strength of the base metal without coatings. Raising the temperature of the carbonitriding did not increase the hardness of electrolytic iron. Developed a rational technology of hardening of steel parts, re-chain iron fortification. Selected optimum conditions for carbonitriding hardening restored iron fortification, with the purpose of increasing durability of machine parts. Optimal process temperature re-benching of the process of carbonitriding in which is possible to obtain maximum fatigue strength and wear resistance from the restored detail, is the process of carbonitriding at 650°C, followed by quenching and tempering at 150 °C.

Ключевые слова: нитроцементация, усталостная прочность, износостойкость, гальванические покрытия, упрочнение деталей.

Key words: nitrocarburizing, fatigue strength, snooty-bone, electroplating, hardening of parts.

© Серебровский В.И., Сафронов Р.И.,
Блинков Б.С., Журавлев М.В., 2015

Гальванические (электролитические) покрытия широко применяются в ремонтном производстве при восстановлении стальных деталей, имеющих относительно небольшие износы (0,3...0,5 мм), при этом наиболее широкое применение находит электролитическое железнение. Этот способ восстановления отличается высокой производительностью, простотой и невысокой стоимостью оборудования и материалов, возможностью одновременного наращивания большого количества деталей, автоматизацией процесса. Однако наряду с положительными сторонами, упомянутыми выше, электролитическое железнение имеет ряд недостатков, а именно: низкую усталостную прочность восстановленных деталей, недостаточно прочное сцепление железного покрытия с основой (в частности, с легированными сталями) и, во многих случаях, недостаточную износостойкость. В связи с этим ресурсы деталей, восстановленных железнением, заметно ниже ресурсов новых деталей.

С целью повышения долговечности деталей, восстановленных железными покрытиями, предлагаются различные способы упрочнения, из которых наиболее рациональным следует признать химико-термическую обработку, в частности, нитроцементацию [1, 2].

Настоящая работа посвящена исследованию влияния режимов нитроцементации в высокоактивном пастообразном карбюризаторе на структуру и свойства железных гальванических покрытий с целью разработки рациональной технологии упрочнения стальных деталей, восстановленных железнением.

Для нанесения железных покрытий на стальные изделия был использован хлоридный электролит, осаждение проводилось на переменном асимметричном токе с коэффициентом асимметрии $\beta=6$, катодная плотность тока 30...40 А/дм² [3]. Микроструктура железного осадка представлена на рисунке 1.

Нитроцементация проводилась в высокоактивном пастообразном карбюризаторе следующего состава (% масс): сажа газовая-60; железосинеродный калий [K₄Fe(CN)₆]-30; углекислый натрий (Na₂CO₃)-10; пастообразующая жидкость – водный раствор карбометилцеллюлозы (клей КМЦ) [4]. Компоненты пасты в порош-

кообразном состоянии тщательно перемешивались и разводились клеем до консистенции густой пасты. Паста наносилась на образцы слоем 1,5...2 мм и высушивалась. Образцы с сухим нитроцементующим покрытием упаковывались в контейнер с наполнителем в виде смеси чугунной стружки с сажой. Контейнер помещался в печь, разогретую, до заданной температуры, и выдерживался там необходимое время.

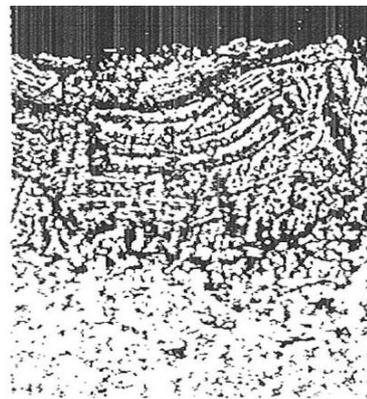


Рисунок 1. Микроструктура электроосажденного железа ($\beta=6$ Дк - 3 А/дм²)

После нитроцементации образцы выгружались из контейнера, подвергались заданной термообработке и использовались для определения микротвердости, усталостной прочности и износостойкости. Усталостную прочность определяли неразрушающим вихретоковым способом по методике [5], износостойкость – на машине трения СМЦ-2 в условиях граничного трения (контртело-чугун СЧ18) с добавлением в смазку абразива (10 г на 1 л).

Установлено, что проведение процесса нитроцементации при низких температурных значениях (650°С), значительно повышает твердость железного покрытия, увеличивая при этом предел его текучести, а также значительно увеличивает и его предел выносливости. Усталостная прочность нитроцементованных образцов с железными осадками на поверхности, как показали наши исследования, не только выше прочности таких же образцов без нитроцементации (более чем в 2 раза), но и выше, чем усталостная прочность основного металла без покрытия.

Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Результаты эксперимента по определению микротвёрдости, прочности и износостойкости материалов

Материал, упрочняющая обработка	Микротвердость Н ₁₀₀ , МПа	Предел выносливости σ_{-1} , МПа	Интенсивность изнашивания, кг·10 ⁻⁶ /ч
Сталь 30Х, нормализация	1450	308	11,5
Железное покрытие без термообработки	3605	199	12,2
Железное покрытие, нитроцементация (650°С, 3ч), закалка в воде, отпуск при 150°С	11885	420	1,9
Железное покрытие нитроцементация (650°С, 3ч), закалка в воде, отпуск при 350°С	10495	348	2,3

Как видно из экспериментальных данных, нитроцементация в пастообразном карбюризаторе радикальным образом изменила свойства железных электролитических осадков. Нитроцементация как при низких, так и при высоких температурах многократно (в 6-7,5 раз) повышает микротвердость покрытий. При этом наивысшая твердость получается при низкотемпературной нитроцементации с непосредственной закалкой в воде. Повышение температуры нитроцементации не приводит к повышению твердости электролитического железа.

Нитроцементированный слой, полученный при температуре 650 °С, имеет на поверхности тонкую пленку ϵ - карбонитрида, под которой на глубину примерно 0,05 мм простирается зона азотистого аустенита с вкраплениями мелких карбонитридов. Эта зона плавно переходит в структуру железного покрытия, причем покрытие отделено от основы четкой границей (рисунок 2).

При закалке нитроцементированного слоя в нем возникают значительные сжимающие напряжения, что приводит к его высокой усталостной прочности, а большая твердость карбонитридной корки и нижележащих зон к высокой износостойкости.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пат. № 2524294, RU, C1 C23C28/02 (2006.01). Способ упрочнения электроосажденных железохромистых покрытий нитроцементацией / В.И. Серебровский, Л.Н. Серебровская, Н.В. Коняев.; №2013110268/02; Заявл. 07.03.2013; Опубл. 27.07.2014, Бюл. №21.

2 Серебровский В.И., Серебровский В.В., Серебровская Л.Н., Сафронов Р.И. и др. Упрочнение электроосажденных железных покрытий вольфрамом и молибденом // Материалы VI международной научно-практической конференции Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки. North Charleston, SC, USA. 2015. С. 183-186.

3 Серебровский В.И., Гнездилова Ю.П. Электроосаждение бинарных сплавов на основе железа для упрочнения деталей машин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. №1. С. 9-12.

4 Серебровский В.И., Гадалов В.Н., Гончаров А.Н., Григорьев С.Б. и др. Упрочнение электроосажденных сплавов на основе железа // Технология металлов. 2011. №8. С. 37-39.

5 Гадалов В.Н., Серебровский В.И. Структура и физико-механические свойства сталей, сплавов и многофункциональных покрытий: монография. Курск.: Курская гос. с.-х. академия, 2010. 318 с.

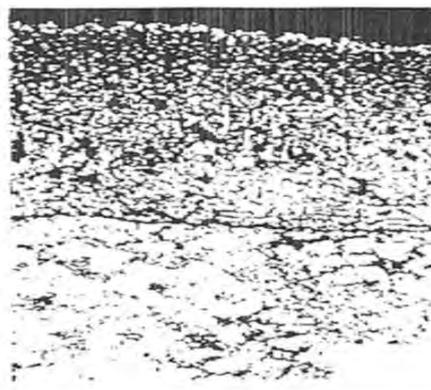


Рисунок 2. Микроструктура переходной зоны

Таким образом, можно заключить, что нитроцементация железных электролитических покрытий значительно повышает их эксплуатационные свойства, такие как износостойкость и усталостную прочность. Оптимальным технологическим температурным режимом проведения процесса нитроцементации, при котором возможно получение максимальной усталостной прочности и износостойкости от восстанавливаемой детали, является протекание нитроцементации при 650 °С, с последующей закалкой и отпуском при 150 °С.

REFERENCES

1 Serebrovskii V.I., Serebrovskaya L.N., Konyaev N.V. Sposob uprochneniya elektroosazdennykh zhelezokhromistykh pokryitiiy nitrotsementatsiei [The method of hardening electrodeposited iron-chromium covering nitrocarburing]. Patent RF, no. 2524294, 2014. (In Russ.).

2 Serebrovskii V. I., Serebrovskii V.V., Serebrovskaya L.N., Safronov R.I. Hardening of electrodeposited iron coating with tungsten and molybdenum. Fundamental'naya nauka i tekhnologii – perspektivnye razrabotki. [Materials of the VI international scientific and practical conference Fundamental science and technologies - promising developments. North Charleston, SC, USA], 2015, pp. 183-186. (In Russ.).

3 Serebrovskii V. I., Gnezdilova Yu.P. Electrodeposition of binary iron-based alloys for hardening of machine parts. Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. [Bulletin of Orel state agrarian University], 2012, no. 1, pp. 9-12. (In Russ.).

4 Serebrovskii V.I., Gadalov V.N., Goncharov A.N., Grigoriev S. B. Hardening of electrodeposited iron-based alloys. Tekhnologiya metallov. [Metals Technology], 2011, no. 8, pp. 37-39. (In Russ.).

5 Gadalov V.N., Serebrovskii V.I. Struktura i fiziko-mekhanicheskie svoistva stalei, spлавov i mnogofuktsional'nykh pokryitii [Structure and physical-mechanical properties of steels, alloys and multifunctional coatings]. Kursk, Kurskaya gos. s-kh. akad., 2010. 318 p. (In Russ.).

УДК 664.151:543.242.3:546.224

Директор М.И. Егорова, научный сотрудник Е.В. Широких,
младший научный сотрудник Я.А. Кретова
(Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности)
отдел контроля производства и стандартизации.
тел (4712) 53-74-01
E-mail: info@miisp.ru

Director M.I. Egorova, researcher E.V. Shirokikh,
junior researcher Ya.A. Kretova
(The Russian Research Institute of the sugar industry)
Department of production control and standardization.
phone (4712) 53-74-01
E-mail: info@miisp.ru

Методологические аспекты пробоподготовки мелассы при определении содержания диоксида серы

Methodological aspects of molasses sample preparation in sulfur dioxide content determining

Реферат. Меласса охарактеризована как побочный продукт производства сахара из первичного или вторичного сахароносного сырья. Рассмотрены особенности внешнего вида, химического состава, выхода мелассы и направления ее использования в зависимости от вида производства, в котором оно образовано. Показана ценность мелассы, исходя из ее совокупного состава, определяющая направления использования. Приведены объемы образования свекловичной мелассы в России. Охарактеризован рынок потребителей мелассы в России и за рубежом при ее экспорте. Указаны нормативные документы, содержащие требования к качеству и безопасности мелассы, в том числе по содержанию диоксида серы. Приведены данные об аллергенных свойствах серы. Показаны источники появления диоксида серы в мелассе как остаточные количества технологических вспомогательных средств и влияние его уровня на сырьевую ценность мелассы при использовании в биотехнологических процессах и кормопроизводстве. Показана необходимость разработки методики определения содержания диоксида серы в мелассе с целью контроля ее безопасности. Охарактеризован йодометрический метод, нашедший использование в практике определения диоксида серы в продуктах. Отмечено различие мелассы и сахара как объектов йодометрического определения диоксида серы, приводящее к невозможности точно установить точку эквивалентности. Рассмотрены варианты устранения мешающего фона темноокрашенных продуктов, распространенные в аналитической химии. Показаны достоинства и недостатки методов отгонки и маскировки фона при определении диоксида серы в темноокрашенных продуктах. Охарактеризованы методы осветления сахарных растворов в оптических методах контроля. Высказано предположение о предпочтительности их использования в пробоподготовке мелассы для фиксации точки эквивалентности при йодометрическом титровании. Поставлены задачи экспериментальных исследований для разработки алгоритма пробоподготовки мелассы при определении содержания диоксида серы.

Summary. Molasses is characterized as sugar production by-product from primary or secondary sacchariferous raw materials. The features of the appearance, the chemical composition, molasses and exit directions of its use, depending on the type of production, in which it is formed. The value of molasses is demonstrated according to its total composition as well as its use directions. Statistics on beet molasses amounts in Russia is presented. Described consumer market molasses in Russia and abroad with its exports. Shown regulations contain requirements for the quality and safety of molasses, including sulfur dioxide. The data on sulfur allergenic properties are presented. Showing source of the sulfur dioxide in the residual molasses number of processing aids and the impact of its level in the value of raw molasses for use in biotechnological processes and fodder production. The necessity to develop methodology for determining the sulfur dioxide content in the molasses to control its security. The iodometric method, which is used in practice for determination of sulphur dioxide in foods are characterized. Differences molasses and sugar as objects of iodometric determination of sulfur dioxide, which leads to the inability to ascertain the equivalence point. The variants eliminate interfering background of dark-colored foods common in analytical chemistry. Advantages and disadvantages of the background masking and stripping the determination of sulfur dioxide in the dark-colored products. It was characterized by clarifying sugar solutions in optical control methods. The hypothesis about preferability of its use in sample molasses preparation for equivalence point fixation in iodometric titration is suggested. The tasks of experimental research for the development of sample preparation algorithm molasses in determining the content of sulphurous acid.

Ключевые слова: меласса, показатель безопасности, диоксид серы, фон красящих веществ, пробоподготовка

Keywords: molasses, safety record, sulfur dioxide, background coloring agents, sample preparation

Производство сахара из первичного или вторичного сахароносного сырья сопровождается образованием побочных продуктов, одним из которых является меласса. Меласса представляет собой отделенный при центрифугировании утфеля последней ступени кристаллизации межкристальный раствор. В зависимости от вида производства, в котором она образована, различают мелассу свекловичную и мелассу тростникового сахара-сырца. Выход мелассы составляет 3,5-4,5 % к массе переработанной сахарной свеклы и 1,5-2,5 % к массе тростникового сахара-сырца.

По внешнему виду меласса – густая вязкая жидкость темно-коричневого цвета со специфическим запахом карамели и меланоидинов, обусловленным присутствием триметиламина и диметилсульфида; с чистотой 56-60 %; pH 6-8 и вязкостью 6-8 Па·с. Она имеет сложный и непостоянный состав, зависящий от сорта, климата зон произрастания, состава почвы, условий и сроков хранения сахарной свеклы и самой мелассы, технологии переработки свеклы и других факторов. Химический состав свекловичной мелассы, кроме сахарозы, определяется химическим составом сахарной свеклы, а именно растворимыми компонентами свекловичного сока, а также зависит от технологических режимов переработки сахарной свеклы, т.к. в нее переходят продукты разложения нативных веществ свеклы и образованные в технологическом потоке (рисунок 1).



Рисунок 1. Химический состав свекловичной мелассы

Химический состав мелассы тростникового сахара-сырца отличается от состава мелассы свекловичной меньшим содержанием сахарозы, большим содержанием редуцирующих веществ, солей кальция, включает альдегиды, эфиры и органические кислоты, она имеет вязкость 6-10 Па·с. Эти отличия обусловлены составом несахаров сырья, применяемой технологией переработки тростникового сахара-сырца.

Среди органических веществ в составе мелассы выделяют группу “сбраживаемых и ферментируемых сахаров” – сумму безазотистых несахаров, которые включают моно- и олигосахариды, органические кислоты (молочную, муравьиную, уксусную, пропионовую, щавелевую, глюциновую, сахариную и др.). Из моносахаридов в мелассе присутствуют редуцирующие вещества – глюкоза и фруктоза, переходящие из сахарной свеклы и образующиеся в результате разложения сахарозы по всему технологическому потоку. Из других моно- и олигосахаридов в мелассе присутствуют психоза, раффиноза, кестоза, арабан и галактан и продукты их расщепления – арабиноза и галактоза, содержание последних увеличивается при переработке гнилой свеклы. Показатель “сбраживаемых и ферментируемых сахаров” считается важным при использовании мелассы в качестве культуральной среды для микроорганизмов.

Азотистые соединения мелассы представлены белковыми веществами, аминокислотами, амидами и азотистыми основаниями. В составе меласс присутствуют 16 аминокислот, в т.ч. глутаминовая, аспарагиновая, лейцин, тирозин, триптофан, фенилаланин, причем многие аминокислоты мелассы являются ценными для человека и животных. Около двух третей азотистых соединений составляет бетаин – триметильное производное глицина, участвующее во многих биохимических процессах в организме и имеющее многостороннее физиологическое значение. Всего же содержание в мелассе азота, усваиваемого дрожжами, составляет от 12 до 20 % общего азота, в то время как для нормальной жизнедеятельности дрожжей достаточно 0,25 % усваиваемого азота.

В состав золы мелассы входят все растворимые вещества сахарной свеклы – калий, натрий, хлор, сера, фосфор, кальций, магний, микроэлементы – бор, медь, цинк, кобальт, марганец, молибден, йод и др.; в ней присутствуют витамин Е и витамины группы В: В₂ – В₆

Часть органических и минеральных веществ находится в мелассе в коллоидном состоянии, общее их содержание составляет 3-5 % к массе мелассы.

По своему совокупному составу меласса ценна тем, что наряду с высоким содержанием сахара в ней содержатся все вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности грибных микроорганизмов; обладает антиокислительным действием. Эти свойства в основном и определяют направления использования мелассы.

В последние годы в России в связи с увеличением объемов переработки сахарной свеклы до 31-39 млн т возросли объемы образования мелассы, составившие 1,4-1,6 млн т [1]. Основным

потребителем мелассы является внутренний рынок России, где доля использования составляет 53-82 %. Преимущественными направлениями потребления мелассы (рисунок 2) в России являются: производство хлебопекарных дрожжей – 35-40 %, производство комбикормов для скота – 20-25 %, производство этилового спирта – 20-25 %, производство пищевых кислот (в основном лимонной) – 3 %, микробиологическая промышленность – 2 %, прочие, включая производство моторных смесевых марок бензина, дизельного топлива, а также растворителей – 10 %.



Рисунок 2. Направления использования мелассы

Излишек мелассы, невостребованной на внутреннем рынке, до 500-600 тыс. т, экспортируется во многие страны мира. Экспорт мелассы ведется в страны дальнего зарубежья и СНГ, на долю первых приходится около 84% всего экспорта. Основные страны-импортеры: Турция, Вьетнам, Германия, из стран СНГ – Украина, использующие ее в основном для производства хлебопекарных дрожжей, в качестве ингредиента для кормов животных и на производство топливного этанола.

Состав мелассы важен для ее потребителей, поэтому требования к ее качеству и безопасности отражены в нормативной документации: ГОСТ 30561-2013 “Меласса свекловичная. Технические условия” и ГОСТ Р 54902-2012 “Меласса тростникового сахара-сырца”. Стандарты включают требования к органолептическим и физико-химическим показателям мелассы, а также показателям микробиологической и химической безопасности, требования к ее упаковке, маркировке. Специфические требования безопасности мелассы отражены в техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 029-2012 “Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств”. Так, в Приложении 8 “Гигиенические нормативы применения консервантов” ТР ТС 029/2012 приведены сернистая кислота (диоксид серы) и ее соли (Е 220 – Е 228) и указан максимальный уровень содержания диоксида серы в продуктах.

Для продукции сахарной промышленности максимально допустимый уровень диоксида серы в ней составляет: в сахаре 15 мг/кг; других сахарах – 40 мг/кг; мелассе – 70 мг/кг [2].

Как известно, сера является аллергеном – приводит к разрушению витамина В₁, дисульфидных мостиков в белках, что может вызвать нежелательные последствия для человека, отрицательно влияет на астматиков, вызывая сужения бронхов [3]. Поэтому при превышении ее содержания в виде диоксида серы более 10 мг/кг в продуктах питания, информация об этом должна указываться в маркировке.

В сахарном производстве для замедления реакций образования красящих веществ и снижения цветности сахара используют технологические вспомогательные средства, действующим веществом которых являются диоксид серы, сульфиты и гидросульфиты калия и натрия [4]. Глубокая сульфитация (обработка указанными реагентами) может приводить к накоплению избыточного количества сернистого ангидрида в полуфабрикатах, наличию его в сахаре и мелассе, что снижает их сырьевую ценность.

Например, в виноделии диоксид серы выполняет функцию стабилизации биохимических и химических свойств вина, однако высокое его содержание в виноматериалах ведет к связыванию ацетальдегидов, с ухудшением вкусовых качеств вина. При высоком содержании диоксида серы в мелассе блокируются ферменты микроорганизмов, что тормозит биотехнологические процессы, снижает выход готовой продукции, при ухудшении ее качества. При повышенном содержании диоксида серы в кормах животных происходит снижение степени усвояемости белков из кормов, наблюдается замедленное развитие органов животных. Таким образом, достоверная оценка уровня содержания диоксида серы в мелассе становится неотъемлемой частью многих современных производств.

Учитывая изложенное, существует необходимость в разработке методики определения содержания диоксида серы в мелассе с целью контроля ее безопасности. При этом, как известно, в продуктах диоксид серы может содержаться в свободном и связанном видах. Под общим диоксидом серы понимают совокупность разных форм диоксида серы, присутствующих в продукте в свободном или связанном виде. В свободном состоянии диоксид серы находится в форме ангидрида сернистой кислоты, а связанный – в виде солей в форме HSO₃⁻ и SO₃²⁻, равновесие этих форм определяется величиной pH и температурой. Иначе говоря, следует определять суммарное содержание всех присутствующих форм диоксида серы в пересчете на диоксид серы [5]. Определение содержания

диоксида серы в мелассе позволит регулировать количество сульфитационного газа, подаваемого на сульфитацию, для достижения необходимых показателей безопасности мелассы, то есть данный анализ будет частью сквозной контрольно-аналитической системы мониторинга безопасности и качества готовой продукции и технологических процессов в производстве сахара. Соответственно, эта методика может быть использована во входном контроле предприятий, использующих мелассу как сырье.

Для обнаружения диоксида серы в практике используется окислительно-восстановительное титрование образцов раствором йода с индикатором крахмалом, который образует с молекулярным йодом йодкрахмальное соединение синего цвета. Методика измерений массовой доли общего диоксида серы в сахаре йодометрическим методом была разработана Российским научно-исследовательским институтом сахарной промышленности [6]. Согласно ей, определение свободного диоксида серы ведется прямым титрованием раствора сахара в кислой среде раствором йода, а связанный диоксид серы при этом предварительно переводится в свободный подщелачиванием пробой раствором гидроксида натрия.

Преимуществом данного метода является доступность чувствительного и обратимого к йоду индикатора, а к недостатку можно отнести низкую устойчивость раствора йода. Однако простота и точность метода йодометрии считается одним из лучших в титриметрии.

Вместе с тем, сахар образует бесцветные прозрачные растворы, в которых точка эквивалентности – перехода окраски в синий цвет – видна отчетливо. Меласса, как отмечено выше, имеет темно-коричневый цвет. И даже при разбавлении навески водой титруемый раствор в колбе обладает окрашенностью от 2 до 4 единиц оптической плотности с оттенками коричневого цвета, что не позволяет точно установить точку эквивалентности. Мешающий фон красящих веществ будет приводить к ошибке определения, снижать достоверность результатов.

Исключить ошибку определения возможно лишь при устранении мешающего фона темноокрашенных продуктов, случаи применения которых в аналитической химии сводятся к следующим:

– метод отгонки, когда определяемую составную часть превращают в летучее соединение и отгоняют при нагревании;

– метод маскировки – характеризуется устранением мешающего фона темноокрашенных компонентов путем создания непосредственно в анализируемой системе такого ее состояния, которое не оказывает побочного влияния.

Метод отгонки применительно к диоксиду серы основан на подкислении образца ортофосфорной кислотой с нагреванием в дистилляционной системе. Высвобождаемый при этом диоксид серы удаляется из системы в приёмник и пропускается через раствор, которым окисляется до серной кислоты. В качестве таких растворов могут использоваться, например, йод или перекись водорода; в последующем для количественного определения диоксида серы устанавливают количество израсходованного окислителя титрованием соответствующими стандартными растворами тиосульфата натрия или гидроксида натрия.

Метод отгонки позволяет с относительно высокой точностью определять в образце анализируемого вещества количественное содержание искомого компонента, он нашел применение в практике технологического контроля в спиртовой и ликерно-водочной промышленности, однако существенным его недостатком является значительная длительность определения [7].

Метод маскировки используют при анализе темноокрашенных растворов вин, виномастерических, плодовых дистиллятов и соков для промышленной переработки. Он основан на введении в титруемую систему серноокислого бария, суспензия которого во взвешенном состоянии имеет белую окраску. Благодаря этому в титруемой системе превалирует маскирующий темную окраску светлый фон суспензии, что позволяет точно установить точку эквивалентности при титровании раствором йода [8].

Основным преимуществом данного метода является высокая чувствительность, быстрота и простота исследования, а недостатком считается применение соли сульфата бария, которая в больших количествах является ядом для человека.

Одним из специфических анализов сахаросодержащих продуктов является определение в них массовой доли сахарозы. Определение проводится поляриметрическим методом с предварительным осветлением раствора. В качестве осветлителя используют уксуснокислый свинец, а для темноокрашенных растворов – реактив Герлеса, состоящий из двух растворов $Pb(NO_3)_2$ и $NaOH$. За рубежом в качестве осветлителя используют сульфаты и хлориды алюминия. Осветленный раствор мелассы в этом случае имеет меньшую оптическую плотность, что делает возможным его оценку оптическими методами контроля. Предположительно, при соответствующем разбавлении и последующем осветлении раствора мелассы, он будет отвечать критериям приемлемости фиксации точки эквивалентности при йодометрическом титровании.

Среди рассмотренных методов устранения мешающего фона при йодометрическом титровании предпочтительным представляется последний –

осветление мелассы известными в сахарной промышленности осветлителями. Лаборатории сахарных заводов успешно применяют такой метод осветления в анализах более 100 лет, он хорошо себя зарекомендовал, детально отработан, не длителен по времени и может быть применен в программе производственного контроля предприятий других отраслей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Пузанова Л.И. и др. Российский и мировой рынок побочных продуктов свеклосахарного производства // Научное обеспечение агропромышленного производства: мат. Междунар. науч.-практ. конф., Курск, 29-31 января 2014 г. Курск: Изд-во КГСХА, 2014. С. 150-154.

2 ТР ТС 029/2012 Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств: утв. Решением № 57 от 20.07.2012 совета Евразийской экономической комиссии, действ. с 01.07.2013. 308 с.

3 Ньето-Рохо Р. и др. Влияние консервантов на выход летучих соединений в красном вине // Продовольственная безопасность и научное обеспечение развития отечественной индустрии конкурентоспособных пищевых ингредиентов: мат. Междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 24-25 сентября 2015 г. Санкт-Петербург: Свое издательство, 2015. С. 147-149.

4 Беляева Л.И., Лабузова В.Н., Остапенко А.В. Пищевые ингредиенты в технологии сахара: требования технического регламента Таможенного союза // Сахар. 2014. № 10. С. 14-17.

5 Егорова М.И., Милых А.А., Райник В.В. Анализ методов определения диоксида серы в сахаре // Инновационные технологии в пищевой промышленности: мат. XIII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 1-2 октября 2014 г. Минск: ИВЦ Минфина, 2014. С. 103-106.

6 Милых А.А., Михайличенко М.С. Содержание диоксида серы в сахаре – практические результаты // Пища. Экология. Качество: труды XII Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 20-21 марта 2015 г. Т.1. Новосибирск, 2015. С. 590-593.

7 Лебедева М.И. Аналитическая химия: учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2010. 160 с.

8 ГОСТ Р 51655-2000 Алкогольная продукция и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации свободного и общего диоксида серы. Введен 01.07.01. М.: Госстандарт России: ИПК Изд-во стандартов, 2000. 7 с.

Таким образом, для разработки методики предстоит выполнить экспериментальные исследования по сравнительной оценке приемов пробоподготовки образцов меласс для йодометрического титрования. Критерием оценки наиболее эффективного метода будет считаться минимизация ресурсов и времени на пробоподготовку с отсутствием влияния на результаты определения.

REFERENCES

1 Puzanova L.I., Kosulin G.S., Ryzhkova E.P. et al. Russian and world markets by-products of sugar beet production. Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo proizvodstva: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [The scientific support agricultural production: Materials an International scientific-practical conference], Kursk, 2014. pp 150-154. (In Russ.).

2 TR TS 029/2012 Trebovaniya bezopasnosti pishchevykh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskikh vspomogatel'nykh sredstv. [Safety of food additives, flavorings and processing aids: approved], 2013. 308 p. (In Russ.).

3 Nieto-Rojo P., Lukin A., Ansin-Aspilikueta K., Kulyov D.H. Effect of preservatives on the yield of volatile compounds in red wine. Prodovol'stvennaya bezopasnost' i nauchnoe obespechenie razvitiya otechestvennoy industrii konkurentosposobnykh pishchevykh ingredientov: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Food security and scientific support for the development of the domestic industry competitive food ingredients: Materials an International scientific-practical conference]. Petersburg, 2015. pp 147-149. (In Russ.).

4 Belyaeva L.I., Labuzova V.N., Ostapenko A.V. Food ingredients in sugar technology: the requirements of technical regulations of the Customs Union. *Sakhar*. [Sugar], 2014, vol. 3, pp. 14-17. (In Russ.).

5 Egorova M.I., Milykh A.A., Raynik V.V. Analysis methods for the determination of sulfur dioxide in sugar. Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoy promyshlennosti: materialy XIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Innovative technologies in the food industry: Materials XIII International scientific-practical conference]. Minsk, 2014. pp 103-106. (In Russ.).

6 Milykh A.A., Mihalechenko M.S. The content of sulfur dioxide in sugar - practical results. *Pishcha. Ekologiya. Kachestvo: trudy XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Food. Ecology. Quality: Proceedings of the XII International scientific-practical conference]. Moscow, 2015 no 1. pp 590-593. (In Russ.).

7 Lebedeva M.I. *Analiticheskaya khimiya*. [Analytical chemistry]. Tambov, Tambov. gos. tekhn. un-ta, 2010. 160 p. (In Russ.).

8 GOST R 51655-2000. *Alkogol'naya produktsiya i syr'ye dlya ee proizvodstva. Metod opredele-niya massovoy kontsentratsii svobodnogo i obshchego dioksida sery* [The alcohol production and raw material for it producing. Method for determination of free and total sulphurous acid]. Moscow, IPK izdatel'stvo standartov, 2000. 7 p. (In Russ.).

Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов

УДК 577.114

Аспирант Е.К. Гладышева, доцент Е.А. Скиба

(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения Российской академии наук)

лаборатория биоконверсии.

тел. (3854) 30-14-15

E-mail: evg-gladysheva@yandex.ru

Graduate E.K. Gladysheva, associate professor E.A. Skiba

(Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences) Laboratory of bioconversion.

phone (3854) 30-14-15

E-mail: evg-gladysheva@yandex.ru

Биосинтез бактериальной целлюлозы культурой *Medusomyces gisevii*

Biosynthesis of bacterial cellulose by *Medusomyces gisevii*

Реферат: Бактериальная целлюлоза – органический материал, синтезируемый внеклеточно микроорганизмами. Бактериальная целлюлоза может быть использована в различных отраслях промышленности. Особенно широкое применение бактериальная целлюлоза нашла в медицине. Получение бактериальной целлюлозы – сложный и длительный процесс. Главным критерием успешного протекания процесса является получение максимального выхода бактериальной целлюлозы. В России нет действующего производства бактериальной целлюлозы, поэтому исследования в данной области являются ультраактуальными. В статье приведены данные по биосинтезу бактериальной целлюлозы культурой *Medusomyces gisevii*. Исследовано влияние уровня активной кислотности на синтез бактериальной целлюлозы. Установлено, что для получения бактериальной целлюлозы с помощью симбиоза *Medusomyces gisevii* не требуется искусственное поддержания уровня pH. Изучено влияние концентрации субстрата на выход бактериальной целлюлозы. Установлено, что синтез БЦ сопряжен с ростом уксуснокислых бактерий и условия, отвечающие максимуму численности бактерий, соответствуют максимуму выхода БЦ. Максимальная численность наблюдается при концентрации глюкозы в среде 20 г/л, по мере повышения концентрации глюкозы до 55 г/л, численность уксуснокислых бактерий снижается обратно пропорционально концентрации субстрата, что можно объяснить субстратным ингибированием. Концентрация глюкозы 15 г/л и ниже является недостаточной, вследствие чего численность бактерий снижается прямо пропорционально снижению концентрации субстрата. Показано, что максимальный выход БЦ (8,7-9,0 %) обеспечивается при начальной концентрации глюкозы в среде 20-25 г/л. В условиях, отвечающих максимальному выходу бактериальной целлюлозы, был получен укрупненный образец БЦ массой 605 г. Исследованы физико-химические показатели образца бактериальной целлюлозы. Структура и чистота бактериальной целлюлозы подтверждены методом инфракрасной спектроскопии.

Summary: Bacterial cellulose is an organic material that is synthesized by microorganisms extracellularly. Bacterial cellulose can be used in various industries. Especially, bacterial cellulose has found its application basically in medicine. The production of bacterial cellulose is a complicated and long process. The principal criterion for the process to be successful is bacterial cellulose to be obtained in a higher yield. Russia is lacking an operating facility to produce bacterial cellulose; therefore, research in this art is the hottest topic. This paper reports details on the biosynthesis of bacterial cellulose by the *Medusomyces gisevii* microbe and investigates the effect of active acidity level on the bacterial cellulose synthesis. It was found that the synthesis of bacterial cellulose by the symbiosis of *Medusomyces gisevii* does not require pH to be artificially maintained. The substrate concentration effect on the bacterial cellulose yield was also examined. The bacterial cellulose synthesis was witnessed to be conjugated with the acetic-acid bacterium growth, and conditions corresponding to a maximal bacterial cells number correspond to a maximum microbial cellulose yield. The maximal bacterial cell number was observed when the glucose concentration in the broth was 20 g/l; as the glucose concentration was increased to 55 g/L, the acetic-acid bacterial cell number diminished in inverse proportion to the substrate concentration, which is likely due to the substrate inhibition. A glucose concentration of 15 g/l and lower is not enough, causing a decrease in the cell number, which is directly proportional to a decline in the substrate concentration. The maximum bacterial cellulose yield (8.7-9.0 %) was achieved at an initial glucose concentration of 20-25 g/l in the broth. The conditions providing the maximum bacterial cellulose yield gave an enlarged bacterial cellulose specimen 605 g in weight. The physicochemical properties of the bacterial celluloses were studied. The structure and purity of the bacterial celluloses were confirmed by infrared spectrophotometry.

Ключевые слова: бактериальная целлюлоза, симбиоз, биосинтез, активная кислотность, концентрация субстрата, физико-химические показатели, инфракрасная спектроскопия.

Keywords: bacterial cellulose, symbiosis, biosynthesis, active acidity, substrate concentration, physicochemical properties, IR spectroscopy.

Бактериальная целлюлоза (БЦ) характеризуется химической чистотой, в ней отсутствуют примеси лигнина, гемицеллюлоз и других компонентов, сопутствующих растительной целлюлозе. Молекулярная формула и полимерная структура БЦ, соответствуют целлюлозе, выделенной из растительного сырья, но при этом БЦ обладает более высокой кристаллическостью, модулем прочности на разрыв, водопоглощающей способностью, пластичностью, а также характеризуется биосовместимостью и биоразлагаемостью [1].

БЦ может быть использована в различных отраслях. Широкое применение БЦ нашла в медицине – при изготовлении на основе матриц БЦ, композитных раневых покрытий, включающих наночастицы серебра или селена, обладающих антимикробными, противовоспалительными и заживляющими свойствами. Ещё одним активно развивающимся направлением исследований является создание на основе БЦ систем с контролируемым выделением биологически активных соединений. Также возможно использование БЦ в биотехнологической промышленности, в качестве мембран для иммобилизации ферментов и клеток. В электронной промышленности пленки БЦ используются для изготовления органических светоизлучающих диодов, пленочных солнечных батарей, фотохромных материалов и материалов с жидкокристаллическими свойствами. В целлюлозно-бумажной промышленности БЦ используют для изготовления особых сортов бумаги, салфеток и пеленок, в пищевой промышленности – в качестве пищевых добавок и загустителей. Также БЦ можно использовать для получения эфиров, например нитратов с высокой степенью замещения [2].

К синтезу БЦ способны микроорганизмы разных видов. Их объединяет способность производить внеклеточную целлюлозу в виде гелевой пленки на поверхности питательной среды [3].

Получение БЦ – сложный и длительный процесс. Главным критерием успешного протекания процесса является получение максимального выхода БЦ. В России нет действующего производства БЦ, поэтому исследования в данной области являются ультраактуальными.

Основными параметрами, влияющими на синтез и выход целевого продукта, являются концентрация субстрата и уровень активной кислотности [4]. Согласно источнику [5] каждый целлюлозосинтезирующий микроорганизм имеет свой оптимальный диапазон pH, отклонение от которого приводит к снижению продуктивности биосинтеза БЦ.

Для продуцентов БЦ характерно субстратное ингибирование [6], преодолеть которое позволяет правильный подбор концентрации субстрата в питательной среде. Концентрация субстрата в питательной среде для различных продуцентов должна устанавливаться экспериментально [4, 5]. Оптимальная концентрация субстрата обеспечивает максимальный выход целевого продукта, а также позволяет повысить его качество за счет сокращения образования побочных продуктов (например, для *Acetobacter xylinum* IFO 13693 характерно образование глюконовой кислоты, при концентрации глюкозы в питательной среде более 24 г/л [3]).

В данной работе в качестве продуцента использована культура *Medusomyces gisevii*, известная как «чайный гриб». Напиток, образующийся в результате культивирования «чайного гриба», широко используется в лечебно-профилактических целях, поскольку положительно влияет на организм человека, благодаря микроорганизмам симбиоза, обладающих антимикробными свойствами и продуцирующим комплекс биологически активных веществ. Технология получения напитков на основе «чайного гриба» в настоящее время продолжает развиваться и занимает значимое место в группе лечебно-профилактических безалкогольных напитков [7].

Продуцент *Medusomyces gisevii* представляет собой симбиотическую культуру, состоящую из разных видов уксуснокислых бактерий и дрожжей [4]. Симбиоз обладает огромным адаптивным потенциалом. Благодаря подвижным симбиотическим отношениям культура легко приспосабливается к изменению внешних условий, стрессам, способна утилизировать различные субстраты, устойчива к фагам [4].

Целью данной работы является биосинтез продуцентом *Medusomyces gisevii* гелевой пленки БЦ. Для достижения данной цели были решены следующие задачи: исследовано влияние уровня активной кислотности на синтез БЦ, изучено влияние концентрации субстрата на выход бактериальной целлюлозы; в условиях, отвечающих максимальному выходу БЦ, получен укрупнённый образец БЦ, исследованы его физико-химические показатели.

Для экспериментов использованы синтетические питательные среды, приготовленные растворением глюкозы в экстракте черного чая. Доза внесения инокулята составила 10 %. Культивирование проводилось в статических условиях при

30 ± 0,4°C. Убыль редуцирующих сахаров контролировалась спектрофотометрически (спектрофотометр «UNICOUV-2804», США) с использованием динитросалицилового реактива, прирост пленки БЦ оценивался гравиметрически (взвешивались суховоздушные образцы весы лабораторные аналитические Explorer EX-224), уровень активной кислотности определялся мощностью иономера (иономер И-160 МИ). Микробиологические показатели определяли с методом прямого подсчета клеток на камере Горяева.

Для исследования влияния уровня активной кислотности на синтез БЦ использовалась питательная среда с начальной концентрацией

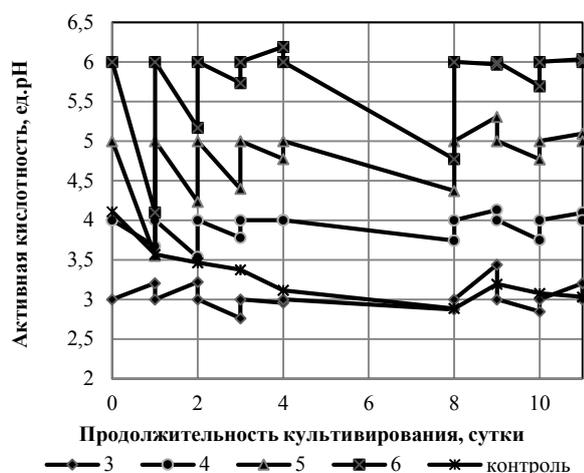


Рисунок 1. Изменение активной кислотности сред при культивировании *Medusomyces gisevii* на средах с разным уровнем рН

На рисунке 1 видно, что во всех вариантах активная кислотность в процессе культивирования снижалась, особенно значительно уровень рН понизился при рН 5,0 и 6,0 на первые сутки культивирования; исключение представляет образец с начальным рН 3,0 для которого происходит повышение значения рН, то есть микроорганизмы саморегулировали уровень рН сред и приближали его значение к оптимальному. Такое же поведение наблюдалось на 3 и 4 сутки. На четвертые сутки изменение рН не было сильно заметно, далее в течении трех суток уровень рН не контролировался. К 8 суткам произошло снижение или повышение рН, т.е. микроорганизмы снова пытались стабилизировать уровень активной кислотности. На 9 и 10 сутки кислотность не сильно отличалась от заданного уровня. На 11 сутки значение активной кислотности перестало изменяться, что может свидетельствовать о гибели микроорганизмов.

глюкозы 25 г/л. Изучено пять вариантов, различающихся уровнем рН: 3,0; 4,0; 5,0 и 6,0. Активная кислотность на заданном уровне поддерживалась вручную ежедневно путем внесения молочной кислоты или аммиака. В качестве контроля использовалась среда с нативным рН (4,1 ед. рН), в контрольном опыте значения активной кислотности фиксировались в ходе эксперимента, но не корректировались.

На рисунке 1 представлено изменение уровня активной кислотности сред при культивировании *Medusomyces gisevii*. На рисунке 2 представлено изменение концентрации редуцирующих веществ в зависимости от уровня активной кислотности.



Рисунок 2. Изменение концентрации редуцирующих веществ при культивировании *Medusomyces gisevii* на средах с разным уровнем рН

По данным рисунка 2 видно, что потребление субстрата в опытах, где уровень активной кислотности искусственно поддерживался на заданном уровне, протекало быстрее, чем в контроле. Однако образование гель-пленки БЦ произошло только в контрольном варианте.

Можно предположить, что при отклонении рН от нативного субстрат тратится не на синтез БЦ, а на поддержание жизнеспособности микроорганизмов. При этом сдвигается равновесие между симбионтами и создаются условия, неблагоприятные для развития целлюлосинтезирующих микроорганизмов. При рН 5 и 6 отмечено газообразование, гель-пленка отсутствует; при рН 4 образовались рваные нити БЦ, покрытые слизью; при рН 3 синтез БЦ не происходил.

Из полученных данных можно сделать вывод, что для получения БЦ с помощью симбиоза *Medusomyces gisevii* не требуется искусственное поддержания уровня рН.

Для изучения влияния концентрации субстрата на выход бактериальной целлюлозы использовались питательные среды, с разными начальными концентрациями глюкозы: 5, 10, 15, 20, 25, 35, 45, 55 г/л. Культивирование проводилось в статических условиях при 27 °С.



Рисунок 3. Изменение количества дрожжевых клеток при культивировании *Medusomyces gisevii* на средах с разной концентрацией глюкозы

Из рисунка 3 можно сделать вывод, что при увеличении концентрации глюкозы в питательной среде прямо пропорционально увеличивается концентрация дрожжевых клеток. Также следует отметить, что численность дрожжевых клеток изменялась прямо пропорционально концентрации субстрата в среде: при концентрации глюкозы в питательной среде 5, 10, 15, 20, 25, 35, 45 г/л увеличение количества дрожжевых клеток происходило до 8 суток культивирования, далее отмечалось их снижение; при концентрации 55 г/л увеличение численности дрожжевых клеток происходило до 10 суток, а потом также происходил спад.

Численность уксуснокислых бактерий зависит от концентрации глюкозы в среде не столь однозначно. Из рисунка 4 следует, что по максимальной численности уксуснокислых бактерий в зависимости от концентрации глюкозы в среде результаты экспериментов можно представить в

На рисунке 3 и 4 показаны изменения количества клеток дрожжей и уксуснокислых бактерий в зависимости от различной концентрации глюкозы в питательной среде.

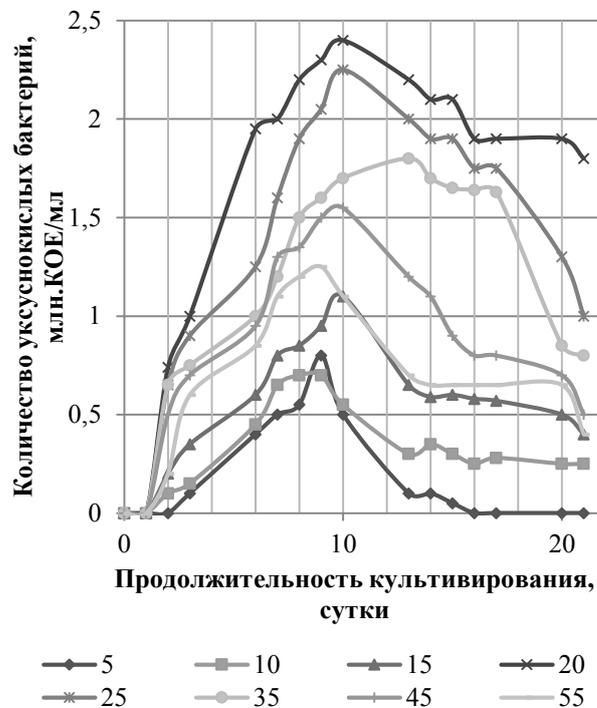


Рисунок 4. Изменение количества уксуснокислых бактерий при культивировании *Medusomyces gisevii* на средах с разной концентрацией глюкозы

порядке убывания: 20>25>35>45>55>15>10>5. Максимальная численность наблюдается при концентрации глюкозы в среде 20 г/л, затем, по мере повышения концентрации глюкозы до 55 г/л, численность уксуснокислых бактерий снижается обратно пропорционально концентрации субстрата, что можно объяснить субстратным ингибированием. Концентрация глюкозы 15 г/л и ниже является недостаточной, вследствие чего численность бактерий снижается прямо пропорционально снижению концентрации субстрата.

На рисунке 5 представлены изменения концентрации редуцирующих веществ в процессе культивирования *Medusomyces gisevii* на средах с различной концентрацией глюкозы. На рисунке 6 представлена зависимость выхода БЦ от различной концентрации глюкозы в питательной среде на 7 и 21 сутки культивирования.

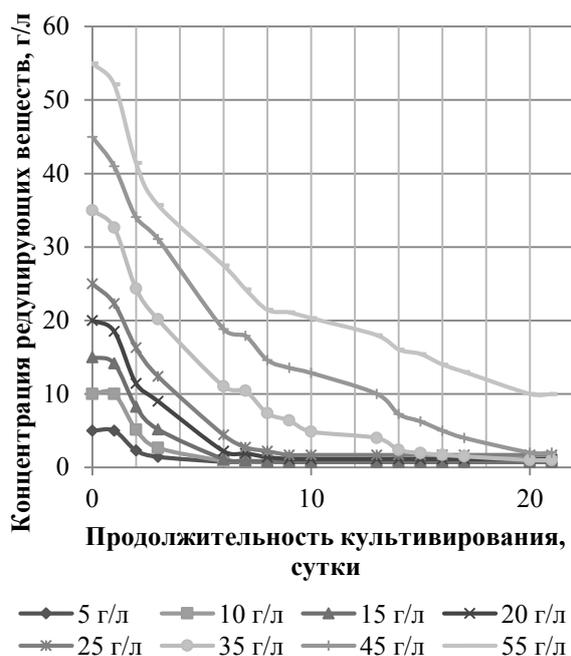


Рисунок 5. Изменения концентрации редуцирующих веществ в процессе культивирования *Medusomyces gisevii* на средах с различной концентрацией глюкозы

Из рисунка 5 видно, что потребление субстрата при разной концентрации глюкозы в среде протекает неодинаково. Полная утилизация субстрата при концентрации глюкозы 5, 10 и 15 г/л зафиксирована на 6 сутки культивирования, при концентрации 20 и 25 г/л – на 10 сутки, при концентрации 35 г/л – на 17 сутки, при концентрации 45 г/л – на 20 сутки. При концентрации 55 г/л не происходит полной утилизации субстрата, в питательной среде остается около 10 г/л глюкозы.

На рисунке 6 представлена зависимость выхода БЦ от различной концентрации глюкозы в питательной среде на 7 и 21 сутки культивирования. Наиболее высокий выход БЦ обеспечивают концентрации глюкозы в питательной среде 20 и 25 г/л. Выход составил на 7 сутки 6,8 и 6,1 %, на 21 сутки – 9,0 и 8,7 %. Следует отметить, что более длительное культивирование вести нецелесообразно, т.к. основной рост БЦ происходит в первые 7 – 10 суток культивирования, далее за последующие 11-21 сутки выход увеличивается всего на 3,2-2,6 %. Также ухудшается состояние пленок: теряется эластичность, пленки становятся неравномерными, водянистыми, начинают расслаиваться. Вследствие этого увеличивается продолжительность их очистки.



Рисунок 6. Зависимость выхода БЦ от различной концентрации субстрата в питательной среде

По выходу БЦ начальные концентрации глюкозы (г/л) в питательных средах можно по мере убывания расположить в ряд: 20>25>35>45>55>15>10>5. Таким образом, синтез БЦ сопряжен с ростом уксуснокислых бактерий и условия, отвечающие максимуму численности бактерий, соответствуют максимуму выхода БЦ. Следовательно, БЦ является первичным метаболитом целлюлозосинтезирующих микроорганизмов.

С учетом изученных факторов был проведен синтез БЦ в реакторе объемом 16 л, коэффициент заполнения 50 %. Использовалась синтетическая питательная среда, с начальной концентрацией глюкозы 20 г/л, уровень активной кислотности саморегулировался симбиозом. Культивирование проводилось в статических условиях при 26 ± 2 °С в течение 12 суток.

На рисунке 7 представлено фото укрупненного образца бактериальной целлюлозы. Диаметр гель-пленки 33 см, толщина $0,9 \pm 0,1$ см, масса влажного образца составила 605 г, масса БЦ в пересчете на абсолютно сухое вещество – 6,9 г. Таким образом, выход целевого продукта составил 4,25 %. Можно констатировать, что при увеличении объема культуральной жидкости от 100 мл до 8 л, отмечается снижение выхода БЦ в 2 раза. Возможно, это связано с колебаниями температуры в процессе культивирования.

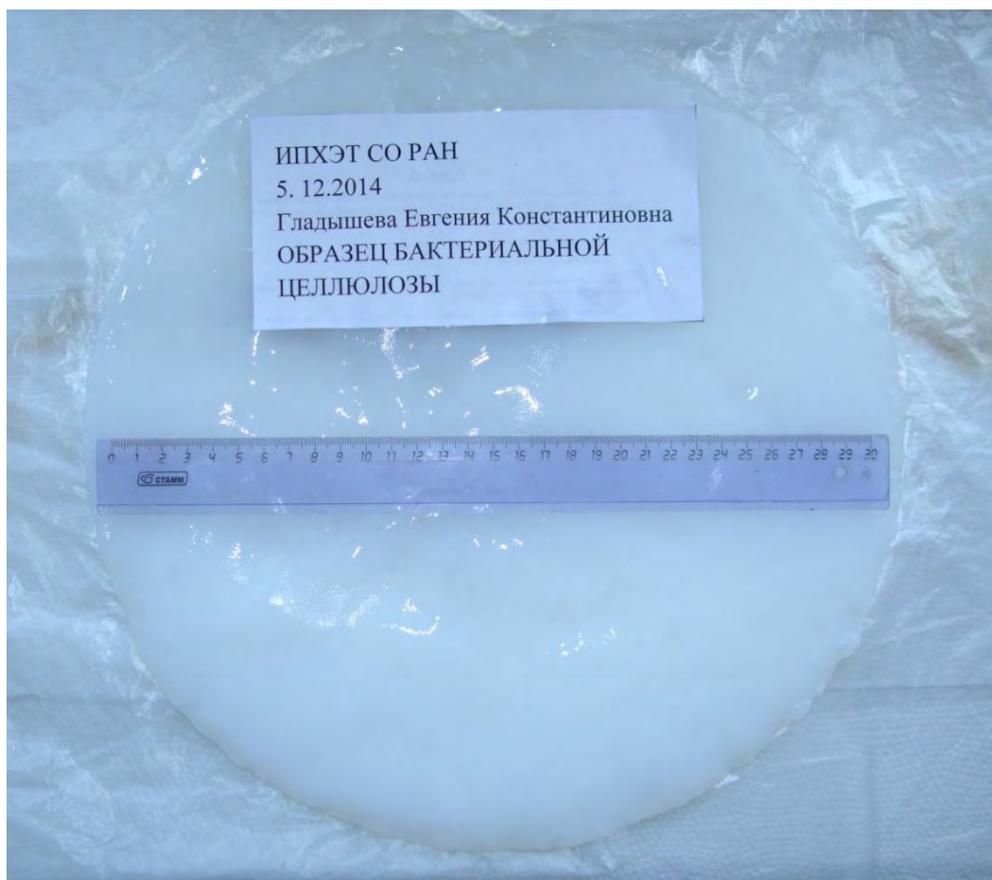


Рисунок 7. Образец бактериальной целлюлозы

Полученный образец БЦ был проанализирован по физико-химическим показателям. Структура полученного образца была исследована с помощью инфракрасного спектрофотометра «Инфралюм ФТ-801» в таблетках КВг.

Определение физико-химических характеристик БЦ (массовой доли кислотонерастворимого лигнина, массовой доли золы, массовой доли альфа-целлюлозы, степени полимеризации целлюлозы) проводили согласно стандартным методикам [7]. Влажность была найдена на определителе влажности МВ 23.

На рисунке 8 представлен ИК-спектр образца бактериальной целлюлозы. Полосы поглощения функциональных групп в образце бактериальной целлюлозы соотносятся с основными функциональными группами БЦ, представленные в литературе [8]. Пик при 3432 см^{-1} обусловлен валентными колебаниями ОН-групп. Пик при 2919 и 2852 см^{-1} характеризует валентные колебания групп СН и СН₂. Пик при 1641 см^{-1} обусловлен колебаниями связей прочно связанной воды. Полоса при 1281 указывает на валентные колебания ОН-групп в спиртах. Полоса поглощения при 1059 см^{-1} обусловлена в основном

валентными колебаниями С-О-С и С-О в спиртах. Полоса при 899 см^{-1} подтверждает наличие β -1,4 связей. ИК-спектры показывают, что БЦ не содержит примесей, в частности лигнина, присутствующего в растительной целлюлозе, так как отсутствуют полосы поглощения, характерные для ароматических примесей (лигнина), что доказывает чистоту БЦ.

Воздушно-сухая БЦ содержит 4,7 масс. % влаги. Степень полимеризации БЦ составила 2000, что соответствует степени полимеризации растительной хлопковой целлюлозы [9], пригодной для химической модификации.

Известно, что в составе БЦ отсутствуют примеси лигнина и других сопутствующих компонентов [1]. Для подтверждения чистоты БЦ в образце была определена массовая доля лигнина, нерастворимого в серной кислоте, которое составило 0,80 %. Его содержание оказалось выше, чем в хлопковой целлюлозе – 0,50 % [9]. Предположительно, это не истинный лигнин, а лигниноподобные вещества, нерастворимые в серной кислоте, например, фенольные и красящие вещества чая.

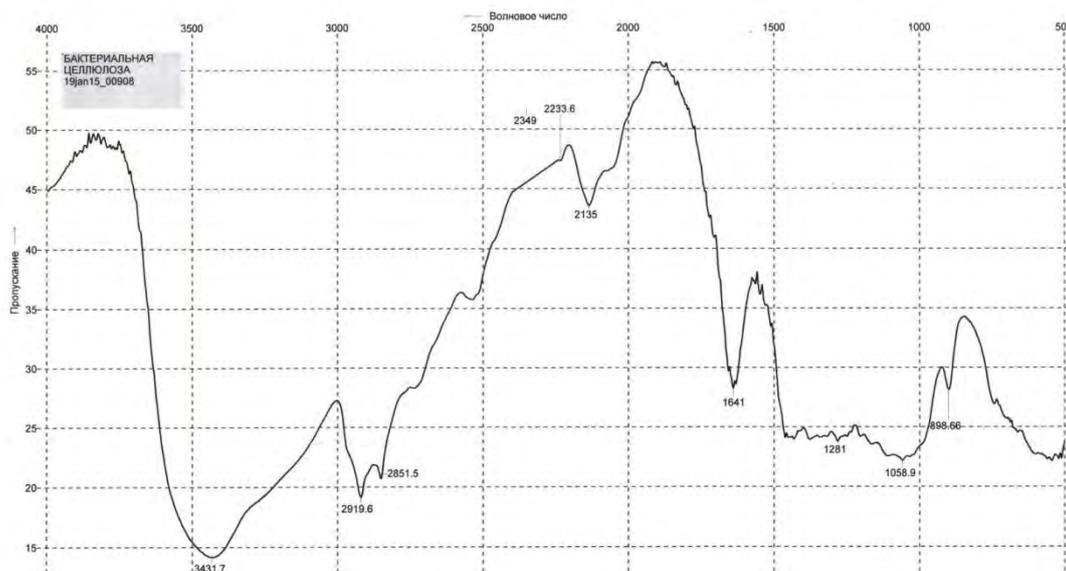


Рисунок 8. ИК спектр образца бактериальной целлюлозы

Массовая доля зольности в образце БЦ составила 0,14 %. Полученный результат сопоставим с зольностью хлопковой целлюлозы – 0,10 % [9]. При попытке определить массовую долю альфа-целлюлозы по стандартной методике для хлопковой целлюлозы было обнаружено, что измельченный образец, помещенный в 17,5 % раствор гидроксида натрия, не набухает и не растворяется. Содержание альфа-целлюлозы в образце составило 101,6 % – это свидетельствует о недостаточной промывке образца от гидроксида натрия, а также о высоком содержании высокополимерной целлюлозы.

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

- исследовано влияние уровня активной кислотности на синтез БЦ. Установлено, что для получения БЦ с помощью симбиоза

Medusomyces gisevii не требуется искусственное поддержания уровня pH;

- установлено, что синтез БЦ сопряжен с ростом уксуснокислых бактерий и условия, отвечающие максимуму численности бактерий, соответствуют максимуму выхода БЦ;

- изучено влияние концентрации субстрата на выход бактериальной целлюлозы. Показано, что максимальный выход БЦ (8,7-9,0 %) обеспечивается при начальной концентрации глюкозы в среде 20-25 г/л;

- в условиях, отвечающих максимальному выходу БЦ, был получен укрупненный образец БЦ массой 605 г;

- исследованы физико-химические показатели образца БЦ. Структура и чистота БЦ подтверждены методом инфракрасной спектроскопии.

ЛИТЕРАТУРА

1 Belgacem M.N., Gandini A. Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources. Amsterdam: Elsevier. 2008, 553 p.

2 Гладышева Е.К. Обоснование выбора питательной среды для синтеза бактериальной целлюлозы // Вестник Алтайской науки. 2014. № 1. С. 307-310.

3 Koon-Yang Lee, Gizem Buldum, Athanasios Mantalaris et al. More than Meets the Eye in Bacterial Cellulose: Biosynthesis, Bioprocessing, and Applications in Advanced Fiber Composites // Macromolecular Bioscience. 2014. № 6. P. 10-32.

4 Юркевич Д.И., Кутьшенко В.П. Медузомицет (Чайный гриб): научная история, состав, особенности физиологии и метаболизма // Биофизика. 2002. № 6. С. 1116-1129.

5 Goh W.N., Rosma A., Kaur B. et al. Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on the yield of microbial cellulose // International Food Research Journal. 2012. № 19(1). P. 109-117.

6 Masaoka S., Ohe T., Sakota N. Production of cellulose from glucose by *Acetobacter xylinum* // Journal of Fermentation and Bioengineering. 1993. № 75 (1). P. 18-22.

7 Жумабекова Б.К., Жумабекова К.А. Технология получения чайного кваса с добавлением экстракта душицы // Фундаментальные исследования. 2015. № 2 (11). С. 2370-2373.

8 Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонovich А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: учебное пособие для вузов. М.: Экология, 1991. 320 с.

9 Xueqiong Yin, Changjiang Yu, Xiaoli Zhang at al. Comparison of succinylation methods for bacterial cellulose and adsorption capacities of bacterial cellulose derivatives for Cu^{2+} ion // Polymer Bulletin. 2011. № 67. P. 401-412.

10 Гисматулина Ю.А., Будаева В.В. Сравнение целлюлоз, выделенных из мискантуса, с хлопковой целлюлозой методом ИК-Фурье спектроскопии // Ползуновский вестник. 2014. № 3. С. 177-181.

REFERENCES

1 Belgacem M.N., Gandini A. Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources. Amsterdam, Elsevier, 2008. 553 p.

2 Gladysheva E.K. Justification of the choice of a nutrient medium to synthesize bacterial cellulose. *Vestnik Altaiskoi nauki*. [Bulletin of Altai science], 2014, no. 1, pp. 307-310. (In Russ).

3 Koon-Yang Lee, Gizem Buldum, Anthanasios Mantalaris at al. More than Meets the Eye in Bacterial Cellulose: Biosynthesis, Bioprocessing, and Applications in Advanced Fiber Composites. *Macromolecular Bioscience*, 2014, no 6, pp. 10-32.

4 Kutyshenko V.P., Yurkevich D.I. Medusomyces (Tea fungus): scientific history, composition, physiology, and metabolism. *Biofizika*. [Biophysics], 2002, no 6, pp. 1116-1129. (In Russ.).

5 Goh W.N., Rosma A., Kaur B. at al. Fermentation of black tea broth (Kombucha): I. Effects of sucrose concentration and fermentation time on the yield of microbial cellulose. *International Food Research Journal*, 2012, no. 19(1), pp. 109-117.

6 Masaoka S., Ohe T., Sakota N. Production of cellulose from glucose by *Acetobacter xylinum*. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 1993, no. 75 (1), pp. 18-22.

7 Zhumabekova B.K., Zhumabekova K.A. Technology for producing of the kombucha tea with the addition of oregano extract. *Fundamental'nye issledovaniya*. [Fundamental research], 2015. no. 2 (11). pp. 2370-2373. (In Russ).

8 Obolenskaya A.V., El'nitskaya Z.P., Leonovich A.A. Laboratornye raboty po khimii drevesiny i tsellyulozy: uchebnoe posobie dlya vuzov. [Laboratory work on the chemistry of wood and cellulose: textbook for universities.]. Moscow, Ekologiya, 1991. 320 p. (In Russ).

9 Xueqiong Yin, Changjiang Yu, Xiaoli Zhang at al. Comparison of succinylation methods for bacterial cellulose and adsorption capacities of bacterial cellulose derivatives for Cu^{2+} ion. *Polymer Bulletin*, 2011, no. 67, pp. 401-412.

10 Gismatulina Yu.A., Budaeva V.V. Ftir spectroscopic comparison of *miscanthus* celluloses with cotton celluloses. *Polzunovskii vestnik* [Polzunov Bulletin], 2014, no. 3, pp. 177-181. (In Russ).

УДК 664.66

Доцент Я.П. Коломникова, доцент А.А. Дерканосова,
доцент М.В. Мануковская, магистрант Е.В. Литвинова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра сервиса и ресторанного бизнеса
тел. (473) 255-37-72
E-mail: kolomnikovayana@mail.ru

Associate professor Y.P. Kolomnikova,
associate professor A.A. Derkanosova,
associate professor M.V. Manukovskaya,
master student E.V. Litvinova
(Voronezh, Russia. state Universitying. technology.) department of service and restaurant busi-
ness. phone (473) 255-37-72
E-mail: kolomnikovayana@mail.ru

Влияние нетрадиционного растительного сырья на биотехнологические свойства и структуру сдобного теста

Effect of non-traditional vegetable raw materials on the properties and biotechnological structure pastry

Реферат. Важной задачей общественного питания является использование при приготовлении продуктов питания новых видов сырья, которые позволяют решить проблемы полноценного питания. Одним из путей повышения качества и расширения ассортимента мучных кулинарных изделий является использование в их технологии обогащающих добавок растительного происхождения. Среди них можно выделить подгруппы добавок, полученные из зерновых, бобовых, масличных, овощных, плодовых культур и прочего растительного сырья. В результате исследований разработана технология сдобных булочных изделий с добавлением масла и жмыха зародышей пшеницы, жмыха семян тыквы. Жмых зародышей пшеницы является источником полноценного белка и биологически активных веществ, отличается высоким содержанием незаменимых аминокислот, ненасыщенных ω -3, ω -6 жирных кислот, витаминов E, D, B₁, B₂, B₆, PP, пантотеновой и фолиевой кислот, каротиноидов. В состав жмыха из семян тыквы входят эфирные масла, фитостерины, смолистые вещества, органические кислоты, витамины C и B, каротиноиды, углевод мелен. В составе масла зародышей пшеницы присутствуют: все незаменимые, несинтезируемые организмом человека аминокислоты (триптофан, метионин, лейцин, валин, изолейцин), полиненасыщенные жирные кислоты (ω -3, ω -6 и ω -9 кислоты), большое количество витаминов, микро- и макроэлементов. При разработке опытной рецептуры за основу выбрали сдобное булочное изделие, в котором часть пшеничной муки высшего сорта (20 %) заменялась жмыхом зародышей пшеницы (10 %) и жмыхом семян тыквы (10 %). Маргарин в классической рецептуре заменили на масло зародышей пшеницы, сахар-песок – на натуральный мед. Вносимые добавки значительно улучшают биотехнологические свойства сдобного теста. Предложенный способ производства сдобных булочных изделий позволяет сократить продолжительность производственного процесса, интенсифицировать процесс газообразования в тесте, повысить газодерживающую способность и подъемную силу теста.

Summary. An important task is the use of catering in the preparation of food products of new types of raw materials, which can solve the problem of nutrition. One way to improve the quality and range of flour culinary products is the use of technology in their enriching additives plant. Among them are a subgroup of additives derived from cereals, pulses, oilseeds, vegetables, fruit and other plant materials. As a result of researches the technology buns bakery products with the addition of oil and meal of wheat germ, pumpkin seed oil cake. Wheat germ oil cake is a source of complete protein and biologically active substances, is rich in essential amino acids, unsaturated ω -3, ω -6 fatty acids, vitamin E, D, B₁, B₂, B₆, PP, pantothenic and folic acid, carotenoids. The composition of pumpkin seed oil cake include essential oils, phytosterols, resinous substances, organic acids, vitamins C and B, carotenoids, carbohydrate melen. In the composition of wheat germ oil contains: all essential, not synthesized by the human amino acid (tryptophan, methionine, leucine, valine, isoleucine), polyunsaturated fatty acids (ω -3, ω -6 and ω -9 acid), a large amount of vitamins, micro - and macronutrients. In the development of the experimental basis for the formulation chosen butter bakery products, in which part of the wheat flour (20 %) was replaced by wheat germ oil cake (10 %) and pumpkin seed oil cake (10 %). Margarine in the classical formulation was replaced by wheat germ oil, sugar - on natural honey. Insertion additives significantly improve the properties of biotech pastry. The proposed method of production of buns bakery products can reduce the duration of the production process, to intensify the process of gas formation in the test to increase gas-retaining capacity and lift test.

Ключевые слова: сдобное тесто, жмых зародышей пшеницы, жмых семян тыквы, масло зародышей пшеницы.

Keywords: pastry, wheat germ cake, cake pumpkin seeds, wheat germ oil.

Особенностью современного этапа развития сектора общественного питания является разработка качественно новых продуктов питания, максимально соответствующих потребностям организма человека. Обогащать биологически активными веществами следует продукты массового потребления, доступные для всех групп населения и часто используемые в повседневном питании. При этом не должны ухудшаться потребительские свойства продуктов, уменьшаться усвояемость других пищевых веществ, существенно меняться вкус, аромат, свежесть, срок хранения [1].

Одним из путей повышения качества и расширения ассортимента хлебобулочных изделий является использование в их технологии обогащающих добавок растительного происхождения. Среди них можно выделить подгруппы добавок, полученные из зерновых, бобовых, масличных, овощных, плодовых культур и прочего растительного сырья [2].

Жмых зародышей пшеницы является источником полноценного белка и биологически активных веществ, отличается высоким содержанием незаменимых аминокислот, ненасыщенных ω -3, ω -6 жирных кислот, витаминов E, D, B₁, B₂, B₆, PP, пантотеновой и фолиевой кислот, каротиноидов [3].

В состав жмыха из семян тыквы входят эфирные масла, фитостерины, смолистые вещества, органические кислоты, витамины С и В, каротиноиды, углевод мелен [4].

В составе масла зародышей пшеницы присутствуют: все незаменимые, не синтезируемые организмом человека аминокислоты (триптофан, метионин, лейцин, валин, изолейцин), полиненасыщенные жирные кислоты (ω -3, ω -6 и ω -9 кислоты), большое количество витаминов, микро- и макроэлементов.

Целью данного исследования явилось определение влияния вносимых компонентов на биотехнологические свойства сдобного теста.

При разработке опытной рецептуры за основу выбрали сдобное булочное изделие (№ 1264), таблица 1, в котором часть пшеничной муки высшего сорта (20 %) заменялась жмыхом зародышей пшеницы (10 %) и жмыхом семян тыквы (10 %). Маргарин в классической рецептуре заменили на масло зародышей пшеницы, сахар-песок – на натуральный мед.

Чтобы увидеть влияние вносимых добавок на биотехнологические свойства сдобного теста, сравнивали его с контрольным образцом.

Рецептура сдобной булочки № 1264

Наименование показателя	Сухие вещества, %	Расход сырья на 100 кг муки, кг	
		В натуре	в сухих веществах
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	100,0	85,50
Маргарин молочный	84,0	15,0	12,60
Сахар-песок	99,8	26,0	25,90
Меланж	27,0	13,0	3,59
Молоко, 3.2%	11,5	15,0	1,72
Пудра ванильная	99,8	0,25	0,25
Соль поваренная	96,5	1,0	0,96
Дрожжи прессованные	25,0	1,0	0,025
Вода	-	35,0	-
Итого	-	205,25	-
Выход	-	196,51	-

Зависимость титруемой кислотности проб сдобного теста от продолжительности брожения представлена на рисунке 1.

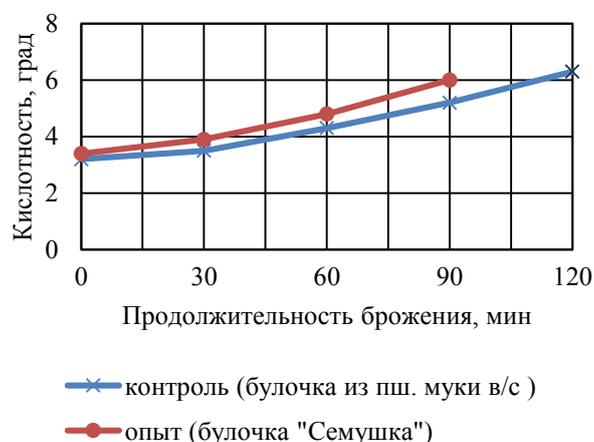


Рисунок 1. Зависимость титруемой кислотности проб сдобного теста от продолжительности брожения

Из графика, представленного на рисунке 1 видно, что в контрольной пробе накопление требуемой кислотности 6 град произошло за 120 мин, а в опытной – за 90 мин. Следовательно, процесс созревания теста сокращается на 30 мин, что позволяет сократить продолжительность производственного процесса.

Интенсивное накопление кислотности объясняется тем, что внесение жмыхов зародышей

пшеницы и семян тыквы улучшает азотное питание дрожжевых клеток, что способствует интенсификации их жизнедеятельности.

С целью определения вносимых компонентов на качество сдобного теста оценивали газодерживающую и газообразующую способности теста при брожении [1]. Результаты исследования представлены на рисунках 2 и 3.

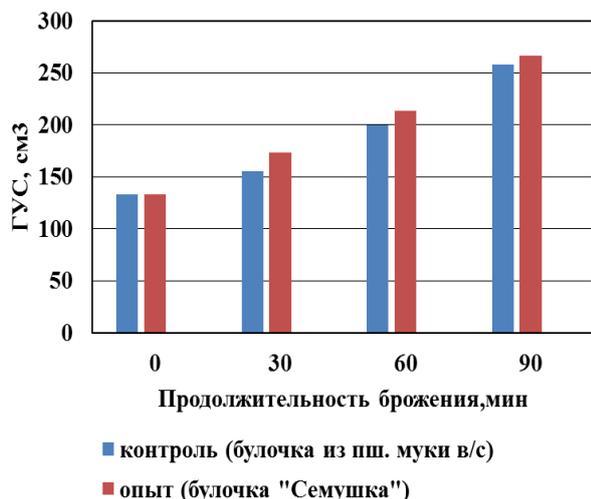


Рисунок 2. Зависимость газодерживающей способности проб теста от продолжительности брожения

Газодерживающая способность теста зависит прежде всего от содержащихся в нем белков, от их количества и физических свойств. Как видно из рисунка 2 введение в полуфабрикат жмыхов зародышей пшеницы и семян тыквы интенсифицирует процессы, происходящие при брожении теста, так как содержание белка в них выше, чем в пшеничной муке.

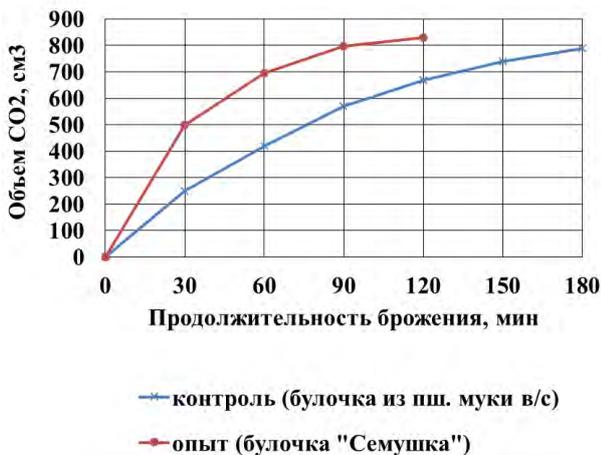


Рисунок 3. Зависимость газообразующей способности теста от продолжительности брожения

Установлено, что добавление жмыха зародышей пшеницы и семян тыквы, масла зародышей пшеницы интенсифицирует газообразование в тесте по сравнению с контролем. Усиление процесса спиртового брожения связано, по-видимому, с обогащением питательной среды сахарами, аминокислотами, витаминами, минеральными соединениями, вносимыми с этим продуктом.

Значение показателей влажности и подъемной силы проб сдобного теста представлены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

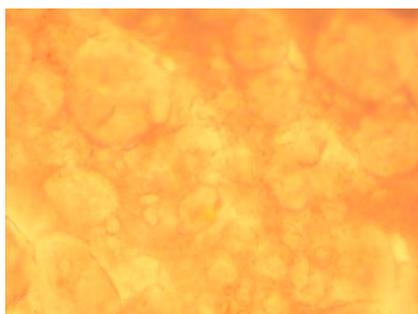
Биотехнологические показатели проб теста		
Показатель	Контроль	Опыт
Влажность, %	34	36
Подъемная сила, мин	12	9

Из таблицы 2 видно, что у опытного образца за счет вводимых компонентов влажность выше, чем у контроля, что увеличивает выход изделия. Это объясняется содержанием в жмыхах гидрофильных высокомолекулярных соединений, в частности, белков и клетчатки. Также влияние оказывает способность меда удерживать влагу. Подъемная сила опытных проб теста в конце брожения лучше, чем у контроля на 3 минуты.

В целях изучения влияния жмыхов зародышей пшеницы и семян тыквы, масла зародышей пшеницы и натурального меда на изменение основных компонентов теста – крахмала и белка, исследовали структурные характеристики полуфабриката методом электронной сканирующей микроскопии. Для сравнения изучали тесто из муки пшеничной высшего сорта (контроль) и тесто с добавлением жмыхов и масла (опыт). Микрофотографии структуры теста представлены на рисунке 4.

Из рисунка 4 видно, что контроль существенно отличается от опыта как по размеру пор, так и по неоднородности распределения структурных элементов по всему объему. Для контроля характерно наличие как крупных, так и мелких пор. При этом отмечается их неравномерное распределение по всему объему структуры: на отдельных участках поры отсутствуют, на других наблюдается их большое скопление.

В опытной пробе отмечено более равномерное распределение пор по объему структуры. Также можно четко различить пленку из мелких белковых глобул, которая обволакивает крупные зерна крахмала, имеющие круглую или овальную форму, что способствует прочной связи между белковой матрицей и зёрнами крахмала и придает системе устойчивость. Также на рисунке видно равномерное распределение меда по всей площади. Вносимые добавки придают тесту коричневый цвет.



а)



б)

Рисунок 4. Микрофотографии структуры проб теста: а – контрольной, б – опытной

ЛИТЕРАТУРА

1 Бараненко Д.А., Салами М. Изменение белковой фракции говядины в цикле «замораживание-хранение-тепловая обработка» // Вестник Международной академии холода. 2014. № 4. С. 15-18.

2 Коломникова Я.П., Литвинова Е.В., Агрба Э.Р. Улучшение рецептуры ржано-пшеничного хлеба и сдобных булочных изделий нетрадиционным растительным сырьем // Актуальная биотехнология. 2014. № 4 (11). С. 14-18.

3 Белокурова Е. В., Коломникова Я. П., Литвинова Е. В., Солохин С. А. Разработка технологий мучных изделий повышенной пищевой ценности для предприятий общественного питания // Хлебопродукты. 2015. № 1. С. 56-57.

4 Вершинина О. Л., Деревенко В. В. Производство хлеба повышенной биологической ценности, обогащенного тыквенным жмыхом // Хлебопродукты. 2010. № 11.

5 Верболоз Е.И., Антуфьев В.Т., Кобыда Е.В. Исследование эффективности предварительной подготовки молочных продуктов к переработке. // Вестник Международной академии холода. 2014. № 3. С. 69-72.

6 Пеленко В.В., Зуев Н.А., Ольшевский Р.Г., Иваненко В.П., Крысин А.Г. Оценка зависимости производительности измельчителей мяса от их конструкции и физико-механических свойств сырья. // Вестник Международной академии холода. 2015. № 1. С. 9-15.

На основании полученных результатов было установлено, что внесение жмыхов, масла зародышей пшеницы, натурального меда и яичной скорлупы способствует образованию пор, равномерно распределенных по всему объему теста, причем расположение их более компактное. Такая микроструктура свидетельствует о возможном замедлении процесса ретроградации крахмала мякиша хлеба при хранении, т. е. о снижении его черствения.

В ходе эксперимента разработана рецептура сдобной булочки с внесением жмыхов зародышей пшеницы и семян тыквы, масла зародышей пшеницы. Внесение нетрадиционных компонентов способствует интенсификации процесса приготовления сдобного теста, улучшению его биотехнологических свойств и структуры, что позволяет предполагать об улучшении органолептических и физико-химических показателей качества готового изделия.

REFERENCES

1 Baranenko D.A., Salami M. Changes of beef protein fraction in "freezing - storage - heat treatment" cycle. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Bulletin of the International Academy of Refrigeration], 2014, no 4, pp. 15-18. (In Russ.).

2 Kolomnikova Ya.P., Litvinova E.V., Agrba E.R. Improved formulations of rye-wheat bread and buns bakery products unconventional vegetable raw materials. *Aktual'naya biotekhnologiya*. [Actual biotechnology], 2014, no. 4 (11), pp. 14-18. (In Russ.).

3 Belokurova E. V., Kolomnikova Ya. P., Litvinova E. V., Solokhin S. A. Development of technologies for bakery products increased nutritional value for catering. *Khlebprodukt*. [Bakery], 2015, no. 1, pp. 56-57. (In Russ.).

4 Verzhinina O., Derevenko V. Production of bread increased biological value enriched with pumpkin oil cake. *Khlebprodukt*. [Bakery], 2010, no. 11. (In Russ.).

5 Verboloz E.I., Antufiev V.T., Kobyda E.V. Study to efficiency of preliminary preparing the milk products to conversion. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Bulletin of the International Academy of Refrigeration], 2014, no 3, pp. 69-72. (In Russ.).

6 Pelenko V.V., Zuev N.A., Olyshevskii R.G., Ivanenko V.P., Krysin A.G. Evaluation of meat grinder performance depending on their design and physical and mechanical properties of raw-material. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Bulletin of the International Academy of Refrigeration], 2015, no 1, pp. 9-15. (In Russ.).

УДК 664.123.6

Профессор В.А. Голыбин, старший преподаватель Н.А. Матвиенко,
доцент В.А. Федорук, студент Д.С. Мурач
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии броидильных и сахаристых производств.
тел. (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru

Professor V.A. Golybin, senior lecturer N.A. Matvienko,
associate professor V.A. Fedoruk, student D.S. Murach
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation technology
and sugar industries. phone (473) 255-37-32
E-mail: yzas2006@yandex.ru

Способ получения пектина и пищевых волокон с использованием электрохимически активированной воды

A method of producing pectin and dietary fibers using electrochemically activated water

Реферат. Пищевые волокна входят в перечень полезных веществ, необходимых для нормального функционирования человеческого организма. Это часть продуктов, которую не в состоянии переварить ферменты желудка и кишечника. Содержатся они во фруктах, овощах, кожуре бобов, а еще в оболочке семян и злаков. В Российской Федерации ценным источником пектина является свекловичный жом, так как другие виды пектинсодержащего сырья не могут конкурировать с ним по низкой стоимости и имеющимся ресурсам. Свекловичный пектин обладает высоким защитным действием, т.е. способностью выводить из организма ядовитые вещества и радионуклиды. Несмотря на дефицит пектинопродуктов в России, значительное отечественное производство их в настоящее время отсутствует. Предлагавшиеся ранее способы производства пектина были громоздкими, с низким уровнем аппаратурно-технологического оформления и значительными затратами реагентов, не обеспечивали благоприятных условий труда, характеризовались экологическими проблемами. Целью работы является совершенствование режимов получения пектина из свекловичного жома с использованием в качестве экстрагента электрохимически активированной воды. Применение такого способа позволяет смягчить процесс гидролиза-экстрагирования, что способствует не только повышению выхода и качества пектина, но и дает возможность дальнейшей переработки сырья на пищевые волокна. В результате проведенных исследований разработаны режимы проведения процесса гидролиза-экстрагирования пектина из растительного сырья. Пектин из свекловичного жома отличается высоким содержанием свободных карбоксильных групп, возможно его использование как комплексообразователя в лечебно-профилактическом питании. Таким образом, показана возможность и целесообразность получения пектина и пищевых волокон из предлагаемого растительного сырья с использованием в качестве экстрагента электрохимически активированной воды. Такая технология отвечает требованиям экологической безопасности производства, носит инновационный характер, способствует решению проблемы комплексного использования растительного сырья и появлению на рынке функциональных ингредиентов и биологически активных добавок отечественных недорогих препаратов комплексного назначения.

Summary. Food fibres are included in the list of useful substances necessary for the normal functioning of human organism. It is part of products, that the enzymes of stomach and bowels are unable to overcook. There are they in fruit, vegetables, skin of bobs, and as early as shell of seed and cereals. In Russian Federation the valuable source of pectin is a sugar-beet bagasse, because other types of pectin-containing raw material can not compete with it on a low cost and present resources. A sugar-beet pectin possesses a high protective action, i.e. by ability to destroy poisonous substances and radionuclides from an organism. In spite of deficit of pectin in Russia, considerable home production them is presently absent. The methods of production of pectin offered before were bulky, with the low level of apparatus-technological registration and considerable expenses of reagents does not provide the favourable terms of labour with considerable ecological problems. The aim of work is perfection of the modes of receipt of pectin from a sugar-beet bagasse with using as an extractant of the electrochemically activated water. Application of such method allows to soften the process of hydrolysis-extracting, that assists not only the increase of exit and quality of pectin but also gives an opportunity of the further processing of raw material on food fibres. As a result of undertaken studies the modes of realization of process of hydrolysis-extracting of pectin are worked out from a digister. A pectin from a sugar-beet bagasse differs in high maintenance of free carboxyl groups, the use is possible as the complexing agent in a medical and preventive feed. Thus, possibility and expediency of receipt of pectin and food fibres are shown from the offered digister with using as an extractant of the electrochemically activated water. Such technology answers the requirements of ecological safety of production, carries innovative character, assists the decision of problem of the complex use of digister and market entry functional ingredients and bioactive additions of home inexpensive preparations of the complex setting.

Ключевые слова: пектин, пищевые волокна, свекловичный жом, электрохимическая активация.

Keywords: pectin, food fibres, sugar-beet bagasse, electrochemical activating.

Пищевые волокна (ПВ) входят в перечень полезных веществ, необходимых для нормального функционирования человеческого организма. Это часть продуктов, которую не в состоянии переварить ферменты желудка и кишечника. Содержатся они во фруктах, овощах, кожуре бобов, а еще в оболочке семян и злаков.

Пектин – полисахарид, который в достаточном количестве содержится в растительном сырье – плодах, овощах, корне- и клубнеплодах, яблочных и цитрусовых выжимках и других вторичных ресурсах. В то же время создалась парадоксальная ситуация: пектин не стал дешевым и доступным в питании человека. Стоимость пищевого пектина составляет 25-35 долларов США за 1 кг, медицинского в зависимости от чистоты – 60-120 долларов США. При этом средняя кондитерская фабрика потребляет около 10 т продукта в месяц [1].

Свекловичный пектин обладает высоким защитным (протекторным) действием, т.е. способностью выводить из организма ядовитые вещества и радионуклиды.

За счет наличия в пектиновых веществах свободных карбоксильных групп галактуроновой кислоты в желудочно-кишечном тракте связываются ионы тяжелых металлов и радионуклиды с последующим образованием нерастворимых комплексов (пектинаты, пектаты), которые выводятся из организма [2].

Пектин обладает свойством сорбировать и выводить из организма микроорганизмы и выделяемые ими токсины, а также другие ксенобиотики, способные накапливаться в организме: холестерин, желчные кислоты и другие.

В Российской Федерации ценным источником пектина является свекловичный жом (отход свеклосахарного производства), так как другие виды пектинсодержащего сырья не могут конкурировать с ним по низкой стоимости и имеющимся ресурсам [3].

Несмотря на дефицит пектинопродуктов в России, значительное отечественное производство их в настоящее время отсутствует. Его приходится закупать за рубежом. Крупнейшими поставщиками пектина являются компании Cargill (Франция), CP Kelco (Дания, Германия) и Herbstreith & Fox (Германия), китайская компания Yantai Andre Pectin [4].

Предлагавшиеся ранее способы производства пектина были громоздкими, с низким уровнем аппаратурно-технологического оформления и значительными затратами реагентов, не обеспечивали благоприятных условий труда, создавали значительные экологические проблемы.

Классическая технология получения пектина из растительного сырья, или как еще ее называют «кислотно-спиртовая», состоит из следующих основных этапов: подготовка сырья, гидролиз растительной массы, коагуляция пектина этиловым спиртом или солями металлов, последующая промывка коагулята спиртом, сушка пектина, его помол, просеивание через сита, стандартизация и упаковка.

Для выделения пектина из растительных тканей применяли горячую воду, растворы кислот, щавелевокислый и лимоннокислый аммоний, полифосфаты. Свойства извлеченного пектина зависят не только от методов экстрагирования, но и от состояния сырья.

Основными факторами, влияющими на процесс гидролиза, являются: скорость набухания растительной ткани и проникновения кислоты в клетку, концентрация кислоты в экстрагенте, температура процесса и его продолжительность.

Взаимодействие перечисленных факторов достаточно сложно. Приведенные факторы на различных стадиях процесса могут оказывать разное влияние и в итоге скорость и направление гидролиза могут различаться. В частности, увеличение температуры интенсифицирует многие стадии процесса (набухание и проникновение кислоты в растительную клетку для расщепления протопектина), при этом способствует разрушению и деполимеризации пектиновой молекулы, что значительно ухудшает качество получаемого пектина.

В производстве пектина для более полного его извлечения из прогидролизованной пектинсодержащей массы применяют прессование, экстрагирование в системе больших соотношений «твердое тело-экстрагент», прямо-точно-противоточный способ и комбинацию указанных процессов и способов.

После центрифугирования и фильтрации для удаления твердых частиц из экстракта, его сгущают на установке вакуум-выпаривания.

Для перевода пектина из раствора в сгущенный экстракт используется спирт этиловый с массовой долей 95 %. Полученный осадок пектина несколько раз промывается спиртом для его очистки от балластных примесей и ионов кислоты, использованной в процессе гидролиза. После каждой промывки осажденный пектин отделяется от спирта, прессуется и сушится. Разбавленный и загрязненный в процессе осаждения и промывки спирт нейтрализуется, очищается и возвращается в производство.

Данная технология требует также установки энергоёмкого отделения ректификации спирта для его регенерации и возвращение в производственный цикл.

Полученный осадок пектина подвергается сушке на барабанной сушилке до получения хлопьев пектина. Барабанная сушилка коагулята малоэффективна, сложна, энергоёмка, трудна в эксплуатации. После сушки проводится помол пектина, его стандартизация и упаковка.

Такая технология не позволяет получать из одного сырья и пектин, и ПВ, так как в их основе лежало использование минеральных кислот. Агрессивные технологические среды, создаваемые для получения пектина (рН 0,8-1,2) исключали выделение ПВ, ввиду термохимической деградации последних. При получении же ПВ, напротив, мягкие условия экстракции не позволяли выделять пектин, хотя какое-то его количество терялось в промывных водах.

Целью работы является совершенствование режимов получения пектина из свекловичного жома с использованием в качестве экстрагента электрохимически активированной (ЭХА) воды. Применение такого способа позволяет смягчить процесс гидролиза-экстрагирования, что способствует не только повышению выхода и качества пектина, но и дает возможность дальнейшей переработки сырья на ПВ.

Принципиальная схема получения пектина и пищевых волокон из растительного сырья представлена на рисунке.

В результате проведенных исследований разработаны режимы проведения процесса гидролиза-экстрагирования пектина из растительного сырья (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Режимы получения пектина из растительного сырья

Сырье для получения пектина	Разработанный режим получения пектина			
	рН	Температура, °С	Продолжительность, мин	Гидро модуль
Свекловичный жом	2,5	65	90	1:8

Экспериментально установлено, что при рН ЭХА воды более 2,5 не обеспечивается требуемая степень гидролиза, при этом выход пектина снижается, так как в значительной степени экстрагируется растворенный пектин, содержащийся в исходном сырье. Значение рН ЭХА

воды ниже 2,5 не только увеличивает энергозатраты на получение анолита с таким рН, но создает очень жесткие условия гидролиза. Такое сильное кислотное воздействие способствует деградации молекул и резкому снижению качества пектина. При этом разрушается структура капиллярно-пористого тела, что увеличивает содержание балластных по отношению к пектину веществ в экстракте и ухудшает чистоту целевого продукта, также затрудняется разделение гидролизной массы.

При продолжительности обработки от 60 до 90 минут переход пектина в экстракт интенсифицируется, а при дальнейшем увеличении выход снижается и разрушается структура частиц свекловичного жома. Это приводит к резкому ухудшению условий отделения жидкой фазы в процессе фильтрования, также повышается переход балластных веществ и цветность получаемого пектина.

При увеличении температуры на стадии гидролиза-экстрагирования до 65 °С происходит активация пектиновых молекул: в жидкой фазе повышается концентрация пектиновых веществ, а также выход (до 18,65 % на активной воде), чистота пектина, содержание карбоксильных групп и степень этерификации. При температуре ниже 65 °С число активных молекул меньше и скорость химического превращения протопектина незначительна. В интервале от 70 до 75 °С движущая сила процесса увеличивается, однако получаемый пектин имеет невысокое качество. Повышением температуры более 75 °С приводит к термической деградации пектина, снижению проницаемости клетки и замедлению экстрагирования растворимого пектина, что уменьшает выход пектина и значительно ухудшает его качество.

При гидромодуле менее 1:6 гидролизующая смесь имеет высокую вязкость и получается твердая кашеобразная масса, нет свободного перемешивания, и экстрагирование пектиновых веществ усложняется, выход пектина при этом снижается. Повышение гидромодуля от 1:7 до 1:10 незначительно влияет на качественные показатели, однако при этом в технологическом цикле возрастает расход химических реагентов, спирта, тепла и электроэнергии и других вспомогательных материалов, что приведет к большим затратам при производстве пектина. Увеличение гидромодуля более 1:8 не увеличивает выход пектина, при этом количество стоков возрастает.

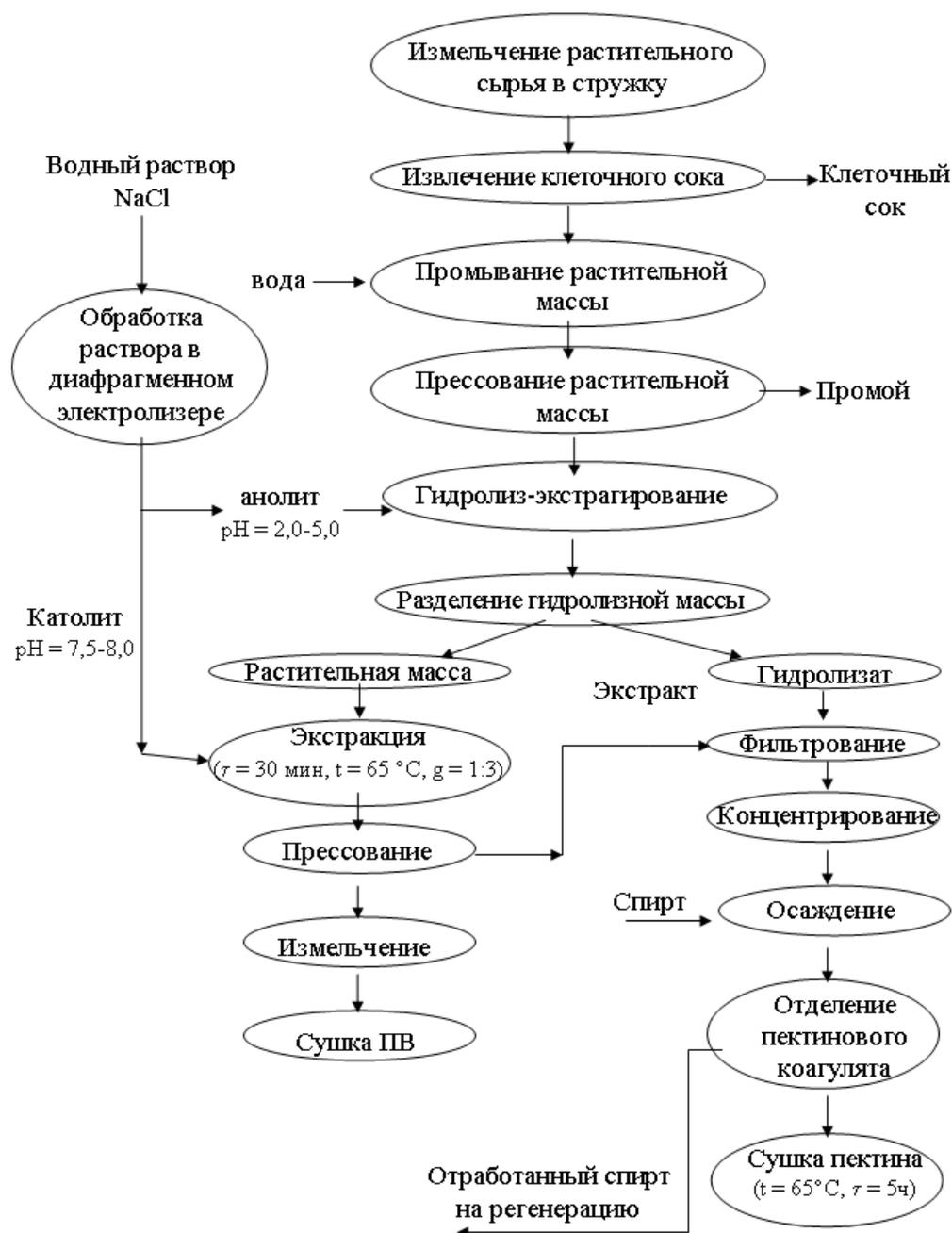


Рисунок 1. Схема получения пектина и пищевых волокон из растительного сырья

Использование в качестве гидролизующего агента ЭХА воды позволяет получить пектин высокого качества. Выход пектина по сравнению с классической схемой повышается более чем на 18-20 % [5] (таблица 2).

Пектин из свекловичного жома отличается высоким содержанием свободных карбоксильных групп (7,0 %), возможно его использование как комплексообразователя в лечебно-профилактическом питании.

Таким образом, показана возможность и целесообразность получения пектина и пищевых

волокон из предлагаемого растительного сырья с использованием в качестве экстрагента ЭХА воды. Такая технология отвечает требованиям экологической безопасности производства, носит инновационный характер, способствует решению проблемы комплексного использования растительного сырья и появлению на рынке функциональных ингредиентов и биологически активных добавок отечественных недорогих препаратов комплексного назначения

Свойства и выход полученного пектина

Сырье для получения пектина	Свойства полученных пектинов				Выход пектина, %
	К _с , %	К _е , %	Степень этерификации, %	Полигалактуроновая кислота, %	
Свекловичный жом	7,0	8,4	51	72	18,8

К_с – количество свободных карбоксильных групп в молекуле пектина;

К_е – количество этерифицированных карбоксильных групп в молекуле пектина.

ЛИТЕРАТУРА

1 Красноселова Е.А., Донченко Л.В. Сравнительные аналитические характеристики пектиновых веществ изучаемых сортов яблок // Молодой ученый. 2015. № 5.1. С. 89-93.

2 Бутова С.Н., Гаврилова Д.В., Махова Ю.В. Инновационная технология производства пектина в России // Вестник Российской академии естественных наук. 2012. № 3. С. 43-46.

3 Грабишин А.С. О некоторых особенностях технологий производства пектина // Новые технологии. 2010. Т. 2. С. 30-34.

4 Матвиенко Н.А., Мурач Д.С., Сенчихин М.А. Исследование процесса получения пектина и пищевых волокон из тыквы // Продовольственная безопасность: научное, кадровое и информационное обеспечение: мат. междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. Воронеж, 2014. С. 67-74.

5 Пат. № 2261868, RU, С1 7 С08В 37/06 А 23 L 1/0524, 1/214, 1/308. Способ производства пектина и пищевых волокон из сахарной свеклы / Loseva V.A., Efremov A.A., Putilina L.N., Matvienko N.A.. № 2004121655/04; Заявл. №2004121655; Оpubл. 10.10.2005; Бюлл. № 28.

REFERENCES

1 Krasnoselova E.A., Donchenko L.V. Comparative analytical characteristics of pectins studied apple varieties. *Molodoy uchenyj* [Young scientist], 2015, no 5.1, pp. 89-93. (In Russ.)

2 Butova S.N., GavriloVA D.V., Makhova Yu.V. The innovative technology of pectin in Russia. *Vestnik Rossiiskoi akademii estestvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences], 2012, no. 3, pp. 43-46. (In Russ.)

3 Grabishin A.S. Some peculiarities of manufacturing technology of pectin. *Novye tekhnologii* [New Technologies], 2010, vol. 2, pp. 30-34. (In Russ.)

4 Matvienko N.A., Murach D.S., Senchikhin M.A. Study the process of obtaining pectin and fiber pumpkin. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii «Prodovol'stvennaya bezopasnost': nauchnoe, kadrovoe i informacionnoe obespechenie»* [Proc. Int. sci. conf. «Food safety: scientific, personnel and information support»]. Voronezh, 2014, part 1, pp. 67-74. (In Russ.)

5 Loseva V.A., Efremov A.A., Putilina L.N., Matvienko N.A. Sposob proizvodstva pektina i pishchevykh volokon iz sakharnoi svekly [Method of production of pectin and food fibres from the sugar beet]. Patent RF, no. 2261868, 2005. (In Russ.).

УДК 637.33

Профессор А.Н. Остриков,

(Воронеж. гос. ун-т. инж. тех.) кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов пищевых и химических производств. тел. (473) 255-35-54

доцент Л.И. Василенко

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии продуктов животного происхождения. тел. (473) 255-37-51

E-mail: Vli2008@yandex.ru

Professor A. N. Ostrikov,

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of fats, processes and devices of food and chemical industries. phone (473) 255-35-54

associate professor L.I. Vasilenko

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of products of animal origin. phone (473) 255-37-51

E-mail: Vli2008@yandex.ru

Разработка технологии функционального сырного продукта с использованием нетрадиционного растительного сырья

Development of technology for functional cheese product using non-traditional vegetable raw materials

Реферат. В результате применения разработанной технологии при производстве сыров с чеддеризацией, получен высококачественный продукт, сбалансированный по пищевой и биологической ценности, с высокими органолептическими показателями. С медико-биологических позиций полученные белки являются уникальным препаратом: по аминокислотному составу сложная белковая составляющая, по содержанию незаменимых аминокислот практически соответствует идеальному белку, легко усваивается в организме. Производство сыров данной группы не требует создания дорогостоящих мощностей и позволяет снизить расход молока. Продукт отличают высокое содержание белка, стабильные функционально-технологические свойства, многоцелевое назначение, экономическая доступность. Выбор комплексного ферментного препарата при производстве сырного продукта был как раз обусловлен присутствием в рецептурной смеси экстракта чечевицы. При работе с данным препаратом нормализованная смесь гидролизовалась в два раза быстрее, при этом не приводила к образованию горечи. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что сырные продукты, обогащенные продуктами переработки чечевицы обладают высокой пищевой и биологической ценностью и могут быть рекомендованы для функционального питания населения всех возрастных групп. Исходя из изложенной концепции, очевидна необходимость дальнейших научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по приоритетным направлениям комплексной проблемы здорового питания населения и позволяет снизить расход молока.

Summary. As a result of application of the developed technology for the production of cheeses with cheddaring received a high quality product, balanced food and biological value, high organoleptic indices. With biomedical positions obtained proteins are a unique drug: amino acid composition of the protein complex component, the content of essential amino acids almost corresponds to ideal protein, easily digested in the body. Cheese production this group does not require expensive facilities and reduces the flow of milk. The product is characterized by high protein content, stable functional and technological properties, versatility, affordability. The choice of complex enzyme preparation in the production of cheese products was due to the presence in the mixture of prescription extract lentils. When working with this drug mixture normalized hydrolyzed twice as fast, it does not lead to the formation of bitterness. The obtained experimental data testify that cheese products enriched products processed products lentil have a high nutritional and biological value and can be recommended for functional food of the population of all age groups. Based on the described concept, the obvious need for further research and development works on priority directions of complex issues of healthy nutrition of the population and reduces the flow of milk.

Ключевые слова: сырный продукт, чеддеризация, фермент.

Keywords: cheese product, cheddaring, enzyme.

Растущий уровень жизни и спрос на пищевой белок обусловили интенсивное развитие новой политики и идеологии в области переработки белка, заключающиеся в оптимальном комбинировании белоксодержащих пищевых компонентов с получением в итоге высококачественных и дешевых продуктов питания.

Сыр – продукт наиболее требовательный к качеству молока и занимает особое место среди молочных продуктов. Используемые при произ-

водстве сыра технологические приемы позволяют концентрировать ценные белковую и жировую фракции молока, переводя при этом в более доступную для усвоения человеческим организмом форму. Все чаще сыроделы жалуются на снижение сыропригодности молока в зимне-весенний период. В качестве альтернативного варианта предлагается в этот период производить сырные продукты, которые при соблюдении всех требований, ничуть не уступают классическому

© Остриков А.Н., Василенко Л.И., 2015

ассортименту по органолептическим показателям, а по показателям биологической ценности, значительно его превышают.

Целью работы являлось создание технологии комбинированного сырного продукта сбалансированного состава функционального назначения. Подбор оптимальных параметров использования чечевицы при производстве сырного продукта.

В соответствии со схемой проведения исследований предусматривалось изучение ряда показателей исходного сырья и готового продукта с помощью органолептических, физических, химических и микробиологических методов исследований:

- определение титруемой кислотности - по ГОСТ 3624-92;
- методы определения жира – по ГОСТ 5867-90;
- определение общего белка методом Кьельдаля, методом формольного титрования - по ГОСТ 23327-78;
- определение структурно-механических характеристик сыра;
- определение аминокислотного состава - методом ионообменной жидкостной хроматографии на аминокислотном анализаторе «ААА-339М»;
- определение энергетической ценности продукта рассчитывали с применением общепринятых коэффициентов: по белкам и углеводам - 4, жирам - 9;
- органолептические показатели готового продукта - по 30 балльной шкале в соответствии с методикой [2].

Известно, что качество комбинированных продуктов во многом зависит от качества компонентов, составляющих данный продукт. Поэтому целесообразно предварительно исследовать свойства составляющих компонентов.

В ходе исследований была разработана рецептура сырного продукта, аналогом которого выступал сыр «Чеддер».

При разработке рецептуры учитывались следующие требования:

- соответствие гигиеническим требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов СанПиН 2.3.2.1078-01;
- высокая пищевая и биологическая ценность в соответствии с потребностями современного человека;
- высокие органолептические показатели и технологические характеристики;
- надежность в отношении стабильности состава и сохранение потребительских характеристик в процессе хранения;
- доступность широкому кругу потребителей.

В сравнении с аналогом в предлагаемой рецептуре сырного продукта вода для восстановления сухого обезжиренного молока была заменена на гидролизованный экстракт чечевицы.

В настоящее время ферментация превратилась в одно из эффективных средств для получения наиболее желательных функциональных и питательных свойств пищевых белков. Зная специфичность действия фермента, можно контролировать степень гидролиза, а также характер получаемых пептидов, т. е. их среднюю молекулярную массу, характер аминокислот по расположению карбоксильных или аминных групп и т.п. Контроль степени гидролиза особенно важен при работе с растительным белком, в связи с тем, то слишком интенсивный протеолиз может привести к образованию горького привкуса белка. В результате проведенных исследований получено, что степень ферментативного гидролиза можно значительно варьировать. Она ниже у белков растительного происхождения, особенно в первый час протеолиза. Однако в дальнейшем эти различия между белками животного и растительного происхождения постепенно сглаживаются; тем не менее казеин, гидролизуется до 64 % за 48 часов, а белки чечевицы до 60 % за 72 часа под действием протеаз.

Выбор комплексного ферментного препарата при производстве сырного продукта был как раз обусловлен присутствием в рецептурной смеси экстракта чечевицы. При работе с данным препаратом нормализованная смесь гидролизовалась в два раза быстрее, при этом не приводила к образованию горечи. В то время как для производства сыра «Чеддер» был использован фермент сычужный СФ 50 Нормаль.

Т а б л и ц а 1

Ферментный состав используемых препаратов

Наименование	Марка	Ферментный состав % (доля активности фермента от общей активности препарата)		
		Химозин	Пепсин говяжий	Пепсин куриный
Фермент сычужный	СФ 50 Нормаль	40	60	0
Комплексный препарат	СКГ 50 Энзи-Микс	До 10	40	Не более 50

*Производитель ЗАО завод эндокринных ферментов**

Апробация технологии в условиях предприятия проводилась на ОАО «Маслодельном заводе Новохоперский» на линии производства сыров с чеддеризацией, выработана опытная партия сырного продукта в количестве 500 кг. Выполненные исследования позволили определить рациональные технологические параметры процесса, которые можно было рекомендовать для производственных испытаний.

В результате проведенного анализа были подобраны оптимальные процентные соотношения по сырью и разработана рецептура сырного продукта (таблица 2):

Т а б л и ц а 2

Рецептуры сырного продукта и сыра «Чеддер»

Компоненты	Сырный продукт	Сыр «Чеддер»
	Масса, кг	
Молоко цельное	478,3	478,29
Молоко сухое обезжиренное	23,9	47,8
Концентрат:		
-Вода	215,2	-
-Чечевица	216	430,5
Закваска	24	-
CaCl ₂	25	25
Сычужный фермент	0,4	0,4
Соль	0,02	0,02
Всего	18	18
	1000,82	1000
Выход	1000	1000

В сравнении с аналогом в предлагаемой рецептуре сырного продукта вода для восстановления сухого обезжиренного молока была заменена на экстракт чечевицы.

В основе метода лежат закон распределения вещества между двумя несмешивающимися жидкостями, и различная растворимость отдельных веществ в данном растворителе

К основным стадиям экстрагирования водой относят:

1) подготовку сырья и экстрагента (очистка и измельчение сырья, стерилизация растворителя);

2) непосредственное контактирование твердой и жидкой фаз;

3) разделение системы твердая фаза - раствор (отстаивание).

Динамика экстракционного процесса зависит от ряда факторов: соотношение сырья и экстрагента, стандартности сырья, дисперсности частиц, режима экстрагирования, среды и аппаратуры.

Оптимальными условиями были выбраны:

-соотношение чечевица: вода = 1:9;

-температура экстрагента 28-30 °С;

-время экстрагирования – 20 часов.

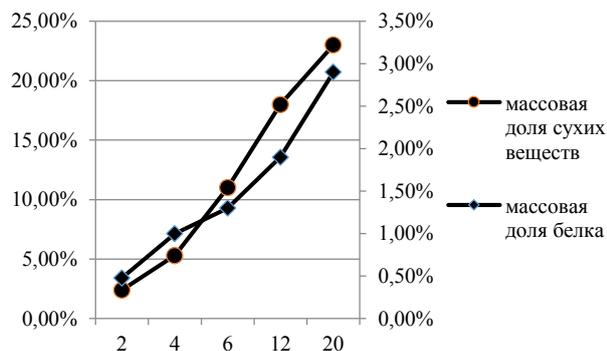


Рисунок 1. Динамика процесса экстрагирования

Полученный экстракт в дальнейшем подвергается совместному гидролизу с нормализованной сырной смесью.

Для того чтобы выработать сыр стандартного состава с требуемым содержанием жира и сухих веществ, на производство сыра направляется смесь с необходимым содержанием жира и белка. Для осуществления производства сырного продукта с чеддеризацией была разработана аппаратурно-технологическая схема (рисунок 2).

Технологический процесс осуществляется следующим образом: из бункера 2 с помощью дозатора 3 на молотковую дробилку 4 подается предварительно очищенная на сепараторе зерновом 1 чечевица. Мелкораздробленная чечевица подается в ванну для экстрагирования 6, куда подается через дозатор 5 и подогретая вода до 28-30 °С. Полученный в ванне 6, экстракт подается в промежуточный резервуар 7, откуда поступает на восстановление сухого обезжиренного молока в аппарат 8. В этот же аппарат 8, после восстановления сухого обезжиренного молока, поступает и цельное нормализованное пастеризованное молоко из резервуара для промежуточного хранения 9, смесь тщательно перемешивается и поступает в пастеризационно-охладительную установку 10. Пастеризованная при (80±2) °С и охлажденная до температуры заквашивания (38-40 °С) смесь направляется в сыроизготовитель 11. При интенсивном перемешивании в сыроизготовителе молочно-растительная смесь смешивается с раствором хлорида кальция, ферментом и закваской из заквасочника 13. Полученный сгусток режут, дробят и обрабатывают для получения сырного зерна. Проводят второе нагревание до температуры 38-40 °С в течение получаса, удаляют часть сыворотки, которую отправляют в резервуар 12, вносят раствор поваренной соли, зерно вымешивают. Сырное зерно вместе с оставшейся частью сыворотки отправляют на отделитель сыворотки 14 (сыворотка из которого так же поступает в 12), после чего зерно помещают в перфорированные формы 15 и направляют в установку для чеддеризации 16. В установку 16 подается и подкисленная до 23 °Т сыворотка из резервуара 12. Выдерживают до повышения кислотности сыворотки до 60 °Т, что составляет 20-30 минут. Полученный сыр отправляют на прессование в аппарат для прессования 17, а далее на созревание на стеллажи 18 [3].

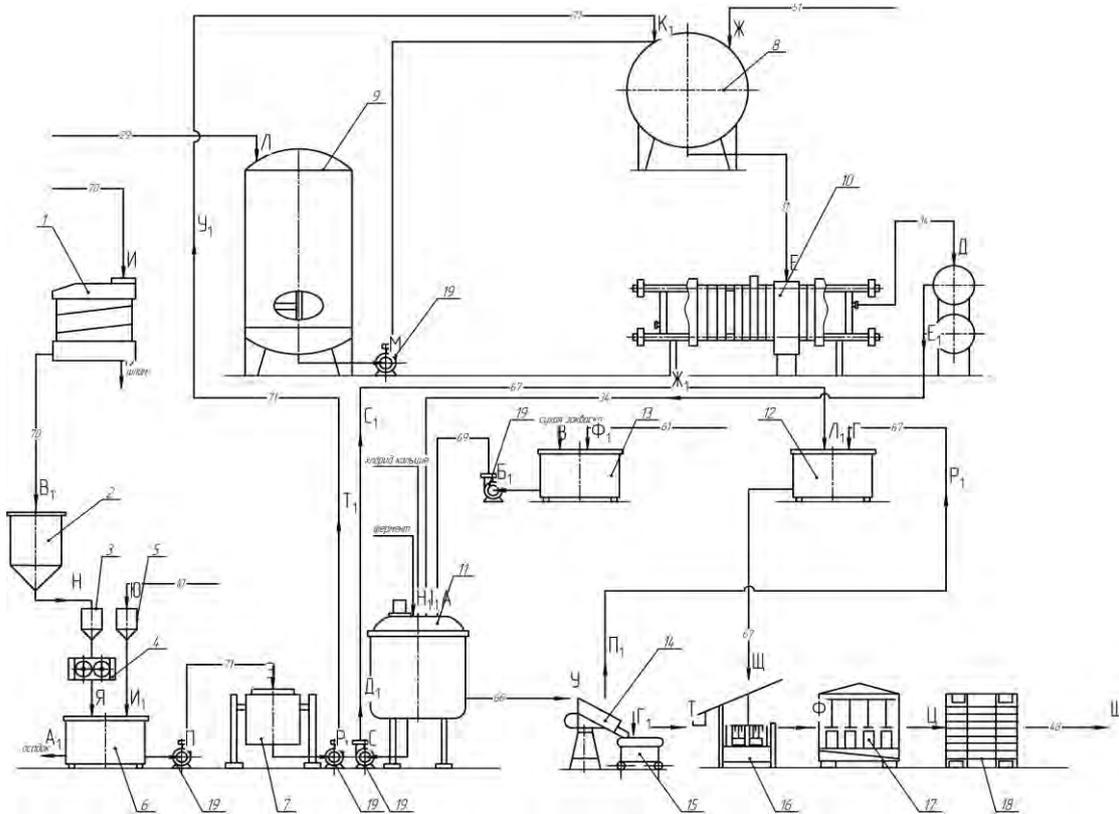


Рисунок 2. Аппаратурно-технологическая схема производства комбинированного сырного продукта

Внешний вид. Сырный продукт упакован в полимерный пакет. После удаления упаковки - поверхность продукта ровная, без корки, чистая, без ослизнения, допускаются отпечатки перфорации. Допускается незначительное выделение сыворотки под пленкой.

Вкус и запах. Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов, в меру соленый. Допускается слабовыраженный привкус растительного белка. Консистенция. Однородная, слегка ломкая.

Цвет теста. Светло-желтый с кремовым оттенком.

Рисунок. Редкий, щелевидный, или вовсе отсутствует.

Внедрение рекомендаций позволило сэкономить молочное сырье, а также получить продукт функциональной направленности, сбалансированного состава с детерминированным набором признаков.

В проводимых исследованиях изучали хранение при температуре $4\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $9\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 13 суток. В процессе хранения при изучаемых температурных режимах отмечалось снижение массовой доли влаги, причем при температуре хранения $9\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ этот процесс происходил более интенсивно (рисунок 3).

Изменение величины активной кислотности в процессе их хранения показано на рисунке 3.

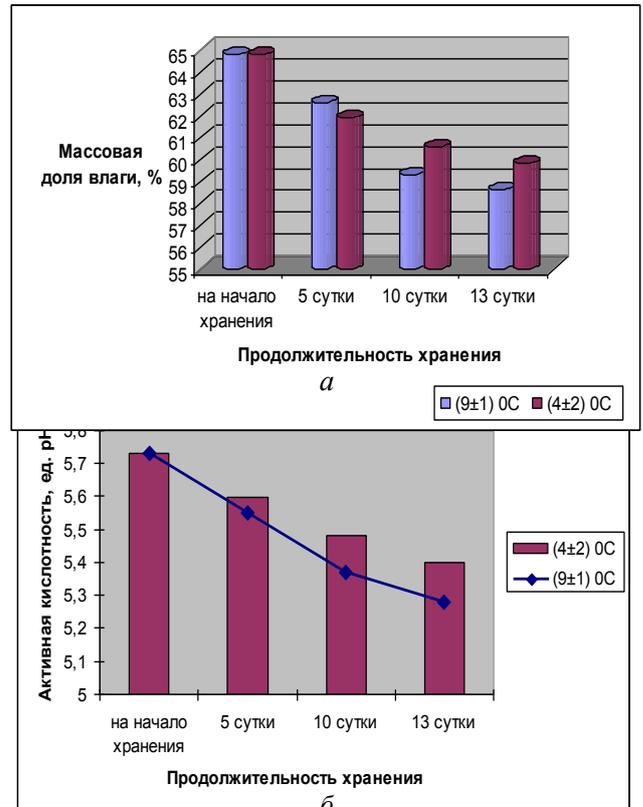


Рисунок 3. Изменение массовой доли влаги (а) и активной кислотности (б) в сырном продукте в процессе хранения

Содержание аминокислот в сырном продукте и сыре «Чеддер»

Аминокислоты, г/100г	Исследуемые продукты	
	Сыр «Чеддер»	Сырный продукт
Незаменимые аминокислоты		
В том числе:		
Валин	1,15	1,19
Изолейцин	0,93	0,99
Лейцин	1,85	1,87
Лизин	1,52	1,6
Метионин+цистин	0,57	0,54
Треонин	0,93	0,98
Триптофан	0,73	0,83
Фенилаланин+тирозин	1,2	1,27
Заменимые аминокислоты		
В том числе:		
Аланин	0,62	0,66
Аргинин	0,72	0,75
Аспарагиновая кислота	1,51	1,56
Гистидин	1,37	1,4
Глицин	0,43	0,51
Глутаминовая кислота	1,64	1,66
Пролин	3,2	3,25
Серии	1,27	1,28
Цистин	0,18	0,21

В процессе хранения происходило понижение величины активной кислотности, при чем оно зависело не только от температуры хранения, но и от способа хранения. У сырных продуктов, упакованных в термоусадочную пленку, величина активной кислотности понижалась несколько быстрее, чем у хранившихся без пленки.

В образцах за весь период хранения бактерии группы кишечной палочки, а также условно-патогенные, патогенные микроорганизмы, плесени и дрожжи ни в контрольном, ни в опытном вариантах не обнаружены.

Таким образом, анализ изменения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей в процессе хранения позволил установить срок годности 10 суток при температуре 8±2 °С и относительной влажности воздуха 80-85 % и 18 суток при температуре 4±2 °С.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют, что сырны продукты, обогащенные продуктами переработки чечевицы обладают высокой пищевой и биологической ценностью и могут быть рекомендованы для функционального питания населения всех возрастных групп.

Т а б л и ц а 3

Содержание макро- и микроэлементов

Макро-и микроэлементы, мг/100 г	Сыр «Чеддер»	Сырный продукт
	Са	232±8
Р	263±5	271±4
К	48±4	56±2
Na	28±1	33±3
Mg	16±2	18±3
Fe	3,38±0,03	3,44±0,02
Mn	0,16±0,02	0,26±0,01
Cu	0,06±0,01	0,10±0,03
Zn	2,11±0,03	2,32±0,05

Анализируя полученные результаты, следует, что 100 г. Полученного сырного продукта удовлетворяет суточную потребность: в магнии на 4,5-5,3 %; в железе на 22,9-23,5 %; в марганце на 3,3-3,9 %; в меди на 5-5,5 %; в кальции на 21,3-23,7 %; в фосфоре на 21,7-22,1 %; в калии на 1,5-1,6 в цинке на 18,5-19,4 %, в натрии на 0,7-0,8 %;

Далее изучался аминокислотный состав исследуемых образцов (таблица 4).

Полученные результаты из таблицы 4, свидетельствуют, что, замена части молочного сырья белковым компонентом, не только не снижает, но и увеличивает содержание аминокислот в продукте, в первую очередь незаменимых. Внесение белкового компонента способствует получению продукта с более высоким содержанием всего состава аминокислот [3].

В результате промышленной апробации результатов лабораторных исследований были подтверждены рациональные технологические параметры и компонентные соотношения получения сырных продуктов, определены аттестованными методиками в аккредитованной испытательной лаборатории пищевых продуктов Воронежского государственного университета инженерных технологий и лаборатории предприятия физико-химические показатели готового продукта (таблица 5).

Т а б л и ц а 5

Пищевая и энергетическая ценность готового продукта

Варианты	Пищевая ценность, г/100 г		Энергетическая ценность	
	Белок	Жир	Ккал/100 г	кДж/100 г
Сыр «Чеддер»	23,5	30,8	380	1590
Сырный продукт	25	16,4	256	1068

Одним из важнейших показателей сыров является содержание белка в готовом продукте. Средняя суточная потребность взрослого человека в белках составляет 80-100 г. 100 г сырного продукта удовлетворяет суточную потребность в белках на 14,5-19,3 %.

В результате применения разработанной технологии при производстве сыров с чеддеризацией, получен высококачественный продукт, сбалансированный по пищевой и биологической ценности, с высокими органолептическими показателями.

С медико-биологических позиций полученные белки являются уникальным препаратом: по аминокислотному составу сложная бел-

ковая составляющая, по содержанию незаменимых аминокислот практически соответствует идеальному белку, легко усваивается в организме. Производство сыров данной группы не требует создания дорогостоящих мощностей и позволяет снизить расход молока [1].

Продукт отличаются высокое содержание белка, стабильные функционально-технологические свойства, многоцелевое назначение, экономическая доступность. Исходя из изложенной концепции, очевидна необходимость дальнейших научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по приоритетным направлениям комплексной проблемы здорового питания населения.

ЛИТЕРАТУРА

1 // Василенко В.Н., Баутин В.М., Фролова Л.Н., Драган И.В. Улучшение системы менеджмента качества масложирового предприятия на основе совершенствования технологических процессов // Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий. 2012. № 1. С. 183-187.

2 Василенко Л.И., Горбатова А.В., Фролова Л.Н. Разработка лечебно-профилактических продуктов с использованием микрокапсулированных биопрепаратов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 2 (56). С. 179-181.

3 Василенко Л.И. Создание функциональных молочно-зерновых продуктов питания, адаптированных для различных групп населения // «Хранение и переработка зерна». 2010. № 1. С. 41 – 44.

4 Авакимян А.Б. Разработка технологии и исследование копченых сыров с чеддеризацией и плавлением сырной массы: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Воронеж, 2010. 22 с.

5 Колодязная В.С., Булькран М.С. Кинетика реакций превращения органических кислот при холодильном хранении цитрусовых плодов Органик // Вестник Международной академии холода. 2014. № 4. С. 22-25.

6 Верболоз Е.И., Антуфьев В.Т., Кобыда Е.В. Исследование эффективности предварительной подготовки молочных продуктов к переработке // Вестник Международной академии холода. 2014. № 3. С. 69-72

REFERENCES

1 Vasilenko V.N., Bautin V.M., Frolova, L.N., Dragan I.V. Improvement of the quality management system of the oil and fat enterprise on the basis of improvement of technological processes. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2012, no. 1, pp. 183-187. (In Russ.).

2 Vasilenko L.I., Gorbatova A.V., Frolova L.N. Development of treatment and preventive products using microencapsulated biologics. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2013. no. 2 (56), pp. 179-181. (In Russ.).

3 Vasilenko L. I. Creation of functional milk-but-cereal foods, adapt-aligned for various population groups. *Khranenie i pererabotka zerna*. [Storage and processing of grain], 2010, no. 1, pp. 41 – 44. (In Russ.).

4 Avagimyan A. B. Razrabotka tekhnologii i issledovanie kopchenykh syrov s chedderizatsiei i plavlaniem syrnoi massy [Development of technology and research of smoked cheese with cheddaring and the melting of the cheese mass. *Abstr. Cand. tech. sci.*]. Voronezh, 2010. 22 p. (In Russ.).

5 Kolodyaznaya V.S., Bul'kran M.S. Transformation's kinetic reaction of organic acids during the cold storage of Tangor (Ortanique). *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Bulletin of the International Academy of Refrigeration], 2014, no. 4, pp. 22-25. (In Russ.).

6 Verboloz E.I., Antufiev V.T., Kobida E.V. Study to efficiency of preliminary preparing the milk products to conversion. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. [Bulletin of the International Academy of Refrigeration], 2014, no. 3, pp. 69-72. (In Russ.).

Доцент А.А. Громковский, магистрант О.И. Шерстюк
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра информационных технологий
моделирования и управления. тел. (473) 255-25-50
E-mail: itmu@vsuet.ru

Associate professor A.A. Gromkovskii, master student O.I. Sherstyuk
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of information technology
modeling and management. phone (473) 255-25-50
E-mail: itmu@vsuet.ru

Статистический анализ динамики сырьевых показателей сахаропроизводящего комплекса

Statistical analysis of raw sugar material for sugar producer complex

Реферат. В статье исследуются статистические данные по развитию средней массы и средней сахаристости корня сахарной свеклы. Успешное решение задачи прогнозирования этих сырьевых показателей имеет важное значение для решения задач управления сахаропроизводящим комплексом. В работе с помощью расчета автокорреляционной функции показано, что преобладает трендовая компонента развития сырьевых характеристик. Для построения прогноза предлагается использовать модели авторегрессии первого и второго порядка. Показано, что, несмотря на малый объем экспериментальных данных, которые предоставляют сырьевые лаборатории сахаропроизводящих предприятий, применение авторегрессии является оправданным. Предлагаемые модели позволяют корректно осуществить описание динамики изменения сырьевых показателей с течением времени, что подтверждается приведенными расчетными данными. В статье отмечен тот факт, что в случае преобладания трендовой компоненты в динамике развития исследуемых характеристик сахарной свеклы, предложенные модели прогнозирования обеспечивают лучшее качество прогноза. При наличии колебательных участков на кривой, описывающей изменение сырьевых показателей, для более качественного построения прогноза требуется увеличение количества измерений. В статье также приведены результаты применения модели адаптивного прогнозирования Брауна для прогнозирования сырьевых показателей сахарной свеклы. Проведенный статистический анализ позволил сделать выводы о достаточном уровне качества описания изменения сырьевых показателей для построения прогноза их развития. Были определены оптимальные коэффициенты дисконтирования данных, которые определяются видом кривой роста сахаристости и массы свекловичного корня в процессе созревания. Сформулированы выводы о зависимости качества прогноза от этих коэффициентов, которые определяет эксперт-прогнозист. В статье приведены расчетные выражения, полученные на основе экспериментальных данных, позволяющие определять изменение сырьевых показателей сахарной свеклы в процессе созревания.

Summary. In the article examines the statistical data on the development of average weight and average sugar content of sugar beet roots. The successful solution of the problem of forecasting these raw indices is essential for solving problems of sugar producing complex control. In the paper by calculating the autocorrelation function demonstrated that the predominant trend component of the growth raw characteristics. For construct the prediction model is proposed to use an autoregressive first and second order. It is shown that despite the small amount of experimental data, which provide raw sugar producing enterprises laboratory, using autoregression is justified. The proposed model allows correctly out properly the dynamics of changes raw indexes in the time, which confirms the estimates. In the article highlighted the fact that in the case the predominance trend components in the dynamics of the studied characteristics of sugar beet proposed prediction models provide the better quality of the forecast. In the presence the oscillations portions of the curve describing the change raw performance, for better construction of the forecast required increase number of measurements data. In the article also presents the results of the use adaptive prediction Brown's model for predicting sugar beet raw performance. The statistical analysis allowed conclusions about the level of quality sufficient to describe changes raw indices for the forecast development. The optimal discount rates data are identified that determined by the form of the curve of growth sugar content of the beet root and mass in the process of maturation. Formulated conclusions of the quality of the forecast, depending on these factors that determines the expert forecaster. In the article shows the calculated expression, derived from experimental data that allow calculate changes of the raw material feature of sugar beet in the process of maturation.

Ключевые слова: производство сахара, сырьевые показатели, моделирование, прогнозирование, авторегрессия, адаптивное прогнозирование, модель Брауна

Keywords: sugar production, raw materials indices, modeling, forecasting, autoregression, adaptive prediction, Brown's model

Прогнозирование основных показателей роста сахарной свеклы является важной задачей для осуществления эффективного управления сахаропроизводящим комплексом. Решение данной задачи позволяет предсказать не только количественные характеристики сырья, но и рационально выбрать время начала сезона производства по переработке сахарной свеклы. С учетом климатических условий России правильный

выбор времени начала сезона производства является одним из важных факторов в получении максимального количества сахара [1]-[3].

Необходимо отслеживать динамику изменения двух основных показателей сахарной свеклы – средней массы свекловичного корня $m_{\text{кпр}}$ и среднюю сахаристость корня $s_{\text{кпр}}$, и уметь прогнозировать их развитие с течением времени.

© Громковский А.А., Шерстюк О.И., 2015

При построении прогнозных моделей необходимо учитывать следующие особенности:

1. В ходе созревания свеклы измерение сырьевых показателей производится сырьевой лабораторией один раз в декаду.

2. При построении прогнозной модели нельзя явным образом учесть все причины, влияющие на развитие сырьевых показателей.

С учетом данных особенностей наиболее оправданным будет применение статистических методов анализа временных рядов, единственным объясняющим параметром которых будет время.

Предлагается рассмотреть использование авторегрессионных и адаптивных методов прогнозирования временных рядов сырьевых показателей.

Модели прогнозирования массы и сахаристости свекловичного корня строились на реальных данных зоны свеклосеяния сахаропроизводящего комплекса Воронежской области для сезонов 2013 и 2014 годов. Рассматриваемый временной ряд значений сырьевых показателей содержал 6 значений (рисунки 1, 2).

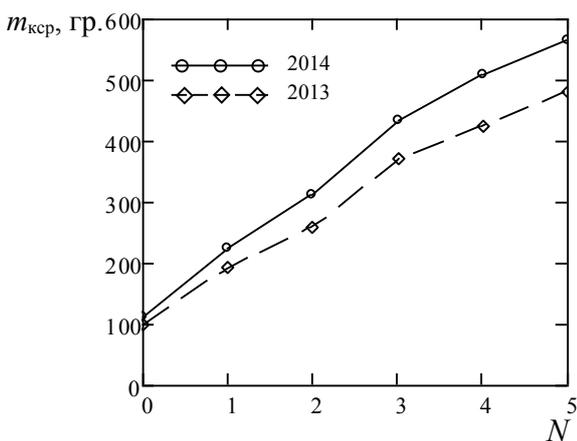


Рисунок 1. Временной ряд средней массы свекловичного корня

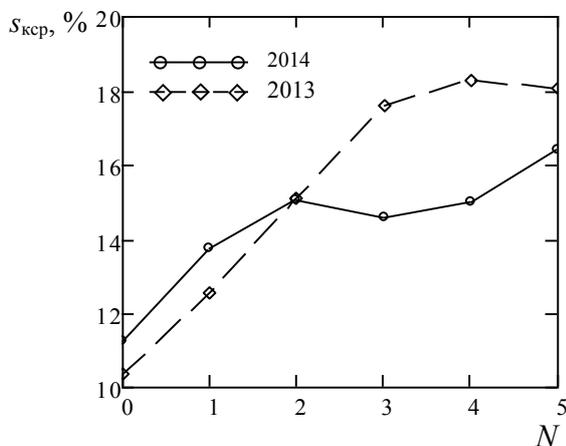


Рисунок 2. Временной ряд средней сахаристости свекловичного корня

Для построения модели авторегрессии была получена автокорреляционная функция временного ряда массы корня и сахаристости (рисунки 3, 4).

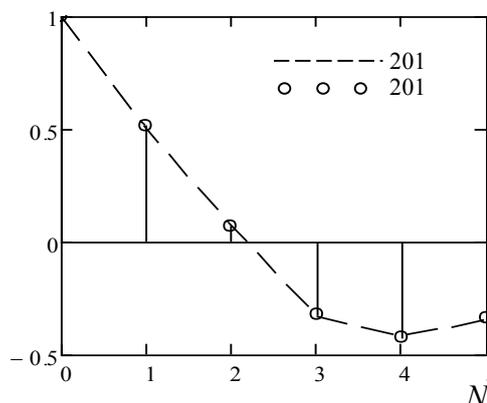


Рисунок 3. Автокорреляционные функции, соответствующие кривым роста 2013 и 2014 годов

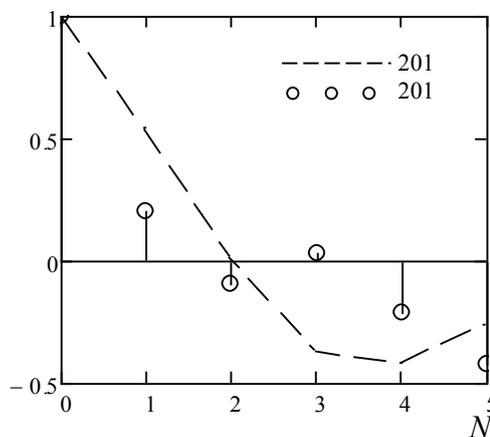


Рисунок 4. Автокорреляционные функции, соответствующие кривым роста 2013 и 2014 годов

Как видно из рисунка 1, поведение кривой роста сырьевых показателей определяется трендовой компонентой. Это также подтверждается графиком автокорреляционной функции, из которого видно, что наибольшим оказался коэффициент автокорреляции первого порядка.

Для прогнозирования сырьевых показателей были построены модели авторегрессии первого и второго порядка:

$$\hat{m}_{ксп}(t) = \beta_{0к} + \beta_{1к}m_{ксп}(t-1); \quad (1)$$

$$\hat{m}_{ксп}(t) = \beta_{0к} + \beta_{1к}m_{ксп}(t-1) + \beta_{2к}m_{ксп}(t-2); \quad (2)$$

$$\hat{s}_{ксп}(t) = \beta_{0с} + \beta_{1с}s_{ксп}(t-1); \quad (3)$$

$$\hat{s}_{ксп}(t) = \beta_{0с} + \beta_{1с}s_{ксп}(t-1) + \beta_{2с}s_{ксп}(t-2) \quad (4)$$

где: $\hat{m}_{ксп}(t), \hat{s}_{ксп}(t)$ – прогнозируемые значения показателей массы свекловичного корня и сахаристости для временного значения ряда t ;

$\beta_{нк}$, $\beta_{нс}$ – коэффициенты авторегрессии для временных рядов массы свекловичного корня и сахаристости соответственно.

Определение коэффициентов моделей авторегрессии β производилось с помощью метода наименьших квадратов [4]:

$$\beta = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (5)$$

где X – матрица определяющих значений, Y – вектор зависимых значений. Расчёты производились с помощью математического пакета MathCAD. Результаты аппроксимации сырьевых показателей по моделям авторегрессии первого и второго порядка приведены на рисунках 5 и 6. Ниже приведены выражения с численными значениями коэффициентов, по которым производились расчеты для сезона 2013 года.

$$\hat{m}_{ксп(t)} = 130,782 + 0,874m_{ксп(t-1)}; \quad (6)$$

$$\hat{m}_{ксп(t)} = 185,298 + 0,454m_{ксп(t-1)} + 0,375m_{ксп(t-2)}; \quad (7)$$

$$\hat{s}_{ксп(t)} = 8,989 + 0,429s_{ксп(t-1)}; \quad (8)$$

$$\hat{s}_{ксп(t)} = 12,844 + 0,065s_{ксп(t-1)} + 0,108s_{ксп(t-2)}; \quad (9)$$

Далее, записаны такие же выражения для сезона 2014 года.

$$\hat{m}_{ксп(t)} = 107,748 + 0,885m_{ксп(t-1)}; \quad (10)$$

$$\hat{m}_{ксп(t)} = 168,002 + 0,278m_{ксп(t-1)} + 0,561m_{ксп(t-2)}; \quad (11)$$

$$\hat{s}_{ксп(t)} = 5,945 + 0,702s_{ксп(t-1)}; \quad (12)$$

$$\hat{s}_{ксп(t)} = 6,469 + 1,159s_{ксп(t-1)} - 0,548s_{ксп(t-2)}. \quad (13)$$

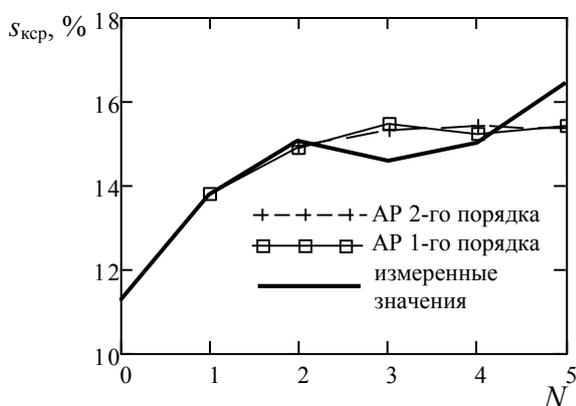


Рисунок 5. Авторегрессия 1 и 2 порядка для сахаристости. Сезон 2013 года

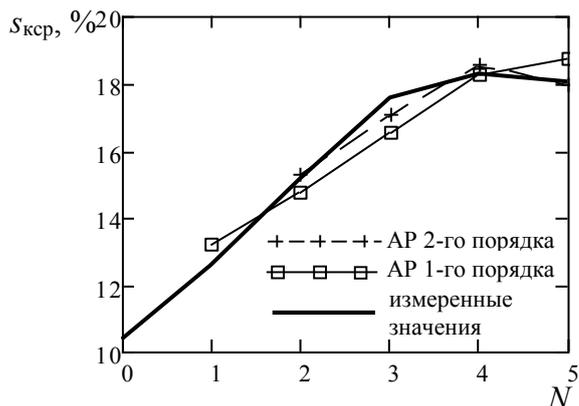


Рисунок 6. Авторегрессия 1 и 2 порядка для сахаристости. Сезон 2014 года

Авторегрессионная модель достаточно хорошо аппроксимирует кривую роста, вместе с тем существуют особенности по ее использованию в качестве прогнозной. Эти особенности проявляются в тех случаях, когда кривая роста претерпевает колебательные изменения, так, как это показано на рисунке 5. Недостаточность объема исходных данных не позволяет кривой на графике принять необходимый наклон, соответствующий истинной скорости изменения сырьевого показателя. С другой стороны, на рисунке 6 хорошо видно, что авторегрессия первого и второго порядка адекватно описывает изменение показателей. Точность прогноза будет определяться объемом измеренных данных.

С учетом более стабильного развития массы свекловичного корня, авторегрессионная модель хорошо справляется с описанием поведения этой сырьевой характеристики (рисунки 7, 8). На графиках отображен прогноз на три точки вперед, рассчитанный с помощью авторегрессии первого и второго порядка.

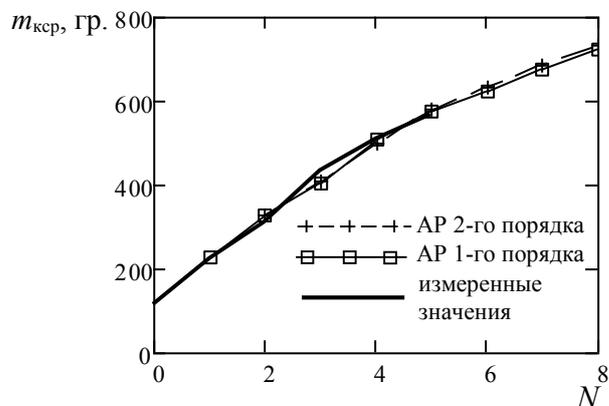


Рисунок 7. Прогноз с помощью модели авторегрессии 1 и 2 порядка массы свекловичного корня. Сезон 2013 года

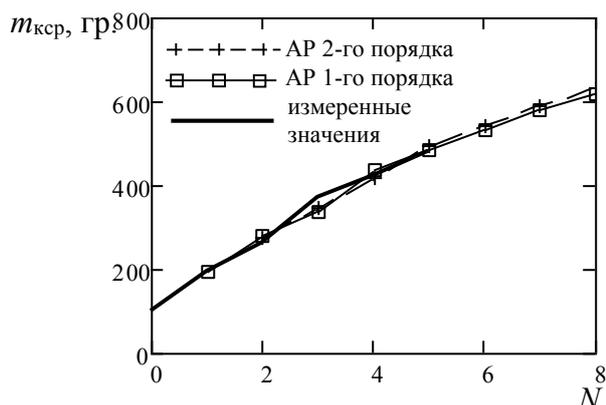


Рисунок 8. Прогноз с помощью модели авторегрессии 1 и 2 порядка массы свекловичного корня. Сезон 2014 года

Было рассмотрено построение прогноза сырьевых показателей на основе линейной модели Брауна. Эта модель относится к адаптивным моделям на основе метода скользящего среднего [5].

Суть линейного метода Брауна заключается в том, что первоначально выполняется оценка коэффициентов модели по N первым измеренным значениям, а затем, производится предсказание с учетом коэффициента γ , который определяет степень доверия к новым или предшествующим значениям. Далее происходит адаптация (поправка) коэффициентов модели с учетом разницы предсказанного и реального значения наблюдаемой величины по формулам [5]:

$$a_{0(t)} = a_{0(t-1)} + a_{1(t-1)} + (1 - \gamma^2)e_{(t)}, \quad (14)$$

$$a_{1(t)} = a_{1(t-1)} + (1 - \gamma^2)e_{(t)}, \quad (15)$$

где a_0, a_1 – коэффициенты линейной модели предсказания $y = a_0 + a_1t, t = 1, 2, \dots$; e – ошибка прогноза; γ – коэффициент дисконтирования данных, который определяется экспертом по серии расчетов.

Результаты расчетов по модели Брауна приведены на рисунках 9 и 10. На рисунке 9 показано сравнение прогнозных значений, выполненных для интервала адаптации длиной в три временных значения и коэффициенте дисконтирования $\gamma = 0,7$. Такая величина коэффициента свидетельствует о тесной взаимосвязи смежных измеренных значений массы свекловичного корня.

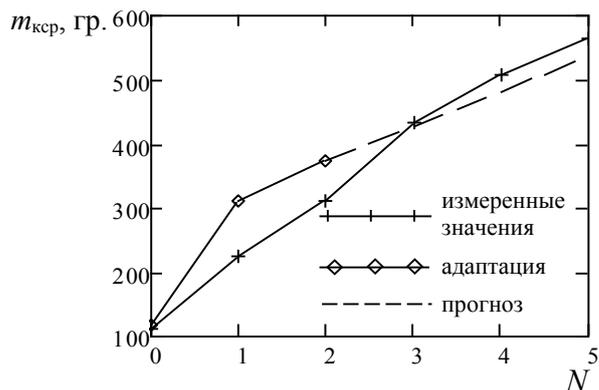


Рисунок 9. Прогноз массы свекловичного корня с помощью адаптивной модели. Сезон 2013 года

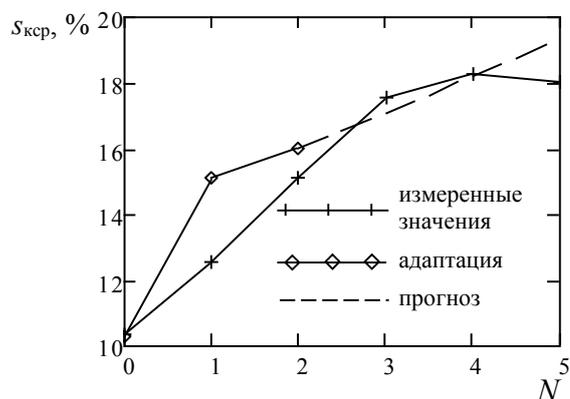


Рисунок 10. Прогноз сахаристости свекловичного корня с помощью адаптивной модели. Сезон 2014 года

На рисунке 10 показаны результаты прогнозирования сахаристости, для значений в сезоне 2014 года. Коэффициент $\gamma = 0,7$ также является пригодным для построения прогноза, как и для случая 2013 года.

Для построения прогноза сахаристости в 2013 году, коэффициент γ был определен равным 0,3, это легко объясняется поведением кривой роста (см. рисунок 2), где видно, что для правильного определения скорости увеличения сахаристости необходимо опираться на более ранние показатели.

Полученные результаты построения прогнозных моделей сырьевых показателей свидетельствуют о возможности их практического использования. Полученный результат во многом определяется навыками эксперта-прогнозиста, который должен правильно выбрать прогнозный метод, и с учетом этого определить параметры модели прогнозирования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Сапронов А.Р., Сапронова Л.А., Ермолаев С.В. Технология сахара: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 260203 "Технология сахаристых продуктов" направления подгот. дипломир. специалиста 260200 "Пр-во продуктов питания из растит. сырья". СПб.: Профессия, 2013. 294 с.

2 Иванов П.В., Ткаченко И.В. Экономико-математическое моделирование в АПК: учеб. пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2013. 254 с.

3 Матвеев М.Г., Портнов М.М., Губенко А.Ф., Громковский А.А. Математическая модель роста сахарной свеклы // Вестн. Российской академии сельскохозяйственных наук. 1997. № 2. С. 23-25.

4 Ивановский Р. И. Теория вероятностей и математическая статистика. Основы, прикладные аспекты с примерами и задачами в среде Mathcad: учебное пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 528 с.

5 Орлова И. В., Половников В. А. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: учебное пособие. М.: Вузовский учебник, 2007. 365 с.

REFERENCES

1 Sapronov A.R., Sapronova A.L., Ermolaev S.V. Tekhnologia sakhara [Sugar technology]. Saint Petersburg, Professia, 2013. 294 p. (In Russ.).

2 Ivanov P.V., Tkachenko I.V. Ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie v APK [Economic-mathematics simulating in agroindustry]. Rostov-on-Don, Feniks, 2013. 254 p. (In Russ.).

3 Matveev M. G. Mathematical model of sugarbeet growth. *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skohoziastvennikh nauk*. [Bulletin of Russian academy agricultural sciences], 1997, no. 2, pp. 23-25. (In Russ.)

4 Ivanovskii R. I. Teoriia veroiatnostei i matematicheskaia statistika. Osnovy, prikladnye aspekty s primerami i zadachami v srede Mathcad [Probability theory and mathematical statistics. Foundations, applied aspects with examples and tasks in Mathcad environment]. Saint Petersburg, BHV-Peterburg, 2008. 528 p. (In Russ.).

5 Orlova I. V. Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli: komp'yuternoe modelirovanie [Economical mathematics methods and models: computers simulating]. Moscow, Vuzovskii ucheb-
nik, 2007. 356 p. (In Russ.).

УДК: 663.81:579.6.15(045)

Профессор Е.В. Алексеенко, аспирант Е.А. Быстрова
(Моск. гос. ун-т. пищевых производств) тел. +79260119847
E-mail: tioxod@list.ru

Professor E.V. Alekseenko, graduate E. A. Bystrova
(Moscow state university of food production) phone +79260119847
E-mail: tioxod@list.ru

Мониторинг эффективности применения ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока

Monitoring of efficiency of application of fermental preparations for processing of berries of cowberry when receiving juice

Реферат. В статье представлены результаты исследований по применению ферментных препаратов пектолитического и глюканолитического действия для предобработки ягод брусники при получении сока. Показано, что применение ферментных препаратов способствует увеличению выхода сока. Наилучшие результаты получены с применением пектолитических ферментных препаратов. Установлено, что большего эффекта можно достичь на основе использования ферментных препаратов различной субстратной специфичности в составе композиций. Повышение выхода сока из растительной ткани тесно связано с интенсификацией таких процессов как гидролиз целлюлозы и гемицеллюлозы. Являясь компонентами растительных клеточных стенок, эти полисахариды придают им прочность и обуславливают жесткость структуры. Поэтому применение ферментов, расщепляющих целлюлозу и гемицеллюлозу, неизбежно вызовет их деструкцию, приведет к необратимым нарушениям целостности клеточной стенки, ее дестабилизации и, как следствие, увеличению выхода сока. Кроме того, гидролиз нейтральных полисахаридов сопровождается высвобождением связанных с ними органических кислот, фенольных веществ. При разрушении клеточных стенок выделяется также большое количество растительных пигментов, что особенно важно при изготовлении ягодных соков.

Summary: The investigation results of the application of pectinase and glucanase enzyme preparations for the red whortleberry raw material pretreatment during the juice production stage have been represented in this article. It has been shown that the application of enzyme preparations promotes the increasing of the juice output. The best results were obtained with the using of pectinase enzyme preparations. It has been experimentally verified that a larger effect can be achieved through the using of enzyme preparations with different substrate specificity in compositions. Increase of an output of juice from vegetable fabric is tightly connected to intensification of such processes as hydrolysis of cellulose and a hemicellulose. Being components of vegetable cellular walls, these polysaccharides give them durability and cause rigidness of structure. Therefore use of the enzymes splitting cellulose and a hemicellulose will inevitably cause their destruction, will lead to irreversible violations of integrity of a cellular wall, its destabilization and, as a result, increase in an output of juice. Besides, hydrolysis of neutral polysaccharides is followed by release of the related organic acids, phenolic substances. When corrupting cellular walls also large number of vegetable colorants that is especially important in case of manufacture of berry juice is selected.

Ключевые слова: ягоды брусники, ферментные препараты, мультэнзимная композиция, предварительная обработка, выход сока

Key words: red whortleberry raw material, enzyme preparations, multy-enzyme composition, pretreatment, juice output.

Одним из приоритетных направлений развития аграрной науки является разработка инновационных технологий переработки плодово-ягодного сырья на основе создания и применения высокоэффективных биотехнологических методов обработки сырья, интенсифицирующих производственные процессы, снижающих энергоемкость и обеспечивающих высокое качество пищевой продукции. В этом контексте успешно развивающееся направление - применение ферментных препаратов для обработки плодов и

ягод при получении сока [1-6]. В настоящее время ферментные препараты используются для обработки плодовой и ягодной мезги с целью ускорения процесса отделения сока, увеличения его выхода и особенно выхода более высококачественных «самотечных» фракций, ускорения процесса осветления сока, повышение гомогенности соков с мякотью, предотвращения окислительных процессов и развития аэробных микроорганизмов в соках и др. [3].

© Алексеенко Е.В., Быстрова Е.А., 2015

Основным препятствием к выделению сока из плодов и ягод является высокое содержание пектинов, обладающих способностью образовывать коллоидные растворы, что затрудняет или вообще делает невозможным прохождение сока по сети капилляров внутри мезги [3, 7]. Поэтому важным технологическим средством повышения выхода сока является целенаправленное применение пектолитических ферментных препаратов, под действием которых ягодная и плодовая ткань размягчаются, клеточная проницаемость возрастает, выход сока увеличивается, а его вязкость снижается [3, 7].

Разнообразие плодово-ягодного сырья, вовлекаемого в сферу промышленной переработки, отличающегося химическим составом и особенностями строения растительной ткани, требует более полного изучения и дифференцированного подхода к выбору ферментных препаратов для обработки сырья при получении сока.

Поэтому целью настоящих исследований явилось проведение мониторинга эффективности применения ферментных препаратов различной субстратной специфичности для обработки ягод брусники при получении сока.

С учетом данных химического состава ягод брусники (урожая 2012-2013 гг.) для исследований были выбраны ферментные препараты пектолитического и глюканолитического действия отечественного и зарубежного производства: Рапидаза CR (производитель- DSM-Food-Specialties, Франция), Pectinex XXL, Pectinex Yieldmash Extra (производитель- Novozymes, Дания), Целлолюкс-А (производитель- «Сиббиофарм», Россия), Целловиридин Г20Х (производитель- АО «Биовет», Болгария), Брюзайм ВGX (производитель- Polfa Tarchomin Pharmaceutical Works S.A., Польша), Laminex Max Flow 4G, Laminex ВG2 (производитель- Danisco, Дания).

Для создания эффективной технологии переработки ягод при получении сока требуется знание специфики сырья (его химического состава) и действия ферментов, как инструмента в достижении поставленных целей. И, действительно, дозы ферментных препаратов, вносимых в обрабатываемую мезгу, зависят от вида сырья, комплекса и активности ферментов, представленных в ферментных препаратах, а эффективность их применения обуславливается целым рядом факторов, в том числе, предварительной обработкой сырья, температурой, рН, длительностью обработки.

В связи с этим были проведены исследования по изучению свойств ферментных препаратов, определены основные и сопутствующие активности, оптимальные условия

действия, а также дана оценка эффективности их применения для обработки ягод брусники при получении сока.

Результаты проведенных исследований по характеристике ферментных препаратов показывают, что пектолитические ферментные препараты Рапидаза CR (штамм продуцент- *Aspergillus niger*), Pectinex XXL, Pectinex Yieldmash Extra содержат полноценный набор ферментов пектолитического комплекса, обеспечивающих мацерацию растительной ткани за счет последовательно-параллельного действия всех составляющих комплекса, а некоторые из них (Рапидаза CR) – ряд полезных побочных активностей, в том числе, гемицеллюлолитических, благодаря чему следует ожидать более глубоких изменений в полисахаридном комплексе ягод, усиления процесса мацерации растительной ткани и повышения ее экстрактивной способности.

В ферментных препаратах глюканолитического действия Целлолюкс-А, Целловиридин Г20Х (штамм продуцент - *Trichoderma viride*), Брюзайм ВGX (штамм продуцент- *Trichoderma longibrachiatum*), Laminex Max Flow 4G, Laminex ВG2 (штамм продуцент - *Trichoderma reesei*) представлены ферменты, способные расщеплять и целлюлозу и гемицеллюлозу, что дает очевидные преимущества в конверсии природного сырья, так как расщепление целлюлозы в плодово-ягодном сырье сопряжена с деструкцией гемицеллюлозы. Исследуемые препараты характеризуются наличием в их составе активных компонентов целлюлолитической системы (комплекса эндо- и экзоферментов) и содержат представительный набор гемицеллюлаз, в том числе, активную ксиланазу и β-глюканазу.

Таким образом, выбранные ферментные препараты обладают полноценным набором основных ферментных систем, способных гидролизовать пектиновые вещества, нативную и регенерированную целлюлозу и гемицеллюлозу. Полученные данные позволяют сделать благоприятный прогноз на эффективное применение выбранных ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока.

Одной из наиболее часто применяемых операций, предшествующих стадии отделения сока, является механическое измельчение (дробление), которое зачастую сопровождается термообработкой [8], что и было использовано в работе.

Для проведения гидролиза ягоды измельчали, в полученную мезгу вносили ферментные препараты в различной концентрации и вели гидролиз в оптимальных для действия фермента условиях (45°C) в течение 3-х часов.

Диапазон концентраций ферментных препаратов выбирали, основываясь на литературных данных по применению ферментных препаратов для обработки плодово-ягодного сырья [1, 2, 3, 7], которые составили 0,01–0,04 % к массе перерабатываемого сырья. Через определенные промежутки времени ферментный препарат инактивировали нагреванием и прессованием отжимали сок. Об эффективности применения ферментного препарата судили по выходу сока. Контролем являлся сок, полученный из мезги ягод в тех же условиях, но без добавления фермента.

Как свидетельствуют полученные результаты, применение выбранных ферментных препаратов для обработки ягод брусники при получении сока способствуют увеличению его выхода. Наилучшие результаты получены с применением пектолитических ферментных препаратов (рисунки 1-3). Причем наиболее заметные изменения происходят в течение первого часа обработки.

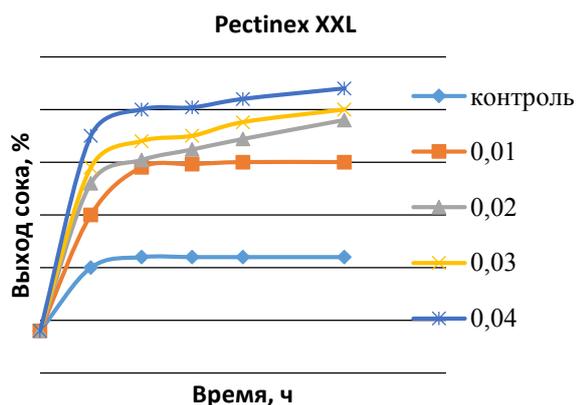


Рисунок 1. Динамика выхода сока из ягод брусники под действием ферментного препарата Pectinex XXL при различных концентрациях 0,01 % - 0,04 % к массе мезги ягод

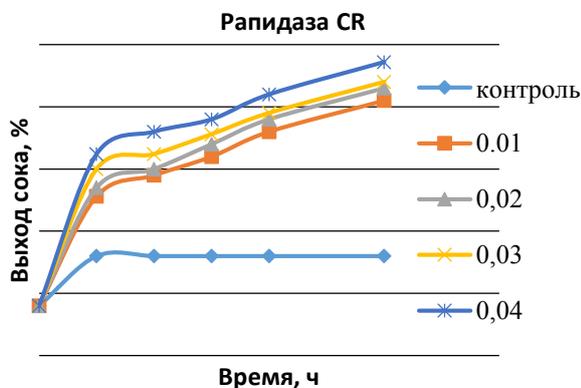


Рисунок 2. Динамика выхода сока из ягод брусники под действием ферментного препарата Рапидаз CR при различных концентрациях 0,01 % - 0,04 % к массе

На основании анализа полученных результатов могут быть рекомендованы дозировки ферментных препаратов пектолитического действия Рапидаз CR, Pectinex XXL, Pectinex Yieldmash Extra для обработки ягод брусники при получении сока -0,01- 0,02% к массе мезги ягод, применение которых через 1-1,5 часа гидролиза приводит к увеличению выхода сока на 12-18% по сравнению с контролем (рисунки 1-3). Дальнейшее увеличение концентрации ферментных препаратов и времени ферментативного воздействия нецелесообразно, поскольку выход сока меняется незначительно.

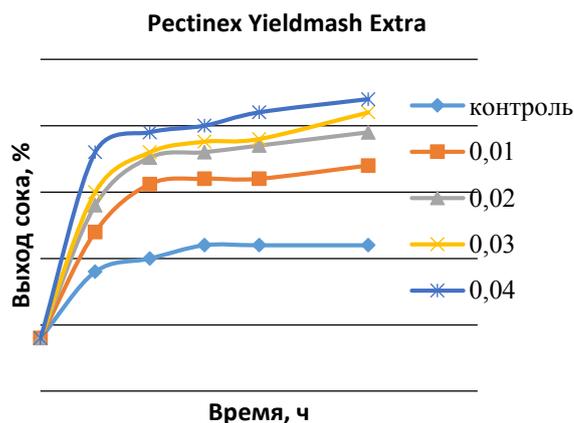


Рисунок 3. Динамика выхода сока из ягод брусники под действием ферментного препарата Pectinex Yieldmash Extra при различных концентрациях 0,01 % - 0,04 % к массе мезги ягод

В меньшей степени выражен эффект от применения целлюлолитических ферментных препаратов. Наилучшие результаты среди них показали Брюзайм ВGX и Laminex BG 2: применение их в дозировке 0,01- 0,02% к массе мезги ягод и продолжительности обработки 1-1,5 часа способствует увеличению выхода сока на 7-10 % по сравнению с контролем (рисунки 4, 5).

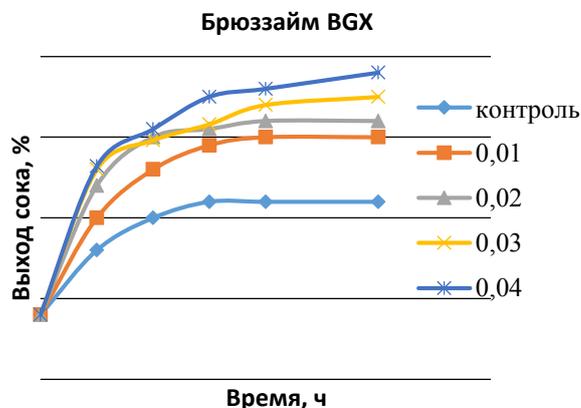


Рисунок 4. Динамика выхода сока из ягод брусники под действием ферментного препарата Брюзайм ВGX при различных концентрациях 0,01 % - 0,04 % к массе мезги ягод

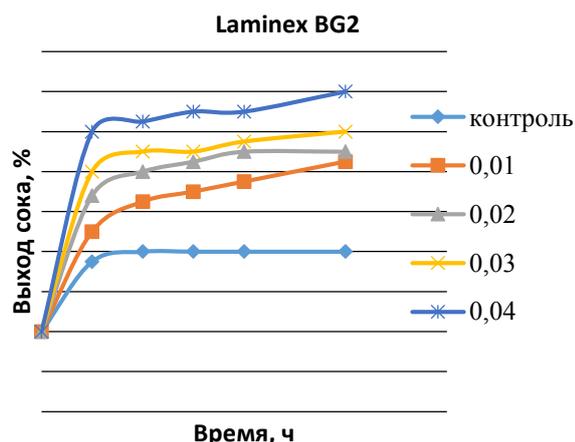


Рисунок 5. Динамика выхода сока из ягод брусники под действием ферментного препарата Laminex BG2 при различных концентрациях 0,01 % - 0,04 % к массе мезги ягод

Для более полной и глубокой конверсии природного сырья рационально комплексно воздействовать на структурные биополимеры. И с этой точки зрения целесообразным представляется создание композиции на основе ферментных препаратов пектолитического и глюканолитического действия. Моделирование и применение подобных композиций позволяет говорить о возможности комплексного воздействия на компоненты сырья; при этом мацерирующее действие пектолитических ферментов будет сочетаться с действием целлюлаз и гемицеллюлаз.

С учетом полученных результатов смоделированы мультэнзимные композиции (МЭК) различного состава на основе исследуемых ферментных препаратов. При формировании МЭК дозировку ферментных препаратов уменьшали в

2 раза по сравнению с той, которая была рекомендована по применению каждого препарата в отдельности. Установлено, что применение ферментных препаратов различной субстратной специфичности в составе композиций даже при уменьшенной вдвое дозировке позволяет достичь эффекта большего, чем при раздельном их применении, что объясняется синергетическим эффектом в действии пектолитических и целлюлолитических ферментов, который проявляется во взаимном усилении их действия, увеличении скорости гидролитического расщепления растительных полисахаридов, выражающийся в увеличении выхода продукта.

Наилучшие результаты получены с применением композиций: Рапидаза CR - Laminex BG 2 (МЭК-1) и Рестинех XXL - Брюззайм BGX (МЭК-2). Установлено, что проведение предварительной обработки ягод брусники МЭК-1 и МЭК-2 в течение 1,5 часов способствует увеличению выхода сока соответственно на 26 % и 20 %.

Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что применение ферментных препаратов как индивидуально, так и в составе МЭК для предобработки ягод брусники при получении сока способствует увеличению его выхода. По всей видимости, практические рекомендации по применению ферментных препаратов могут быть даны на основе всестороннего изучения биохимического состава брусничного сока, полученного с применением предварительной ферментативной обработки ягод, что и определяет спектр дальнейших исследований в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1 Киселева Л.В., Ломачинский В.А., Сеницына О.А., Сеницын А.П. Биокатализаторы в технологии соков с мякотью и пюре // Пиво и напитки. 2009. №2. С. 30–32.

2 Кардовский А.А., Кожухова А.В., Коваленко А.В., Солод Л.Ю. Получение свекольного сока с использованием ферментных препаратов // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. № 6. С. 99-100.

3 Иванова Л.А., Войно Л.И., Иванова И.С.; под ред. И.М. Грачевой. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья. М.: КолосС, 2008. 472 с.

4 Матвеева И.В., Мартынов В.Ю. Ферментные препараты: безопасность, инновационные применения, защита окружающей среды // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. 2010. № 2. С. 24–28.

5 Алексеенко Е.В. Биокаталитические методы обработки плодово-ягодного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2008. № 5. С. 62-65.

6 Алексеенко Е.В., Дикарева Ю.М., Остащенко Н.В., Траубенберг С.Е. Применение ферментных препаратов для переработки плодов облепихи // Известия вузов. Пищевая технология. 2011. № 2-3. С. 48-52.

7 Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов. М.: «ДеЛи Принт», 2002. 336 с.

8 Шобингер У. Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии. Пер. с нем. под общим науч. ред. А.Ю. Колеснова, Н.Ф. Берестеня и А.В. Орещенко. СПб: Профессия, 2004. 640 с.

REFERENCES

1 Kiseleva L.V., Lomachinskii V.A., Sinitsyna O.A., Sinitsyn A.P. Biocatalysis technology juice with pulp and puree. *Pivo i napitki*. [Beer and beverages], 2009, no. 2, pp. 30-32. (In Russ.).

2 Kardovsky A.A. Kozhukhova A.V., Kovalenko A.V., Solod L. Yu. Obtaining beet juice using enzyme preparations. *Izvestiya vuzov*. [Proceedings of the universities. Food technology], 2006, no. 6, pp. 99-100. (In Russ.).

3 Ivanova L.A., Voino L.I., Ivanova I.S., Gracheva I.M. *Pishchevaya biotekhnologiya* [Food and bio-technology. Bk. 2. Processing of vegetable raw materials]. Moscow, Koloss, 2008. 472 p. (In Russ.).

4 Matveeva I.V., Martynov V. Yu. Fir-element preparations: safety, innovative applications, protection of the environment. *Pishchevye ingredient*.

[Food Ingredients. Raw materials and additives], 2010, no. 2, pp 24-28. (In Russ.).

5 Alekseenko E.V. Biocatalytic methods of processing fruit raw material. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*. [Storage and processing of agricultural raw materials], 2008, no. 5, pp. 62-65. (In Russ.).

6 Alekseenko E.V., Dikareva Yu.M., Ostashenkova N.V., Traubenberg S.E. Application-of enzyme preparations for the processing of sea buckthorn. *Izvestiya vuzov*. [Proceedings of the universities. Food technology], 2011, no. 2-3, pp. 48-52. (In Russ.).

7 Kislukhina O.V. *Fermenty v proizvodstve pishchi i kormov* [The enzymes in the production of food and feedstuffs]. Moscow, DeLee Print, 2002. 336 p. (In Russ.).

8 Shobinger U., *Fruit and vegetable juice. Scientific bases and technologies*. SPb; Professiya, 2004.

УДК 664.1.05

Профессор Н.Г. Кульнева, доцент Ю.И. Последова,
доцент А.А. Ефремов, магистр Ю.С. Куценко
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии бродильных и сахарных производств. тел. 8(473)255-37-32
E-mail: ngkulneva@yandex.ru

Professor N.G. Kul'neva, associate professor Yu.I. Posledova,
associate professor A.A. Efremov, Yu.S. Kutsenko
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of fermentation and sugar industries technology. phone 8(473)255-37-32
E-mail: ngkulneva@yandex.ru

Использование целлюлозы для очистки концентрированных сахарных растворов

Use cellulose for cleaning concentrated sugar solutions

Реферат. Получение высококачественных полупродуктов в варочно-кристаллизационном отделении является актуальной проблемой свеклосахарного производства. Управляя процессом кристаллизации, необходимо поддерживать постоянные технологические показатели исходных продуктов для уваривания утфелей. В процессе уваривания утфеля II и III кристаллизации может происходить нарастание цветности, отражающееся на качестве желтых сахаров. При производстве белого сахара клеровку желтых сахаров дополнительно не очищают, что снижает качество готовой продукции. Адсорбирующие средства, полученные из отходов производства на основе органических ресурсов, имеют множество преимуществ: экономичны, экологичны при утилизации, безопасны в использовании, надёжны и эффективны в применении. Проведены исследования по применению целлюлозы как адсорбента для очистки концентрированных сахарных растворов, обладающего сродством к красящим веществам и другим примесям. Опыты проводили на полупродуктах Лебедянского сахарного завода. Результаты испытаний показали способность целлюлозы адсорбировать красящие вещества сахарного производства. Для оценки эффекта обесцвечивания в зависимости от массовой доли сухих веществ готовили клеровку жёлтого сахара концентрации 55, 60, 65 % с последующей адсорбционной очисткой целлюлозой. По результатам эксперимента построена изотерма адсорбции красящих веществ. Исследовано влияние концентрации адсорбента и массовой доли сухих веществ клеровки на эффективность обесцвечивания, получены рациональные параметры процесса. Установлено, что эффект обесцвечивания уменьшается с увеличением концентрации клеровки, что обусловлено повышенной вязкостью раствора. Построена номограмма для определения расхода адсорбента в зависимости от концентрации клеровки, которая имеет практическое значение. Проведенные исследования свидетельствуют, что проведение дополнительной адсорбционной очистки клеровки желтых сахаров позволяет снизить цветность растворов, повысить выход и качество готовой продукции.

Summary. Producing high quality intermediate products in the boiling-crystallization station is an actual problem of sugar production. In the production of white sugar brown sugar syrup is not further purified that decreases the quality of the end product. Studies have been conducted using cellulose as an adsorbent for the purification of concentrated sugar solutions, having affinity to dyes and other impurities. Research have been carried out with the intermediate products of the Lebedyan sugar plant. Test results have shown cellulose ability to adsorb the dyes in sugar production. The influence of the adsorbent concentration and the mass fraction of solids in the syrup on the decolorization effect has been studied; rational process parameters have been obtained. It has been found that proceeding an additional adsorption purification of brown sugars syrup allows to reduce the solution color, increase the amount and quality of the end product. Adsorbing means, received from production wastes on the basis of organic resources, have many advantages: economical, environmentally friendly for disposal, safe to use, reliable and efficient in use. Conducted research on using cellulose as adsorbent for treatment of concentrated sugar solutions, having an affinity for colouring matter and other impurities. The experiments were carried out on the intermediates Lebedyanskiy sugar factory. The test results showed the ability of cellulose to adsorb coloring matter of sugar production. To evaluate the effect of bleaching depending on the mass fraction of dry substances prepared yellow juice filtration of sugar concentration of 55, 60, 65 % with subsequent adsorption purification of cellulose. The results of the experiment built adsorption isotherm of dyestuffs. The influence of the concentration of the adsorbent and a mass fraction of solids of juice filtration on the efficiency of decolorization obtained by rational parameters of the process. It is established that the effect of bleaching decreases with increasing concentration of juice filtration due to high viscosity of the solution. Constructed a nomogram for determining the flow rate of the adsorbent depending on the concentration of the production of furniture, which is of practical importance. Studies have shown that the additional adsorption purification of sugar juice filtration yellow reduces color solutions, to improve the yield and quality of finished products.

Ключевые слова: свеклосахарное производство, клеровка, целлюлоза, красящие вещества.

Keywords: beet sugar production, syrup, cellulose, dyes.

Управляя процессом кристаллизации в сахарном производстве, необходимо поддерживать постоянные технологические показатели исходных продуктов для уваривания утфелей. Цветность полупродуктов, поступающих на первую ступень кристаллизации для получения белого сахара, соответствующего ГОСТ 31895-2012, должна быть не более 375-400 ед. ICUMSA. При этом цветность белого сахара категории «Экстра» должна быть не более 45,0 ед. ICUMSA [1]. В процессе уваривания утфелей II и III продуктов может происходить нарастание цветности, отражающееся на качестве желтых сахаров. Для снижения цветности и удаления взвесей их направляют на сульфитацию и фильтрование, но данной обработки недостаточно. Эффективное удаление красящих веществ возможно при использовании дополнительных реагентов [2] или при помощи адсорбционной очистки [3].

Рядом учёных для очистки производственных сахаросодержащих растворов признана высокая эффективность сорбентов на основе целлюлозы [4]. В настоящее время фильтрующие средства на основе органических возобновляемых сырьевых ресурсов (целлюлоза, древесные и растительные волокна) становятся всё более востребованными [5, 6]. Их использование имеет множество преимуществ: экономичность, экологичность при утилизации, безопасность в использовании, надёжность и эффективность в применении.

Для проверки целесообразности дополнительной адсорбционной очистки клеровок желтых сахаров с использованием целлюлозы проведен ряд экспериментов.

Предварительно исследовали клеровку желтого сахара II и III ступени кристаллизации с Лебедянского сахарного завода (таблица 1)

Т а б л и ц а 1
Качественные показатели клеровки желтого сахара II и III кристаллизации

Показатели	Кле- ровка II про- дукта	Кле- ровка III про- дукта
Массовая доля сухих веществ, %	73,3	73,5
Массовая доля сахарозы, %	71,5	70,6
Чистота, %	97,61	96,05
Цветность, ед. опт. пл.	472,5	1021,5
Массовая доля редуцирующих веществ, %	0,046	0,096
Массовая доля солей кальция в пересчете на CaO, %	0,03	0,03

Опыты по адсорбционной очистке клеровок желтого сахара II и III кристаллизации осуществляли при температуре 75 °С в течение 10 мин при периодическом перемешивании. Расход целлюлозы варьировали от 25 до 100 мг на 100 г клеровки. После контакта и фильтрования в обесцвеченных клеровках определяли цветность и рассчитывали эффект обесцвечивания (таблицы 2-3).

Т а б л и ц а 2

Показатели клеровки желтого сахара II после обработки целлюлозой

Показатель	Массовая доля целлюлозы, %			
	0	0,025	0,050	0,100
Цветность, ед. опт. пл.	472,5	462,5	435	459,75
Эффект обесцвечивания, %	-	2,12	7,94	2,70

Т а б л и ц а 3

Качественные показатели клеровки желтого сахара III после обработки целлюлозой

Показатель	Массовая доля целлюлозы, %		
	0	0,025	0,050
Цветность, ед. опт. пл.	1021,5	944,39	935,48
Эффект обесцвечивания, %	-	7,55	8,42

Результаты испытаний показали способность целлюлозы адсорбировать красящие вещества сахарного производства.

Для оценки эффекта обесцвечивания в зависимости от массовой доли сухих веществ готовили клеровки жёлтого сахара концентрацией 55, 60, 65 % с последующей адсорбционной очисткой целлюлозой. По результатам эксперимента построена изотерма адсорбции красящих веществ (рисунок 1).

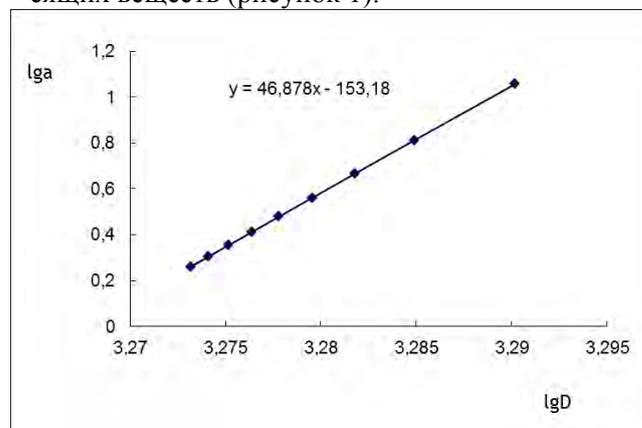


Рисунок 1. Изотерма адсорбции красящих веществ клеровки желтых сахаров

Изотерму Ленгмюра рассчитывали по уравнению:

$$a = KC/(1+lC), \quad (1)$$

где a – удельная адсорбция, рассчитанная на 1 г сорбента; C – равновесная концентрация красящих веществ; K и l – константы.

Определены константы уравнения: $K=0,006532, l=0,3059$

По результатам эксперимента построена номограмма для определения расхода адсорбента в зависимости от концентрации клеровки (рисунок 2).

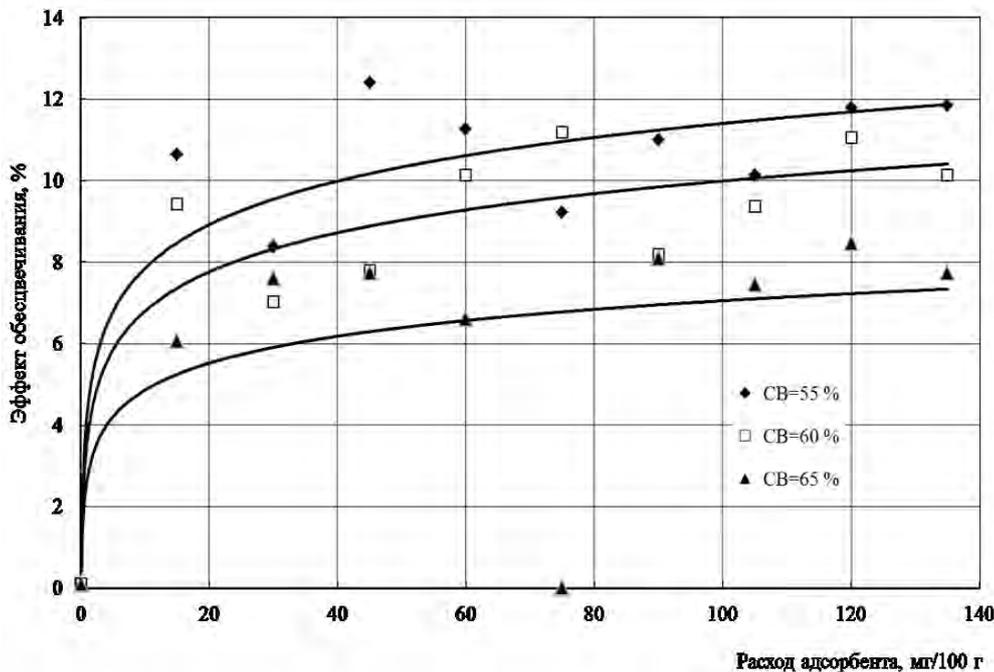


Рисунок 2. Номограмма для определения расхода адсорбента в зависимости от концентрации клеровки

Установлено, что эффект обесцвечивания уменьшается с увеличением концентрации клеровки, что обусловлено повышенной вязкостью раствора. Рациональный расход адсорбента - 0,040-0,065 % к массе клеровки. Увеличение эффекта обесцвечивания при большем расходе адсорбента незначительно и экономически не оправдано.

Таким образом, использование дополнительной адсорбционной очистки клеровки желтых сахаров позволяет снизить цветность на 12 %, увеличить выход готовой продукции на 0,2 % за счет повышения чистоты смеси сиропа с клеровкой на 0,4-0,9 %.

ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ 31895-2012 Сахар белый. Технические условия. Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2014. 17 с.

2 Ефремов А.А., Кульнева Н.Г., Воронина И.С. Использование электрохимической активации для снижения цветности клеровки желтого сахара // Перспективы развития науки и образования: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28 февраля 2015 г.: в 13 частях. Часть 4. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. С. 20 – 21.

3 Олянская С. П., Цырульникова В. В. Дополнительные реагенты для очистки клеровок желтого сахара // Сахар. 2014. № 2. С. 38 – 40.

4 Последова Ю.И., Гафурова Е.О., Сидоренко Ю. И., Решетова Р. С. Переработка тростникового сахара-сырца с использованием целлюлозы // Сахар. 2011. № 1. С. 58 – 62.

5 Штангеев В.О., Молодницкая Е.Н., Клименко Л.С. Очистка густых сахарных полупродуктов сахарного производства // Сахар. 2013. № 11. С. 44 – 49.

6 Лосева В.А., Голова К.В., Черняева Л.А. Сравнительная оценка применения комбинированных сорбентов для очистки диффузионного сока // Актуальная биотехнология. 2012. №2. С. 33 – 34.

REFERENCES

1 GOST 31895-2012 Sakhar belyi. Tekhnicheskie usloviya [White Sugar. The technical conditions]. Moscow, STANDARTIN-FORM, 2014. 17 p. (In Russ.).

2 Efremov A.A., Kul'neva N.G., Voronina I.S. Use of electrochemical activation to reduce the chromaticity of the yellow juice filtration of sugar. Perspektivy razvitiya nauki i obrazovaniya [Prospects of development of science and education: collection of scientific works on materials of the International scientific-practical conference February 28, 2015: in 13 parts. Part 4]. Tambov, OOO "Konsaltingovaya kompaniya Yukom", 2015. pp. 20 – 21. (In Russ.).

3 Olyanskaya S. P., Tsyurul'nikova V.V. Additional chemicals for cleaning solution of brown sugar. *Sakhar*. [Sugar], 2014, no. 2, pp. 38 – 40. (In Russ.).

4 Posledova Yu. I., Gafurova E. O., Cidorenko Yu. I., Reshetova R. S. Refining raw cane sugar using cellulose. *Sakhar*. [Sugar], 2011, no. 1, pp. 58 – 62. (In Russ.).

5 Shtangeev V. O., Molodnitskaya E. N., Klimenko L. S. Cleaning thick sugar intermediates of sugar production. *Sakhar*. [Sugar], 2013, no. 11, pp. 44 – 49. (In Russ.).

6 Loseva V.A., Golova V.K., Chernyaeva L.A. Comparative evaluation of the application of machining centres-aligned sorbents for purification of diffusion juice. *Aktual'naya biotekhnologiya*. [Actual biotechnology], 2012, no. 2, pp. 33 – 34. (In Russ.).

УДК 338.439.053:664.66.022.39

Доцент С.Е. Трунова,
(Воронеж. гос. техн. ун-т) кафедра «Управление персоналом»
преподаватель А.В. Богомолов,
(Воронеж. гос. пром.-гуманит. колледж)
ассистент Е.А. Белимова
(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра УОПиОЭ.
тел. (473) 255-27-10
E-mail: e.a.belimova@gmail.com

Associate professor S.E. Trunova,
(Voronezh state technical university) Department «HR management»
lecturer A.V. Bogomolov,
(Voronezh. state Industrial and Humanitarian College)
assistant E. A. Belimova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of management,
production organization and industrial economy.
phone (473) 255-27-10
Email: e.a.belimova@gmail.com

Управление ресурсным потенциалом предприятия на основе функциональных продуктов

Management of the resource potential of the company based on functional products

Реферат. В статье определены основные социально-экономические проблемы, связанные с дефицитом микронутриентов в питании населения и возможности их решения путем производства продуктов функционального назначения, предложен вариант расширения ассортимента выпускаемой продукции хлебопекарного предприятия, а также оценена его целесообразность. Стремительные темпы развития экономики большинства стран мира привели к негативным социальным последствиям, основным из которых является нарушение структуры питания населения в целом, дефицит в питании витаминов и микроэлементов, нарушение ритма и режима питания, употребление в пищу опасных и вредных продуктов. Выходом из сложившейся ситуации является создание и распространение пищевых продуктов функционального назначения, в том числе и хлебопекарной продукции. Основным недостатком современных технологий переработки сельскохозяйственного сырья является снижение в них комплекса полезных веществ. Резкое снижение содержания пищевых волокон в современном рационе питания человека привело к значительным негативным отклонениям в состоянии здоровья широких слоев населения развитых стран мира. Вследствие недостатка клетчатки, гемицеллюлозы, пектиновых веществ и лигнина в пище у людей развиваются различные заболевания, как рак прямой кишки, ожирение, сахарный диабет, атеросклероз, ухудшается моторная функция кишечника, прогрессирует дисбактериоз, нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы. Перспективные направления развития ассортимента функциональных хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности представлены в данной статье. Внедрение на рынок хлебобулочных изделий с применением взамен муки высших сортов смеси муки пшеничной и муки из цельнозернового зерна пшеницы может принести заметную прибыль. Использование такого сырья дает возможность выпускать конкурентоспособную и экономически выгодную продукцию, расширяя при этом ассортимент функциональных изделий. Результатом развития функционального и специализированного хлебопечения в регионе выступит не только улучшение качества жизни населения, но и увеличение доходов хлебопекарных предприятий, повышение их конкурентоспособности и инновационное развитие.

Summary. The paper identifies the main socio-economic problems associated with the shortage of micronutrients in the diet of the population and possible solutions through production of a functional purpose, offered the option of expanding the product range baking enterprise and also evaluated its feasibility. The rapid pace of development of the economies of most countries in the world have led to negative social consequences, the main of which is a violation of the structure of power in the general population, the lack of nutritional vitamins and minerals, rhythm disturbance and diet, the consumption of hazardous and harmful products. The way out of this situation is the creation and distribution of food functionality, including bakery products. The main drawback of modern technologies for processing of agricultural raw materials is a reduction in their complex nutrients. The sharp decrease in the content of dietary fiber in the modern human diet led to a significant negative deviations in the health of the general population in developed countries. Due to lack of fiber, hemicellulose, pectin and lignin in food people develop various diseases such as colon cancer, obesity, diabetes, atherosclerosis, deteriorates motor function of the intestine, progressing overgrowth, disrupted the activities of the cardiovascular system. Future direction of the range of functional bakery products increased food and biological value are presented in this article. Market launch of bakery products instead of using high-grade flour mixture of wheat flour and flour from whole grain wheat can bring significant profits. The use of such materials makes it possible to produce competitive and cost-effective products, while enhancing the range of functional products. The result of the development of functional and specialized bakery in the region, will act not only to improve the quality of life of the population, but the increase in revenues of the baking enterprises, increasing their competitiveness and innovative development.

Ключевые слова: функциональные продукты, ресурсный потенциал, хлебопекарная промышленность

Keywords: functional products, resource potential, baking industry

Традиционно хлеб в России является основным продуктом питания, потребляемым ежедневно, причем основная его часть используется не как самостоятельный продукт, а как необходимая добавка к любой другой пище. Именно хлеб лежит в основе пирамиды правильного питания.

Хлеб, мука, макаронные и мучные кондитерские изделия, различные крупы, другие продукты переработки зерновых культур являются наиболее распространенными пищевыми продуктами, потребляемыми ежедневно и повсеместно всеми группами детского и взрослого населения России. Хлебопродукты - наиболее дешевые и доступные продукты питания - служат одним из основных источников необходимых организму пищевых веществ: растительных белков, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, пищевых волокон.

Из последних тенденций развития хлебного рынка можно отметить производство обогащенных и лечебно-профилактических продуктов, интерес к которым возрастает с каждым годом при общем снижении потребления хлеба.

В Великобритании, Германии, США и других странах производят здоровые сорта хлебобулочных изделий, в рецептуру которых входят пшеничные, ржаные или овсяные отруби, цельное несмолотое зерно, овсяная и ячменная мука, овощные и фруктовые добавки и другие компоненты. В США за последние годы доля здорового хлеба увеличилась в общем объеме производства с 18 до 34 %, в Великобритании – на 68 %, в Германии – в 2 раза. Новые сорта хлеба, вырабатываемые за рубежом, а также производимые в России диетические хлебобулочные изделия следует отнести к продуктам, предназначенным для функционального питания, так как их потребление позволяет целенаправленно регулировать определенные функции организма (кровяное давление, содержание железа или холестерина в крови, фосфорно-кальциевый обмен). В настоящее время производство продуктов функционального питания - одна из наиболее динамично развивающихся отраслей пищевой индустрии в странах, культивирующих здоровый образ жизни, например в Японии [5].

Хлеб и хлебопродукты являются основными источниками энергии, белка и углеводов в питании населения России, обеспечивающими соответственно 36,6 %, 40 % и 53 % суточного их поступления. По частоте потребления они находятся на первом месте у всех групп населения [4].

Хлебопродукты являются классическим, созданным природой источником витаминов

группы В в питании человека. Содержание витаминов Е и группы В в пшенице, как и в большинстве других зерновых культур, относительно высоко и к тому же хорошо сбалансировано с потребностями в них человека. При этом 100 г зерна покрывают 20-30 % средней суточной потребности человеческого организма в каждом из этих витаминов. Из этой закономерности выпадает рибофлавин, относительное содержание которого в зерне в 3 раза ниже, в связи, с чем 100 г зерна могут покрыть лишь 5 % суточной потребности человека в этом витамине.

Технологическая переработка зерновых культур, в том числе пшеницы и ржи, на муку сопровождается существенными потерями микронутриентов - витаминов и минеральных веществ, удаляемых вместе с оболочкой зерна. Приготовление из муки хлеба, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий вносит дополнительный вклад в потерю этих важных биологически активных веществ. Так, например, содержание витаминов группы В (тиамина, ниацина, витамина В6, фолиевой кислоты) и ряда минеральных веществ (железо, кальций) в процессе приготовления хлеба, начиная от помола зерна и кончая выпечкой, снижается в 2-6 раз.

В зависимости от содержания витаминов в муке изменяется их содержание в хлебе. При этом изделия из муки первого и высшего сортов намного беднее витаминами, чем изделия из муки второго сорта. При потреблении в день 250-300 г хлеба из высокосортной муки суточная потребность в тиамине и витамине Е удовлетворяется на 25-30%, в витамине В6 и ниацине - на 10-20%, в рибофлавине и фолиевой кислоте - на 10-15%). Кроме того, в зерновых продуктах значительная часть ниацина находится в трудноусвояемой форме.

При характеристике минеральной ценности хлеба обращает на себя внимание невысокое содержание в нем кальция при значительном уровне фосфора (таблица 1). Как известно, оптимальным соотношением этих элементов в рационе является отношение 1:1,5, в то же время в хлебе это соотношение сдвинуто в сторону фосфора, содержание которого в этом продукте в 3-5 раз превышает содержание кальция.

Содержание кальция в хлебе вообще очень мало - 20-30 мг в 100 г (рекомендуемая норма потребления кальция 1000 мг в сутки соответствует 3-5 кг хлеба). Магния в хлебобулочных изделиях больше - 40-50 мг, и 300 г хлеба могут вносить в рацион существенные количества этого макроэлемента - 120-150 мг.

Большие потери витаминов и минеральных веществ при помеле муки и выпечке хлеба - не единственная причина снижения роли этого продукта в обеспечении современного человека витаминами группы В и ряда макро- и микроэлементов.

Т а б л и ц а 1

Содержание минеральных веществ в массовых сортах хлебобулочных и макаронных изделий, мг/100 г

Минеральные вещества и витамины	Рекомендуемая норма потребления (РНП), мг/сут	Хлеб ржаной простой формовой	Хлеб столовый подовый	Хлеб пшеничный подовый из муки второго сорта	Батоны нарезные из муки первого сорта	Сдоба выборгская с маком	Макаронные изделия из муки высшего сорта
Натрий	2400	567	391	353	396	275	8
Калий	2000	227	180	208	120	104	154
Кальций	800	21	24	23	22	34	19
Магний	400	57	39	51	25	16,4	37
Фосфор	1200	174	141	131	108	135	87
Железо (м)	10 - 12	3,6	3,37	3,24	1,86	1,51	1,8
Железо (ж)	18 - 20						
Медь	1,5	0,26	0,16	0,3	0,17	0,21	0,7
Цинк	15	1,4	1,17	1,43	0,74	0,57	1,22

Не менее важную роль играют также существенные изменения объемов и ассортимента потребляемых хлебобулочных изделий. Значительные изменения произошли и в структуре ассортимента хлеба, вырабатываемого промышленным способом, в сторону увеличения доли хлебобулочных изделий из муки высших сортов. Так, в последние десятилетия потребление хлеба из ржаной муки и пшеничной муки грубого помола снизилось до 40% от общего объема хлебобулочных изделий при одновременном росте потребления хлебобулочных и сдобных изделий из пшеничной муки высшего сорта. По данным Росстата в 2013 г. из общего объема произведенных промышленным способом хлебобулочных изделий (7144 тыс. тонн) хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего и первого сортов составили 44,9 %, сдобные - 5,1 %, а из ржаной муки и смеси ржаной и пшеничной - 32,7 % [2].

Таким образом, анализ объемов производства и потребления хлеба, изменений структуры ассортимента вырабатываемых изделий, их пищевой ценности свидетельствует

об уменьшении поступления микронутриентов (витаминов и минеральных веществ) с одним из массовых продуктов питания, каковым является хлеб и хлебобулочные изделия, вследствие чего этот продукт утрачивает свою роль основного источника витаминов группы В и ряда минеральных веществ (кальция, железа, йода) в питании населения России.

Все это подчеркивает необходимость направленного регулирования химического состава хлебобулочных изделий с целью получения продукта с более высоким содержанием микронутриентов и с более сбалансированным их соотношением. Целесообразность обогащения хлеба витаминами подчеркивается также тем обстоятельством, что хлеб в России остается продуктом наиболее массового потребления, особенно у недостаточно высоко обеспеченных слоев населения. Практически 75% населения ежедневно потребляют хлебобулочные изделия из пшеничной муки высшего и первого сортов промышленной выпечки. К этому следует еще добавить и домашнюю выпечку различных булочек и пирожков из пшеничной муки высшего сорта. Благодаря этому использование хлебобулочных изделий в качестве носителя, дополнительно обогащенного недостающими микронутриентами, позволит донести их до самых широких групп населения, в том числе - наиболее нуждающихся в улучшении их пищевого статуса и здоровья.

Основным недостатком современных технологий переработки сельскохозяйственного сырья является снижение в них комплекса полезных веществ. В полной мере это касается и злаковых культур. Поэтому в последние годы в хлебопекарной промышленности широко стала применяться методика обогащения этих продуктов витаминами и минералами. В составе витаминно-минеральных премиксов могут быть как растительные компоненты, так и синтезированные витамины и микронутриенты.

Резкое снижение содержания пищевых волокон в современном рационе питания человека привело к значительным негативным отклонениям в состоянии здоровья широких слоев населения развитых стран мира. Вследствие недостатка клетчатки, гемицеллюлозы, пектиновых веществ и лигнина в пище у людей развиваются различные заболевания, как рак прямой кишки, ожирение, сахарный диабет, атеросклероз, ухудшается моторная функция кишечника, прогрессирует дисбактериоз, нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы [2].

Оптимальная суточная норма пищевых волокон для взрослого человека должна быть на уровне 25-30 г. Основными источниками пищевых волокон в пище являются фрукты, овощи, семена масличных культур, кукурузные, рисовые, пшеничные, соевые отруби. В условиях нашей страны большая часть пищевых волокон поступает в организм человека с зернопродуктами. Именно в хлебе, хлебобулочных изделиях (особенно из муки грубого помола) содержится повышенное количество основных физиологически активных компонентов - целлюлозы, лигнина и геммицеллюз. Однако при современном уровне потребления хлеба, хлебобулочных изделий и их ассортиментном составе, в РФ население с указанными видами продуктов питания получает не более 15-20 % потребного количества пищевых волокон [3].

Перспективные направления развития ассортимента функциональных хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности представлены на рисунке 1. Разработка такой продукции не обходится без инноваций, так как включение в рецептуру функциональных ингредиентов или другого сырья, способствующего получению продукта с заданными свойствами, как правило, приводит к ухудшению его потребительских свойств. Поэтому перед технологами встает задача поисков новых подходов для производства продукта высокого качества с привычными вкусом и ароматом, и в тоже время содержащим необходимые для организма вещества. Все большее значение при производстве хлеба приобретает использование муки и крупы различных нехлебопекарных культур (гречихи, проса, овса, риса), а также смесей на основе этих культур. Добавление в процессе замеса теста круп способствует обогащению хлеба белками, витаминами (В₁, В₂, РР), минеральными веществами (Na, Ca, Mn, K, P, Fe) и пищевыми волокнами (клетчаткой и целлюлозой). Применение таких технологий обеспечивает большую гибкость технологического процесса приготовления теста, стабильность качества готовых изделий, экономию производственных помещений, реализацию изделий в свежем виде с высокой энергетической ценностью.

Одним из наиболее простых способов получения продукции с заданными профилактическими функциями является включение в рецептуры растительного сырья, характеризующегося высоким содержанием структурных полисахаридов и лигнина, оказывающих значительное влияние на обмен веществ в организме человека, их недостаток в питании служит одной из важ-

нейших причин развития многих так называемых болезней цивилизации – атонии кишечника, сердечно-сосудистых заболеваний и др.



Рисунок 1. Перспективные направления развития ассортимента функциональных хлебобулочных изделий

Многие виды растительного сырья изначально богаты поливитаминами, и основные принципы рационального питания предполагают удовлетворение потребности человека в них за счет продуктов растительного происхождения, прежде всего овощей и зерновых культур [6]. Именно поэтому в качестве потенциальных сырьевых источников поливитаминов при разработке продукции функционального и диетического назначения рассматриваются, как правило, отходы и побочные продукты переработки зернового и плодоовощного сырья: лузга и отруби злаковых, томатные и виноградные выжимки, очистки и жом корнеплодов или плодово-ягодного сырья, лузга масличных семян, створки и зерновые оболочки бобовых. С такой же целью возможна переработка некоторых видов технического растительного сырья. Сырьевые источники поливитаминов, рассматриваемые при разработке продукции функционального и диетического назначения представлены на рисунке 2 [5].



Рисунок 2. Сырьевые источники поливитаминов, рассматриваемые при разработке продукции функционального и диетического назначения

Идеально сбалансированный состав зернового хлеба помогает человеческому организму в полной мере усвоить все витаминные соединения и другие элементы, требуемые для нормального функционирования всех систем организма. При регулярном употреблении этого хлеба налаживается работы желудочно-кишечной системы. Также полезные свойства обусловлены огромным содержанием природной клетчатки. Этот хлеб рекомендован для употребления людям всех возрастных групп, а кроме этого, его используют в качестве диетического питания [1].

Питательная ценность хлеба зависит от сорта пшеницы, части зерна, из которого получают муку, степени его переработки, а также от способа получения муки и сочетания с другими продуктами. Как правило, мука высшего сорта извлекается из эндосперма, при этом используется только 70-75 % белка и всего 3-4 % биологически ценных веществ. В хлебобулочных изделиях высшего сорта их еще меньше, в основном присутствуют углеводы, что создает предпосылки для развития ожирения. Поэтому наиболее ценной считается мука, выработанная из всех частей зерна. Выпуская новый вид продукта, предприятие способствует увеличению спроса на продукцию, получению дополнительной прибыли, расширению рынков сбыта, привлечению новых потребителей из числа людей, заботящихся о своем здоровье, созданию имиджа предприятия, заботящегося о здоровье нации.

Оптимальное питание служит ключевым фактором, обуславливающим активную трудоспособность, продолжительность жизни и сохранение генофонда нации. Использование хлебобулочных изделий, богатых белками, витаминами, макро- и микроэлементами позволяет человеку восполнить свой комплекс физиологических потребностей при сравнительно незначительных материальных затратах.

Внедрение на рынок хлебобулочных изделий с применением взамен муки высших сортов смеси муки пшеничной и муки из цельносмолотого зерна пшеницы может принести заметную прибыль. Использование такого сырья дает возможность выпускать конкурентоспособную и экономически выгодную продукцию, расширяя при этом ассортимент функциональных изделий [3]. Данный вид хлебобулочных изделий предназначен для массового потребления и в питании беременных и кормящих женщин.

В таблице 2 рассчитана экономическая эффективность производства хлебобулочных изделий из смеси муки пшеничной и муки из цельносмолотого зерна пшеницы, а также хлеб с добавлением мучных композитных смесей), приведены данные по затратам на сырье для выработки 1 т изделий, плановой калькуляции на 1 т готовой продукции. Расчет себестоимости единицы продукции осуществляем методом калькулирования, т.е. отнесения всех расходов на производство и реализацию продукции 1 т изделия по всем видам производственной программы (таблица 3).

Затраты на сырье для выработки 1 т продукции

Наименование продукции	Виды сырья	Плановый выход, %	Расход сырья, кг	Потребность в сырье на 1 т продукции, кг	Цена за 1 кг сырья, р.	Стоимость сырья, р.
Хлеб контроль (пшеничный)	Мука пшеничная первого сорта	143	100	700,0	15,00	10500,00
	Дрожжи хлебопекарные прессованные		2,5	17,5	46,00	805,00
	Соль поваренная пищевая		1,3	9,1	18,00	163,80
	Вода		65	454,5	20,33	9240,00
Итого						20708,80
Хлеб с добавлением муки из цельно-молотого зерна пшеницы	Мука пшеничная первого сорта	143	60	419,6	15,00	6294,00
	Мука из цельно-молотого зерна пшеницы		40	279,7	45,00	12586,5
	Дрожжи хлебопекарные прессованные		2,5	17,5	46,00	805,00
	Соль поваренная пищевая		1,3	9,1	18,00	163,80
	Вода		65	454,5	20,33	9240,00
Итого						29089,30
Хлеб «Здоровье»	Мука пшеничная первого сорта	143	60	379,7	15,00	5695,50
	Мука из цельно-молотого зерна пшеницы		28	177,2	45,00	7974,00
	Мука гречневая		1,44	9,1	25,00	227,50
	Мука пшеничная		1,44	9,1	14,00	127,40
	Мука овсяная		1,44	9,1	30,00	273,00
	Зародышевые хлопья пшеницы		7,68	48,6	80,00	3888,00
	Дрожжи хлебопекарные прессованные		2,5	15,8	46,00	726,80
	Соль поваренная пищевая		1,3	8,2	18,00	147,60
Вода	65	409,5	20,33	8325,10		
Итого:						27384,90

Расчет плановой калькуляции и проекта оптовой цены 1 т готовой продукции

	Статьи калькуляции	Затраты на 1 т продукции, тыс.р., для хлеба		
		Контроль	с добавлением муки из цельно-молотого зерна пшеницы	«Здоровье»
1	Сырье, основные и вспомогательные материалы	22,80	31,90	30,10
2	Транспортно-заготовительные расходы	2,28	3,19	3,01
3	Тепло	2,28	3,19	3,01
4	Электроэнергия	2,28	3,19	3,01
5	Основная и дополнительная заработная плата	4,56	6,38	6,02
6	Отчисления на соцстрахование	1,38	1,93	1,82
7	Расходы на содержание оборудования	1,14	1,60	1,51
8	Общехозяйственные расходы	1,14	1,60	1,51
9	Производственная себестоимость	37,86	52,97	49,98
10	Коммерческие расходы	0,29	0,41	0,38
11	Полная себестоимость	38,15	53,37	50,36
12	Рентабельность, %	15,00	20,00	20,00
13	Прибыль	5,72	10,67	10,07
14	Оптовая цена	43,87	64,05	60,44
15	Налог на НДС	4,39	6,40	6,04
16	Отпускная цена с НДС	48,26	70,45	66,48

Структура себестоимости нового продукта представлена на рисунке 3.



Рисунок 3. Структура себестоимости Хлеба «Здоровье»

Исходя из структуры себестоимости, можно увидеть, что наибольший удельный вес занимает стоимость сырья. При этом стоимость такого вида хлеба не будет существенно отличаться и выходить за рамки бюджета обычной семьи. Так, например, буханка хлеба 0,3 кг из цельнозернового зерна пшеницы будет стоить порядка 21-22 рублей, а хлеб «Здоровье» той же фасовки – 19-20 рублей.

Современный рынок хлеба и хлебобулочных изделий диктует жесткие требования к производителю. Сегодня недостаточно выпускать только массовые сорта хлеба и хлебобулочных изделий. Чтобы выжить и быть успешным, необходимо вырабатывать широкий ассортимент изделий.

Политику, направленную на расширение ассортимента, можно рассматривать как один из возможных путей повышения конкурентоспособности и увеличения спроса на выпускаемую продукцию. Новой продукцией могут быть хлебобулочные изделия с добавлением дробленого зерна и отрубей, бессолевые хлебобулочные изделия, хлеб с пониженной кислотностью, с пониженным содержанием белка и углеводов, с добавлением лецитина, с повышенным содержанием йода. Все эти разновидности хлебобулочных изделий призваны не только разнообразить вкусовые качества, но и также поддержать и укрепить здоровье разных групп населения [6].

К сожалению, уровень просветительной работы среди населения по воспитанию

у потребителей интереса к хлебу как источнику получения необходимых веществ крайне низок. В итоге при выборе ассортимента потребитель обычно руководствуется своим традиционным вкусом, с чем производители вынуждены считаться. Предложения ученых и специалистов по изменению ассортимента хлебобулочных изделий в пользу рационального питания, по внедрению в рацион хлеба с полезными добавками по существу остаются без последствий, несмотря на то, что рекомендованные виды хлебобулочных изделий могли бы решить многие проблемы в оздоровительном процессе и выполнении государственной задачи оздоровления нации [4].

Таким образом, расширение ассортимента выпускаемой продукции, а также использование инновационных подходов к повышению эффективности деятельности отраслевых предприятий и улучшению их финансового состояния на региональном уровне позволит отечественным хлебопекарным предприятиям не только более эффективно конкурировать с зарубежными, но и расширить рынок сбыта с учетом работы по индивидуальным заявкам потребителей. Это, в конечном счете, будет способствовать росту объемов производства, повышению эффективности деятельности предприятий, более полному удовлетворению запросов потребителей, а также обеспечению продовольственной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1 Богомолова, И.П., Белимова, Е.А. Оценка и направления роста ресурсного потенциала предприятий хлебопекарной отрасли. // Экономика и предпринимательство. 2013. №11. С. 766-771.

2 Богомолова, И.П., Белимова, Е.А. Направления и механизмы государственного регулирования производства функциональных хлебопродуктов [Текст] // Вестник ВГУИТ. 2014. №2. С. 177-184.

3 Бутковский В.А. Продовольственная безопасность России в условиях работы в ВТО. // *Хлебопродукты*. 2013. №5. С.12-14.

4 Гуревич А.И. Проблемы качества и безопасности хлебопродуктов. // *Хлебопродукты*. 2014. №1. С.12-13.

5 Ильина О.А. Расширять ассортимент хлеба для здорового питания – важная задача отрасли // *Хлебопродукты*. 2014. №3. С. 14-15.

6 Тарасова В.В. Применение физиологически функциональных ингредиентов в производстве хлебулочных изделий // *Пищевая промышленность*. 2014. №3. С.34-40.

REFERENCES

1 Bogomolova I.P., Belimova E.A. Assessment and growth direction of the resource potential of the enterprises in the baking industry. *Ekonomika i*

predprinimatel'stvo. [Economy and Entrepreneurship], 2013, no. 11, pp. 766-771. (In Russ.)

2 Bogomolova, I.P., Belimova, E.A. Directions and mechanisms of state regulation of the production of functional bread. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of VSUET], 2014, no. 2, pp. 177-184. (In Russ.)

3 Butkovskii V.A. Food safety of Russia in the conditions of work in the WTO. *Khleboprodukty*. [Bakery], 2013, no. 5, pp.12-14. (In Russ.)

4 Gurevich A.I. Issues of quality and safety of grain products. *Khleboprodukty*. [Bakery], 2014, no. 1, pp. 12-13. (In Russ.)

5 Ilyina O.A. Expand the range of bread for a healthy diet - an important task. *Khleboprodukty*. [Bakery], 2014, no. 3, pp. 14-15. (In Russ.)

6 Tarasov V.V. Application physiologists-ically functional ingredients in the production of bakery products. *Pishchevaya promyshlennost'*. [Food Industry], 2014, no. 3, pp.34-40. (In Russ.)

УДК 330. 341. 42

Профессор Л.В. Брянцева,

(Воронеж. гос. аграрный ун-т им. императора Петра I) кафедра налогов и налогообложения.
тел +79066709898

E-mail: blv2466@mail.ru

профессор А.Н. Полозова,

(Институт менеджмента, маркетинга и финансов) кафедра экономической теории и бухгалтерского учета. тел (473) 253-09-18

E-mail: annapollo@yandex.ru

доцент Р.В. Нуждин

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра бухгалтерского учета и бюджетирования.
тел +7-905-644-22-11

E-mail: nrv@efinac.ru

Professor L.V. Bryantseva,

(Voronezh state agricultural university) Department of Taxes and Taxation.

phone +79066709898

E-mail: blv2466@mail.ru

professor A.N. Polozova,

(Voronezh institute of management, marketing and finance) Department of economic theory and accounting. phone (473) 253-09-18

E-mail: annapollo@yandex.ru

associate professor R.V. Nuzhdin

(Voronezh state university of engineering technologies) Department accounting and budgeting.
phone +7-905-644-22-11

E-mail: nrv@efinac.ru

Агропищевая поликластеризация как метод реализации целевых интересов

Agrofood polyclustering as method of realization of target interests

Реферат. Обеспечение продовольственной безопасности России является одной из стратегических задач, решаемых в ходе устойчивого социально-экономического развития национальной экономики. Ключевую роль в этом отношении играют процессы интеграции сопряжённых производств – подсистем агропромышленного комплекса (АПК). Современные направления развития экономической деятельности организаций пищевого и сельскохозяйственного профиля в той или иной мере уже используют интеграционные преимущества, однако при этом остаются недостаточно сбалансированными целевые интересы сопряженных участников агропромышленного производства, что прямо или косвенно отражается на методах и инструментах организационного менеджмента. Для смягчения данной ситуации и нивелирования влияния факторов несбалансированности процессов управления, предложено реформировать современную систему бизнес-отношений в АПК на основе создания поликластерных формирований, обладающих следующими ключевыми свойствами: территориальная концентрация субъектов; внутрикластерная конкуренция; устойчивость экономических связей; полицентричность; сонаправленное развитие субъектов; проявление положительной синергии. Учитывая эти атрибутивные черты кластера, разработан методологический подход к созданию агропищевого поликластерного формирования (АПФ), используя инструменты межотраслевого реинжиниринга, в свеклосахарной подсистеме АПК. Основанием для внедрения АПФ в данной подсистеме послужили априорный анализ и оценка условий и тенденции функционирования сопряженных участников свеклосахарного производства, где в наибольшей степени проявляются негативные последствия импортозамещения, являющегося реальной угрозой продовольственной безопасности. В качестве характеристики содержания обновленного методологического подхода к созданию АПФ разработана матрица сопряжения целевых интересов субъектов кластера, в состав которых включены: государство, сам кластер, сахарные заводы, свекловодческие хозяйства, семеноводческие хозяйства, научно-исследовательские учреждения, образовательные учреждения, прочие организации. Диагональ матрицы наглядно демонстрирует суть двуединого преимущества данного вида АПФ: активизации процессов сопряжения целевых интересов на основе саморазвития и интеграции накопленных субъектами кластера знаний, что в совокупности позволяет защитить конкурентные преимущества кластера на межкластерном уровне. Особо важное значение в процессе функционирования АПК имеет оценка продовольственной безопасности, которую предложено проводить иерархически в следующей последовательности: оценка потенциала обеспечения поликластерным формированием промышленно производственной безопасности; оценка вклада кластера в достижение промышленно-производственной и продовольственной безопасности.

Summary. Ensuring food security of Russia is one of the strategic tasks solved during sustainable social and economic development of national economy. The key role is played in this regard by processes of integration of the interfaced productions – subsystems of agro-industrial complex (agrarian and industrial complex). The modern directions of development of economic activity of the organizations of a food and agricultural profile to some extent already use integration advantages, however thus there are insufficiently balanced target interests of the interfaced participants of agro-industrial production that is directly or indirectly reflected in methods and instruments of organizational management. For mitigation of this situation and leveling of influence of factors of imbalance of management processes, it is offered to reform modern system of the business relations in agrarian and industrial complex on the basis of creation of the polycluster formations possessing the following key properties: territorial concentration of subjects; intra cluster competition; stability of economic relations; politcentrichnost; sona-pravlenny development of subjects; manifestation of a positive synergy. Considering these attributive lines of a cluster, methodological approach to creation of the agrofood polycluster formation (APF) is developed, using instruments of interindustry reengineering, in a beet sugar subsystem of agrarian and industrial complex. The aprioristic analysis and an assessment of conditions and a tendency of functioning of the interfaced participants of beet sugar production where negative consequences of the import substitution which is real threat of food security are most shown formed the basis for introduction of APF in this subsystem. As the characteristic of the content of the updated methodological approach to creation of APF the matrix of interface of target interests of subjects of a cluster in which structure are included is developed: state, cluster, sugar plants, beet-raising farms, seed-growing farms, research establishments, educational institutions, other organizations. The matrix diagonal visually shows an essence of two-uniform advantage of this type of APF: activation of processes of interface of target interests on the basis of self-development and integration of the knowledge accumulated by subjects of a cluster that in total allows to protect competitive advantages of a cluster at the intercluster level. Especially in the course of functioning of agrarian and industrial complex the assessment of pro-allowances of safety which is offered to carrying out hierarchically in the following sequence has importance: assessment of potential of ensuring industrially production safety with polycluster formation; cluster contribution assessment to achievement of industrial and production and food security.

Ключевые слова: кластеризация; производственные подсистемы; агропромышленный комплекс; межотраслевой реинжиниринг; матрица целевых интересов; субъекты кластера; свеклосахарное производство; импортная интервенция; продовольственная безопасность.

Keywords: clustering; production subsystems; agro-industrial complex; interindustry reengineering; matrix of target interests; subjects of a cluster; beet sugar production; import intervention; food safety poliklasterny formation of industrially production safety; cluster contribution assessment to achievement of industrial and production and food security.

Для обеспечения устойчивого социально-экономического развития России одним из приоритетных направлений является активизация экономической деятельности производственных организаций АПК, поскольку достижение независимости страны на фоне игнорирования вопросов промышленно-производственной и продовольственной безопасности невозможно.

Развитие экономической деятельности производственных организаций (подсистем АПК) целесообразно на основе интеграции сопряженных участников бизнеса. Однако, несмотря на очевидную массу преимуществ, которые подсистемы АПК реализуют в настоящее время в ходе интеграции, во многих случаях они используются не в полной мере, что снижает положительную синергию усилий участников и свидетельствует о наличии определенного дисбаланса в методах и инструментах менеджмента, недоучитывающих целевые интересы причастных сторон. Устранение негативного влияния отмеченных недостатков и создание условий для реализации интеграционных преимуществ видится нам возможным на основе поликластерных формирований. Под кластером традиционно понимается территориально обособленная группа организаций, обеспечивающих создание добавленной стоимости конечной продукции и

конкурирующих между собой в масштабах кластера [1, 2, 7]. Нами выделены следующие ключевые свойства, присущие кластерам: территориальная концентрация специализированных субъектов кластера; внутрикластерная конкуренция; информационное взаимодействие субъектов кластера; устойчивость экономических связей. Целесообразно дополнить этот перечень другими признаками, атрибутивно присущими сложным экономическим системам, каковым является АПК: полицентричность-наличие нескольких центров экономической активности; сопоставленное развитие, характеризуемое единым вектором развития субъектов кластера, выступающего в качестве субъекта экономических отношений вне региона; проявление положительного синергетического эффекта на основе повышения степени интегрированности в соответствии с законом эмерджентности.

Таким образом, учитывая полипродуктовый характер бизнес-процессов производственных организаций АПК, оправданным в масштабах страны является создание поликластерных формирований, под которыми нами понимается система конкурирующих субъектов кластеров. Для этих целей нами разработан и рекомендован к практическому использованию организациям и местным органам власти методологический

подход к созданию агропищевого поликластерного формирования (АПФ) (таблица 1), реализующего соответствующий проект межотраслевого реинжиниринга [4, 5] и учитывающего целевые интересы стейкхолдеров.

Ниже рассмотрены принципиальные аспекты и существенные этапы реализации проекта АПФ на примере свеклосахарного производства, так как данная промышленно-производственная подсистема АПК в настоящее время представляет собой совокупность организационно-экономических отношений, в наибольшей степени сокращающих продовольственную безопасность страны.

Оценка условий и тенденций развития основных производственных подсистем российского АПК дает возможность констатировать необходимость импортозамещающей ориентированности кластера для обеспечения

промышленно-производственной безопасности, поскольку интервенция импортной продукции обусловлена поставками не столько продуктов питания, сколько ресурсно-технологических компонентов, постоянно требующихся пищевым производствам, а также вспомогательным и обеспечивающим видам экономической деятельности.

В таблице 2 приведена разработанная нами матрица сопряжения целевых интересов субъектов АПФ в свеклосахарной подсистеме АПК. Затемненная диагональ матрицы отражает две стороны методологического подхода к образованию кластерного формирования, 1) наличие конкуренции внутри кластера, что позволяет активизировать процессы саморазвития и сопряжения целевых интересов, 2) интеграции, проявляющейся в передаче накопленных знаний между субъектами и обеспечении конкурентных преимуществ кластера в целом на межкластерном уровне.

Т а б л и ц а 1

Процессы реализации проекта межотраслевого реинжиниринга в ходе формирования АПФ

Алгоритм межотраслевого реинжиниринга		Процессы создания агропищевого поликластерного формирования		Результаты
Этап	Наименование	Этап	Содержательная характеристика этапов	
1	Создание образа будущего	1.1	Формирование баланса целевых интересов субъектов регионального бизнеса: государства; кластера; региона; организаций и т.д.	Спецификация стратегических целей кластера
		1.2	Разработка стратегии развития кластера: ориентация на внутренние потребности; ориентация на экспорт; ориентация на импортозамещение	
2	Обратный реинжиниринг	2.1	Оценка потенциала региона	Определение вклада кластера в обеспечение промышленно-производственной безопасности
		2.2	Разработка системы мотивации субъектов кластера	Региональная (федеральная) программа поддержки субъектов кластерных образований
		2.3	Выявление существующих внешних связей между субъектами кластера	П-модель
		2.4	Выявление внутренних связей между субъектами кластера и субъектами других кластеров	О-модель
3	Прямой реинжиниринг	3.1	Определение долгосрочных перспектив развития кластера	П-модель
		3.2	Определение долгосрочных перспектив развития кластеров-конкурентов	Идеальная О-модель
		3.3	Определение рисков, методов управления ими и оценка влияния возможных результатов на бизнес-отношения: внутри кластера; между кластерами.	Р-модель
		3.4	Корректировка целей, стратегии, взаимосвязей и т.д.	Реальная О-модель

Т а б л и ц а 2

Матрица сопряжения целевых интересов субъектов кластерного формирования в свеклосахарном АПК

Субъекты	Государство	Кластер	Сахарные заводы	Свекловодческие хозяйства	Семеноводческие хозяйства	Научно-исследовательские учреждения	Образовательные учреждения	Прочие организации
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Государство	Взаимодействие федеральных, региональных и муниципальных властей	Обеспечение условий для развития региона	Эффективные мероприятия по регулированию импорта белого сахара	Эффективные мероприятия по регулированию импорта сахара-сырца	Эффективные мероприятия по регулированию импорта селекционных достижений	Эффективные мероприятия по регулированию импорта селекционных достижений и иных компонентов	Поддержка в подготовке специалистов по соответствующим направлениям бизнеса и специальностям	Поддержка развития малого и среднего бизнеса, финансовых структур
Кластер	Обеспечение продовольственной безопасности страны, развитие региона	Межкластерная конкуренция	Обеспечение условий для сбалансированного управления развитием	Обеспечение условий для сбалансированного управления развитием	Обеспечение условий для сбалансированного управления развитием	Обеспечение условий для реализации инновационных проектов	Поддержка в подготовке специалистов по соответствующим направлениям бизнеса и специальностям	Поддержка развития малого и среднего бизнеса
Сахарные заводы	Обеспечение промышленно-производственной безопасности по производству сахара из сахарной свеклы	Повышение экономической активности, реализация социальных программ, повышение уровня жизни населения	Внутрикластерная конкуренция	Обеспечение гарантированно высоких закупочных цен на свекловичное сырье	Формирование ассоциативных отношений	Обеспечение практической реализации инновационных разработок и проектов	Содействие в подготовке специалистов по соответствующим направлениям бизнеса и специальностям	Сотрудничество по защите конкурентных преимуществ
Свекловодческие хозяйства	Обеспечение промышленно-производственной безопасности по производству сахарной свеклы из семян отечественной селекции	Повышение экономической активности, реализация социальных программ, повышение уровня жизни населения	Обеспечение промышленно-производственной безопасности по производству сахарной свеклы из семян отечественной селекции	Внутрикластерная конкуренция	Обеспечение платежеспособного спроса на отечественные сорта и гибриды сахарной свеклы	Обеспечение практической реализации инновационных разработок и проектов	Содействие в подготовке специалистов по соответствующим направлениям бизнеса и специальностям	Сотрудничество по защите конкурентных преимуществ

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семеноводческие хозяйства	Обеспечение промышленно-производственной безопасности по производству семян сахарной свеклы с использованием только отечественных компонентов	Повышение экономической активности, реализация социальных программ, повышение уровня жизни населения	Формирование ассоциативных отношений (Обеспечение промышленно-производственной безопасности по производству семян сахарной свеклы с использованием только отечественных компонентов	Внутрикластерная конкуренция	Обеспечение практической реализации инновационных разработок и проектов	Содействие в подготовке специалистов по соответствующим направлениям бизнеса и специальностям	Сотрудничество по защите конкурентных преимуществ
Научно-исследовательские учреждения	Обеспечение производственной безопасности по производству семян сахарной свеклы с использованием только отечественных компонентов	Содействие в развитие регионального менеджмента; повышение экономической активности	Обеспечение инновационными технологиями переработки сахарной свеклы и методами управления	Обеспечение высокопродуктивными отечественными семенами сахарной свеклы, современными пестицидами и т.д.	Обеспечение отечественной элитой и суперэлитой сахарной свеклы	Внутрикластерная конкуренция	Содействие в подготовке специалистов по соответствующим направлениям бизнеса и специальностям	Сотрудничество по разработке инновационных проектов
Образовательные учреждения	Обеспечение организаций высококвалифицированными и компетентными человеческими ресурсами	Обеспечение организаций высококвалифицированными и компетентными человеческими ресурсами	Обеспечение организаций высококвалифицированными и компетентными человеческими ресурсами	Обеспечение организаций высококвалифицированными и компетентными человеческими ресурсами	Обеспечение организаций высококвалифицированными и компетентными человеческими ресурсами	Обеспечение организаций высококвалифицированными и компетентными человеческими ресурсами	Внутрикластерная конкуренция	Обеспечение организаций высококвалифицированными и компетентными человеческими ресурсами
Прочие организации ¹	Обеспечение устойчивого развития агропищевых производств	Обеспечение устойчивого развития субъектов кластера	Обеспечение устойчивого развития промышленных организаций	Обеспечение устойчивого развития производственных организаций	Обеспечение устойчивого развития производственных организаций	Обеспечение устойчивого развития субъектов кластера	Содействие в подготовке специалистов по соответствующим направлениям бизнеса и специальностям	Внутрикластерная конкуренция

¹ Прочие организации - финансовые, страховые, транспортные, торговые и др.

В частности, для оценки потенциала региона (этап 2.1, таблица 1), опираясь на систему детерминант конкурентного преимущества территорий М. Портера [5] и ключевых факторов развития кластеров ВаumanInnovation А. Праздничных [6] необходимо выделить соответствующие группы факторов и ранжировать их по степени важности. Нами установлено, что имеющийся потенциал свеклосахарной подсистемы АПК позволяет констатировать: при создании поликластерного формирования имеются возможности для его самодостаточного развития и осуществления действенной внутри- и внешнекластерного конкурентного соперничества. Результаты, полученные на данном этапе, дали возможность выявить совокупность потенциальных участников, обеспечивающих соблюдение принципа полицентричности кластерного формирования, а также количественно оценить определенные конкурентные преимущества регионального кластера перед другими регионами. Опираясь на эти позиции, нами объединены

два подхода к оценке продовольственной безопасности:

1) оценка потенциала обеспечения промышленно-производственной безопасности поликластерным формированием,

2) оценка результатов его деятельности – вклад кластера в обеспечение промышленно-производственной и продовольственной безопасности.

Для оценки, реализующей в агропромышленном комплексе первый подход, нами предлагается выявить и определить уровни импортной интервенции. В таблице 3 приведены уровни указанного вида интервенции на примере свеклосахарного производства.

Поскольку результаты импортной интервенции первого уровня влияют, прежде всего, на конкурентоспособность отечественных семян сахарной свеклы, и как следствие на их использование, то необходимо потенциал отечественного семеноводства определять по двум основным составляющим: сельскохозяйственной и производственной.

Т а б л и ц а 3

Уровни импортной интервенции (кластерный фрагмент)

Уровни импортной интервенции	Стратегические направления бизнес – деятельности кластера (свеклосахарное производство)	Влияние на продовольственную безопасность
1 – Импорт субсырья -ПИ ₁	Поставки компонентов предпосевной обработки	Производственной безопасности
2 – Импорт субсырья - ПИ ₂	Поставки семян сахарной свеклы и пестицидов	Производственной безопасности
3 – Импорт сырья ПИ ₃	Поставки сахара-сырца	Промышленно-производственной безопасности
4 – Импорт аналогичной готовой продукции	Поставки белого сахара	Продовольственной безопасности

Таким образом, потенциальный уровень обеспечения промышленно– производственной безопасности страны характеризуется наименьшим значением сельхозпроизводственной

или промышленной составляющих кластера, поскольку уровень одной определяет результативность другой.

ЛИТЕРАТУРА

1 Брянцева Л.В. Оценка потенциала обеспечения промышленно-производственной безопасности на основе создания поликластерных формирований в АПК // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2009. №10 С. 70 – 75.

2 Саликов Ю.А., Зенин А.А., Барзенкова А.С., Букреев А.М. Механизм формирования и реализации кластерной политики промышленных предприятий и отраслей // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 252-257.

3 Полозова А.Н., Брянцева Л.В., Нуждин Р.В., Лохманова И.С. Управление бизнес-развитием на основе реинжиниринга: методологические основы // Сахар. 2007. № 11. С. 32 – 34.

4 Полозова А.Н., Брянцева Л.В., Нуждин Р.В., Лохманова И.С. Управление бизнес-развитием на основе реинжиниринга: практическая реализация // Сахар. 2007. № 12. С. 11 – 17.

5 Портер М. Конкуренция: Перевод с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. 608 с.

6 Праздничных А. Развитие инновационной инфраструктуры в регионе и стимулирование инновационных точек роста (кластеров): международный опыт и возможности для России [Электронный ресурс]. Режим доступа: prazdnichnykh-ru.pdf

7 Саликов Ю.А., Барзенкова А.С. Обоснование приоритетных направлений кластеризации агропромышленных предприятий Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2014. № 3. С. 197-202.

REFERENCES

1 Bryantseva L. V. Assessing the potential of ensuring industrial safety on the basis of creating polyesteric formations in agro-industrial complex. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. [Bulletin of Saratov state agrarian University n. a. N. I. Vavilova], 2009, no. 10, pp. 70 – 75. (In Russ.).

2 Salikov Yu. A., Zenin A. A., Borzenkova A. S., Bukreev A. M. The mechanism of formation and implementation of the cluster policy of industrial enterprises and industries. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of

Voronezh state University of engineering technologies], 2013, no. 4 (58), pp. 252-257. (In Russ.).

3 Polozova A. N., Bryantseva L. V., Nuzhdin R. V., Lokhmanova I. S. Managing business development through reengineering: methodological foundations. *Sakhar*. [Sugar], 2007, no. 11, pp. 32 – 34. (In Russ.).

4 Polozova A. N., Bryantseva L. V., Nuzhdin R. V., Lokhmanova I. S. Managing business development through reengineering: practical implementation. *Sakhar*. [Sugar], 2007, no. 12, pp. 11 – 17. (In Russ.).

5 Porter M. Competition. Moscow, Publishing house "Williams", 2005. 608 p.

6 Prazdnichnykh A. . Razvitie innovatsionnoi infrastruktury v regione i stimulirovanie innovatsionnykh toчек rosta [Development of an innovative-innovative infrastructure in the region and promotion of innovation growth points (clusters): international experience and opportunities for Russia]. Available at: prazdnichnykh-ru.pdf. (In Russ.).

7 Salikov Yu. A., Barsenkova A. S. Reasoning of the priority directions of clustering agro-industrial enterprises of the Voronezh region. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of Voronezh state University of engineering technologies], 2014, no. 3, pp. 197-202. (In Russ.).

Профессор Г.С. Мерзликина, доцент И.В. Пшеничников
(Волгоград. гос.тех. ун-т.) кафедра экономики и управления.
тел. (844) 224-81-87
E-mail: merzlikina@vstu.ru

Professor G. S. Merzlikina, associate professor I.V. Pshenichnikov
(Volgograd State Technical University) Department of economics and management.
phone (844) 224-81-87
E-mail: merzlikina@vstu.ru

Формирование региональной модели кластерообразования

Formation of a innovation regional cluster model

Реферат. В результате исследования научно-методических подходов к проблеме построения и развития инновационных кластеров были выявлены неточности в функциональном назначении инновационных и промышленных кластеров. В связи с этим авторами статьи разграничиваются понятия: инновационный кластер, промышленный кластер и дается собственная трактовка понятия - инновационно-промышленный кластер. Целью статьи является выявление существующих организационных недостатков в сфере построения кластеров и возможности их успешного развития. На основе проведенного анализа построения региональных кластеров была выявлена используемая на практике типовая структура взаимодействия между участниками кластера. К недостаткам данной структуры можно отнести: отсутствие ориентации кластера на маркетинговую среду, отсутствует система формирования и удержания долгосрочных и прочных взаимоотношений между участниками кластера, неэффективная система управления информационными, финансовыми и материальными потоками в рамках кластера, узконаправленное разграничение компетенций и зон ответственности между участниками кластера, отсутствие прозрачности в деятельности кластера, низкая адаптивность к изменениям внешней среды, затруднение использования интеллектуальной собственности разработчиков инновационных технологий и коммерциализации высокотехнологических продуктов. Совокупное проявление перечисленных недостатков приводит к снижению жизнеспособности существующих моделей инновационного кластерообразования и возможности практической реализации кластеров. В связи с этим, авторами статьи предлагается усовершенствованная модель инновационно-промышленного регионального кластерообразования с эффективной системой управления бизнес-процессами, включающая усовершенствованную структуру инновационного кластера, матрицу компетенций и зону ответственности подкластеров. Отличительной особенностью предлагаемой авторами статьи модели является- использование единого центра управления разработкой инновационного продукта, его промышленным воплощением и рыночной реализацией.

Summary. As a result of investigation of science and methodical approaches related problems of building and development of innovation clusters there were some issues in functional assignments of innovation and production clusters. Because of those issues, article's authors differ conceptions of innovation cluster and production cluster, as they explain notion of innovation-production cluster. The main goal of this article is to reveal existing organizational issues in cluster building and its successful development. Based on regional clusters building analysis carried out there was typical practical structure of cluster members interaction revealed. This structure also have its cons, as following: absence cluster orientation to marketing environment, lack of members' prolonged relations' building and development system, along with ineffective management of information, financial and material streams within cluster, narrow competence difference and responsibility zones between cluster members, lack of transparence of cluster's action, low environment changes adaptivity, hard to use cluster members' intellectual property, and commercialization of hi-tech products. When all those issues listed above come together, it reduces life activity of existing models of innovative cluster-building along with practical opportunity of cluster realization. Because of that, authors offer an upgraded innovative-productive cluster building model with more efficient business processes management system, which includes advanced innovative cluster structure, competence matrix and subcluster responsibility zone. Suggested model differs from other ones by using unified innovative product development control center, which also controls production and marketing realization.

Ключевые слова: инновационный кластер, промышленный кластер, модель регионального кластерообразования, зоны ответственности подкластеров.

Keywords: innovative cluster, production cluster, regional cluster building model, subcluster responsibility zone.

Раздел «Введение». Цель исследования - изучение особенностей инновационного кластерообразования в регионах и построение эффективной модели инновационных кластеров.

Задачами исследования являются:

- анализ научно-методических особенностей построения кластеров;
- выявление недостатков кластерообразования в регионах;
- построение эффективной модели кластерообразования;

Кластерная концепция тесно связана с работами Майкла Портера: об индустриальных кластерах и, затем, о региональных кластерах,

где он подробно описывает тесные взаимосвязи между кластерным партнерством и конкурентоспособностью фирм и отраслей промышленности. Портер определяет кластер как «сконцентрированные по географическому признаку группы взаимосвязанных компаний, специализированных поставщиков, поставщиков услуг, фирм в соответствующих отраслях, а также связанных с их деятельностью в определенных областях, конкурирующих, но вместе с тем и ведущих совместную работу» [1, с.9].

Методологической основой развития теории кластеров явилась целая группа теорий. Данные теоретические разработки можно разделить на две группы. Под промышленным кластером обычно понимается совокупность фирм (организаций), объединенных едиными материальными, финансовыми и информационными потоками, непосредственно не связанных между собой отношениями собственности, иными словами это комплексы-структуры, в которых готовая продукция или отходы одного производства являются полуфабрикатом или сырьем для другого [2, с. 17]

Для инновационных кластеров особенно важным и чувствительным становятся: наличие четко выстроенной структуры взаимодействия между участниками кластера, эффективная система воспроизводства всех необходимых ресурсов для жизнедеятельности кластера, заинтересованность всех участников в создании инновационного продукта. Инновационный кластер может включать в себя производственную составляющую, а может заниматься только созданием инновационной идеи и опытного образца инновационной продукции, а производством инновационной продукции будет заниматься непосредственно промышленный кластер, расположенный в этом же регионе или в географически удобном доступе.

С учетом отличительных особенностей для инновационного и промышленного кластера предлагается следующая трактовка инновационно-промышленного кластера, сочетающего в себе функции инновационного и промышленного кластера одновременно. Под инновационно-промышленным кластером понимается обособленная отраслевым характером группа инновационных образований, хозяйствующих субъектов, государственных административных и научно-образовательных учреждений, сочетающих формальную самостоятельность и внутреннюю конкуренцию с кооперацией, наличием единого центра управления, цель функционирования которой заключается в воспроизводстве высокотехнологичных продуктов и промышленных производств и достижении общего регионального синергетического эффекта.

На практике современные региональные кластерные системы в российском варианте представляют собой совокупность функционально и экономически взаимосвязанных предприятий на территории региона, выстроенных в единую цепочку производства [3, с.45]. Причем данные предприятия, как правило, являются градообразующими. Характер развития территориально-отраслевых комплексов в России обоснован интеграцией интересов отраслевых структур и основных

субъектов регионального социально-экономического развития. Главным критерием формирования кластерных комплексов на уровне региона является наличие многоуровневой системы взаимных интересов между предприятиями и иными участниками подобных структур [4, с.110].

Раздел «Материалы и методы». Для решения задач исследования использовались общенаучные методы обобщения информации, дедукции, индукции, синтеза, а также элементы системного, логического, графического анализа. В качестве исходной информации для обобщения научно-методических воззрений на проблему кластерообразования использовались труды отечественных и зарубежных ученых - специалистов по вопросам формирования и развития инновационных и промышленных кластеров.

Раздел «Результаты и обсуждение». Общая структура построения взаимоотношений между участниками в инновационном кластере типична для большинства регионов: научно образовательный блок, представленный ВУЗами, воспроизводит инновационные концепции по созданию высокотехнологичных продуктов в отрасли присущей кластеру, малые инновационные предприятия и региональные независимые предприятия, проводящие необходимые НИОКР и создающие опытную партию продукции, которую передают специально создаваемому на базе промышленных предприятий технопарку для дальнейшего производства в промышленных масштабах (рисунок 1).

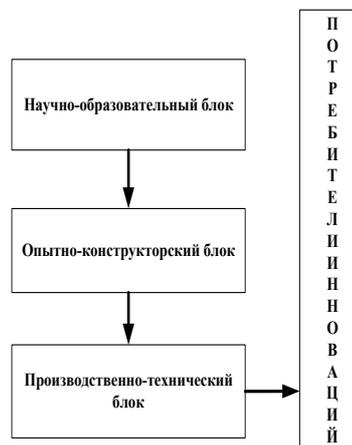


Рисунок 1. Типовая структура инновационного кластера

При всей прозрачности восприятия приведенная структура формирования инновационного кластера обладает множеством изъянов. Во-первых, при формировании типовой структуры не учитывается роль маркетинга в процессе создания инновационных продуктов. В данной структуре отсутствует подразделение или хозяйствующий субъект, который бы занимался анализом потребительских предпочтений, выявлением динамики

развития внешней среды и, с ее учетом, корректировкой процесса внедрения инновационных проектов. Во-вторых: отсутствует четкая структура управления процессом взаимодействия участников кластера, концепция формирования такого инновационного кластера базируется на добровольном сотрудничестве всех участников, что в значительной степени повышает риск невыполнения своих обязательств каждым из участников кластера. В-третьих: в данной структуре отсутствует элемент, отвечающий за финансирование проекта в целом и деятельности каждого участника. В-четвертых, в данной структуре не прослеживается удовлетворение интересов всех участников кластера; в соответствии с существующей структурой конечной прибылью будут обладать только предприятия, входящие в состав технопарка [5, с. 68].

Следовательно, существующая модель кластера направлена не на воспроизводство новых предприятий, а на поддержку конкурентоспособности и финансовой состоятельности существующих крупных промышленных предприятий с изношенной технологической базой.

Компетенции в рамках структуры типовых инновационных кластеров распределяются следующим образом:

- научно-образовательный блок выполняет функции по разработке общей концепции проведения НИОКР;
- опытно-конструкторский блок кластера осуществляет проведение прикладных НИОКР, создает опытно-промышленное производство инновационной продукции;
- производственно-технический блок кластера обладает компетенциями по изучению и постоянному мониторингу рынка и реализации промышленного производства инновационной продукции.

Зоны ответственности типового инновационного кластера идентифицируют обязательства участников кластера (таблица 1).

Т а б л и ц а 1
Зоны ответственности участников
\ типового кластера

Элементы типового кластера	Зона ответственности
Научно-образовательный блок	- проведение НИОКР и разработка опытных образцов инновационной продукции;
Опытно-конструкторский блок	- отработка технологии; - выпуск опытной партии продукции.
Производственно-технический блок	- выпуск инновационной продукции в промышленных масштабах

Учитывая анализ типовой структуры формирования инновационных кластеров и выявленные недостатки, авторами статьи предлагается модель построения инновационно-промышленных кластеров (рисунок 2). Под моделью кластерообразования предлагается понимать упорядоченное построение взаимосвязей между участниками кластера на основе совершенствования его структуры и разграничения компетенций и зон ответственности при их взаимодействии [6, р. 37].

Усовершенствованная модель инновационного кластерообразования - формирование юридически оформленных взаимоотношений хозяйствующих субъектов, научно-образовательных учреждений и государственных органов в рамках деятельности группы компаний. Усовершенствованная модель инновационного кластерообразования предполагает создание формализованной структуры с подкластерами, заполняемыми функционально подходящими организациями и несущими ответственность за выполнение обязательств в рамках подкластера и кластера в целом (рисунок 2).

Под подкластерами, по мнению авторов, следует понимать отдельные элементы инновационно-промышленного кластера, включающие в себя однородные виды хозяйствующих субъектов, учреждений или организаций, обладающие определенной долей самостоятельности и выполняющие в рамках кластера определенные функциональные обязанности, создающие общую синергию.

В соответствии с предлагаемой моделью инновационного кластерообразования в структуру кластера включаются: высшие учебные заведения, создающие фундаментальные основы научно-исследовательских и опытно конструкторских разработок, подготавливающие точно высококвалифицированные кадры специально для определенных видов производства, малые инновационные предприятия, которые становятся фундаментом развития современных высокотехнологичных хозяйствующих субъектов, выпускающих востребованную на рынке конкурентоспособную продукцию, крупные региональные промышленные предприятия, которые могут предоставить простаивающие производственные мощности для формирования экспериментальных производств без ущерба для основной деятельности и без собственных капиталовложений.

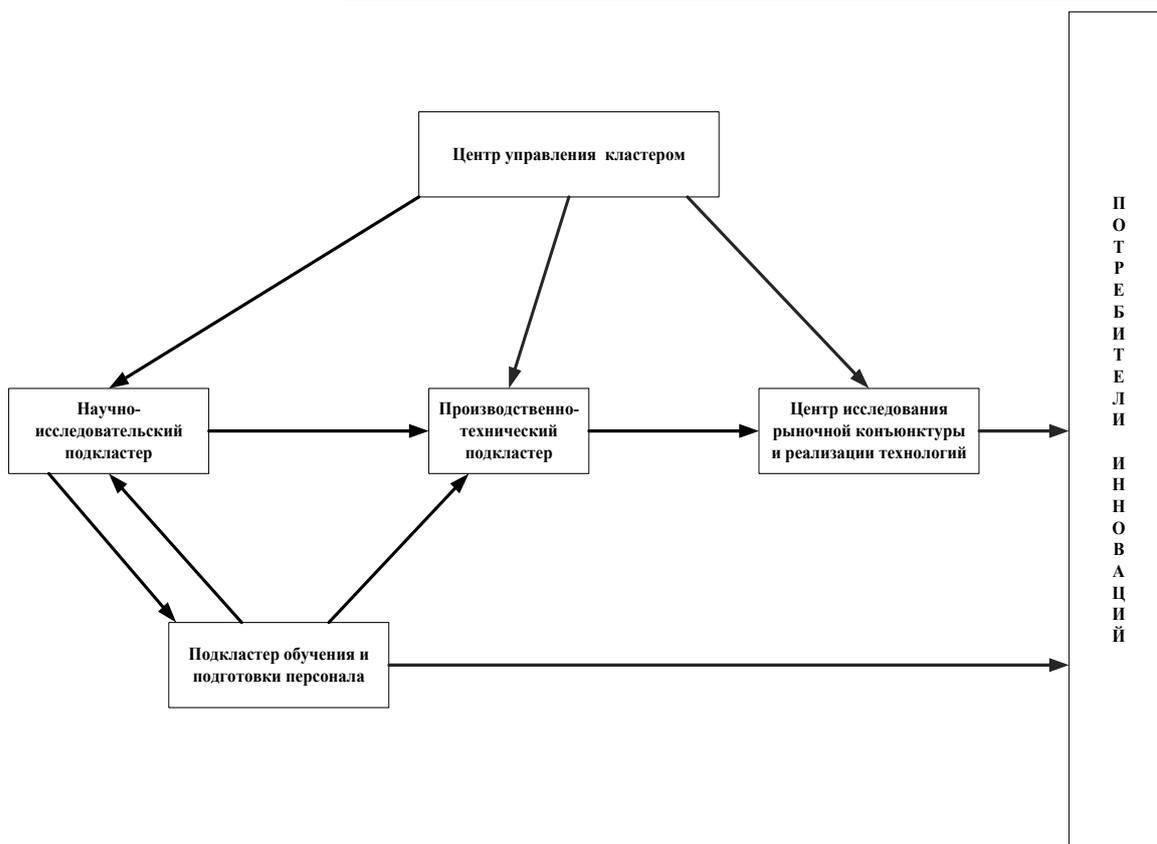


Рисунок 2. Усовершенствованная структура инновационно-промышленного кластера

Инновационно-промышленный кластер, по нашему мнению, должен содержать следующие подкластеры. Центр управления кластером и отдельными подкластерами (ЦУП) – представляет собой орган управления кластера в виде юридического лица с составом из представителей руководства каждого из участников кластера. Научно-исследовательский подкластер (НИП) – представляет собой включенные в процесс кластерообразования малые инновационные предприятия и научно-образовательные учреждения. Производственно-технический подкластер (ПТП) представляет собой промышленные предприятия, позволяющие выпускать готовую высокотехнологичную продукцию. В данный подкластер включаются предприятия, обладающие свободными производственными мощностями, которые они готовы предоставить для реализации инновационного проекта. Центр исследования рыночной конъюнктуры и реализации технологий (ЦРК и РТ) – представляет собой группу специализированных маркетинговых агентств и учреждений, обладающих практическими навыками в проведении превентивных маркетинговых исследований и продвижении на рынке инновационной продукции. Подкластер обучения и подготовки персонала (ОПП) - представляет собой группу научно-образовательных

учреждений способных подготовить квалифицированные кадры для работы с высокотехнологичным производством.

Компетенции усовершенствованной структуры инновационно-промышленного кластера распределяются следующим образом:

- центр управления подкластерами несет ответственность за формирование портфеля проектов для кластера, ресурсное обеспечение проектов, делегирование целей и задач подкластерам, анализ выполнения стратегического и оперативного плана, оценка эффективности выполнения подкластерами отдельных этапов инновационного проекта;

- научно-исследовательский подкластер несет ответственность за реализацию мероприятий стратегического плана в сфере фундаментальных НИОКР, анализ исполнения концептуальных основ инновационного проекта;

- производственно-технический подкластер несет ответственность за организацию и осуществление производства инновационной продукции;

- центр исследования рыночной конъюнктуры и реализации технологии несет ответственность за аудит рыночной среды, формирование маркетинговой концепции кластера и отдельных проектов;

- подкластер обучения и подготовки персонала несет ответственность за планирование подготовки и переподготовки трудовых ресурсов для реализации проектов кластера, адресную подготовку специалистов кластера.

Зоны ответственности подкластеров предполагают распределение ответственности и обязанностей между хозяйствующими субъектами в соответствии с выявленными компетенциями в рамках реализации инновационного процесса (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Зоны ответственности подкластеров усовершенствованной модели инновационно-промышленного кластера

Подкластер	Зона ответственности
Центр управления подкластерами	-разработка стратегии развития инновационно-промышленного кластера; -распределение финансовых, материальных, информационных потоков между подкластерами; -разработка и корректировка бизнес-модели кластера; -заключение договорных отношений с внешними контрагентами кластера; -постановка, корректировка цели и задач для подразделений-разработчиков инновационных проектов с учетом рыночных требований.
Научно-исследовательский подкластер	-проведение фундаментальных исследований; -разработка инновационных решений и продуктов; -научно-технологическая модернизация существующих на рынке высокотехнологичных разработок под заказ.
Производственно-технический подкластер	Производство инновационных продуктов в промышленных масштабах
Центр исследования рыночной конъюнктуры и реализации технологии	- мониторинг рынка; - формирование превентивных потребительских предпочтений; - всесторонний анализ элементов внешней и конкурентной среды; - разработка маркетинговой концепции для эффективного внедрения инновационных продуктов на рынок.
Подкластер подготовки персонала	- подготовка квалифицированных специалистов для выполнения производственных операций на высокотехнологичном оборудовании; - переподготовка персонала с целью адаптации к внедрению на производстве инновационных технологий.

Преимуществами усовершенствованной модели инновационного кластерообразования являются:

1) единый центр планирования, контроля, оценки эффективности выполнения инновационных разработок;

2) данный формат построения инновационно-промышленного кластера предполагает структурирование при вхождении в него хозяйствующих субъектов и систему их взаимодействия, создавая эффективную конкуренцию среди инновационных предприятий и их прозрачную интеграцию с другими хозяйствующими субъектами и научно-образовательными учреждениями кластера;

3) с помощью данной модели решается проблема взаимодействия участников кластера со сторонними организациями, не входящими в состав кластера, но предоставляющими аналогичные услуги и создающими возможность разрушения кластера за счет переманивания хозяйствующих субъектов из кластера в свой рыночный сегмент. Конкурирующие организации могут входить в состав кластера или предоставлять свои услуги через центр управления кластером в случае их отсутствия у хозяйствующих субъектов, действующих в рамках инновационного кластера;

4) в рамках использования данной схемы все инновационные проекты формируются с учетом четкого анализа маркетинговой среды и максимально соответствуют потребительским предпочтениям;

5) инвестиционная поддержка проектов осуществляется специальным подкластером, который анализирует источники финансирования и своевременно обеспечивает необходимыми финансами инновационные проекты и организации их разрабатывающие;

6) в рамках данной модели технопарки используются только как временная площадка для поддержки при запуске производства стартап компаниями, акцент же делается на постепенном возвращении самостоятельных инновационных предприятий, которые должны стать коммерчески успешными самостоятельными бизнес-единицами.

Формирование инновационно-промышленных кластеров привносит новый смысл в интеграционный процесс на уровне региональной экономики. Благодаря использованию представленной модели кластерообразования появляется обратная связь между всеми участниками интеграционных процессов, инновационные проекты приобретают практический характер и создаются предпосылки для эволюции региональной экономики.

В качестве примера использования усовершенствованной модели инновационного кластерообразования, рассмотрим проекты по созданию кластеров на территории Волгоградской области. Администрацией Волгоградской области принято решение о формировании следующих кластеров:

- химико-фармацевтического кластера, основными задачами которого являются: создание высокотехнологичного фармацевтического производства, соответствующего стандарту GMP; формирование базы для разработки и внедрения инновационных лекарственных средств; создание комплекса инновационных технологий разработки и внедрения в промышленное производство отечественных лекарственных средств; обеспечение населения стратегически важными и жизненно необходимыми лекарственными средствами;

- текстильного кластера «Поволжье», предназначением которого является внедрение новых производств высококонкурентной продукции: смесовой сорочечной ткани; махровых тканей и изделий; технических тканей, обладающих специальными защитными свойствами; кольцевой, кардонной и гребенной высокономерной ткацкой и трикотажной пряжи, мебельной ваты;

- ИТ-кластера, ориентированного на импортозамещение производства материалов и комплектующих для сбора отечественных аналогов компьютерной и цифровой техники, а также на создание программного обеспечения, как эксклюзивного, так и ориентированного на типовые продукты для различных целевых сегментов рынка;

- кластера транспортного машиностроения на базе ООО «ИПГ «Волга Бас», целью которого строительство высокотехнологичных производственных мощностей для производства пассажирских автобусов малого класса;

- кластера на базе группы компаний «Никохим» совместно с ГК «Роснано» для производства наноструктурированного оксида магния [7].

Существующая на территории Волгоградской области региональная модель кластерообразования полностью отвечает типовым стандартам построения кластеров, хотя и носит смешанный характер инновационного и промышленного. В представленной структуре (рис.3) отсутствует единая система управления кластером и стратегия развития, все организационные и управленческие решения принимаются разрозненно каждым его элементом.

Градации зон ответственности в данной модели кластера происходит следующим образом:

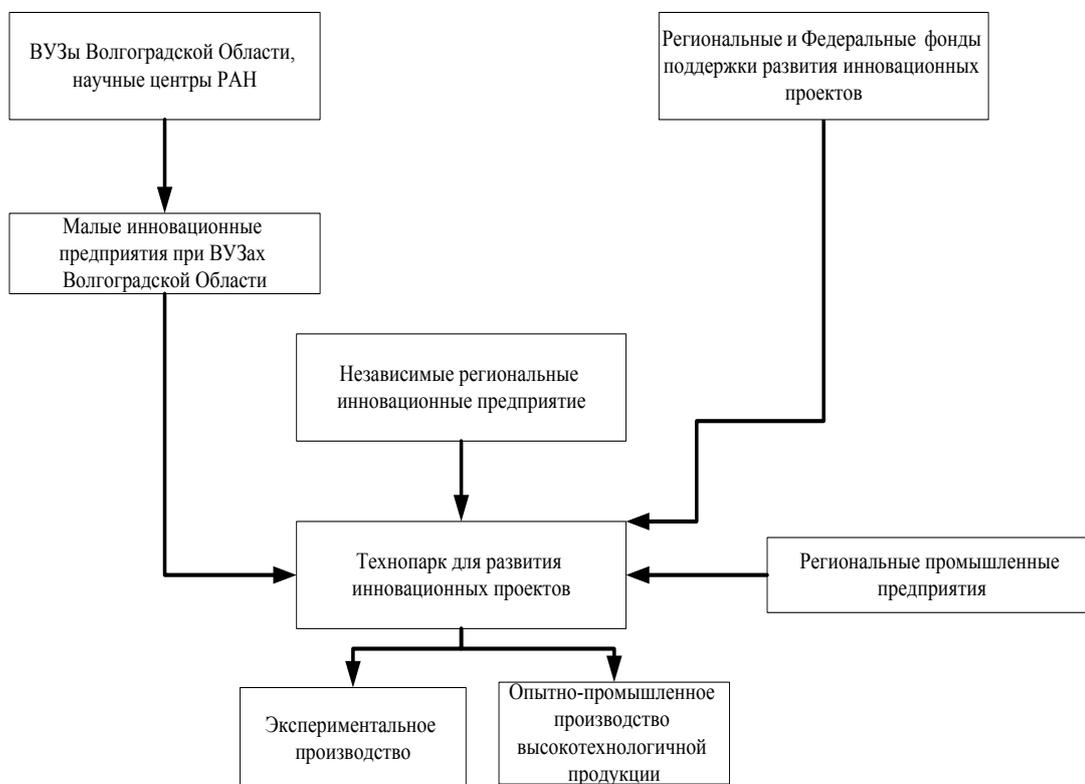


Рисунок 3. Типовая структура формирования кластеров на территории Волгоградской области

- научно-образовательный подкластер (ВУЗы, научно-технические комплексы, МИПы) занимаются проведением НИОКР и разработкой новых видов инновационной продукции с приближительным ориентиром на рынок;

- опытно-конструкторский подкластер разрабатывает опытную партию инновационной продукции;

- производственно-технический подкластер реализует проект по выпуску инновационной продукции в промышленных масштабах.

К компетенциям структурных подразделений существующей модели кластерообразования можно отнести:

- стратегическое планирование проведения фундаментальных НИОКР новых видов инновационной продукции выполняют ВУЗы и научные центры;

- организация опытно-экспериментального производства реализуется на базе малых

инновационных предприятий;

- планирование и реализация промышленного производства в рамках деятельности крупных промышленных предприятий.

Среди создаваемых на территории Волгоградской области кластеров особый интерес представляет информационно-технологический инновационно-промышленный кластер, позволяющий производить высокотехнологичную продукцию, разрабатывать эксклюзивные нематериальные активы и постоянно создавать мотивацию для научно-технического прогресса, занимаясь воспроизводством нанотехнологий.

С целью упорядочения структурных взаимосвязей между элементами кластера, авторами статьи предлагается модель формирования регионального информационно-технологического кластера, в рамках которого, действуют соответствующие подкластеры (рисунок 4).

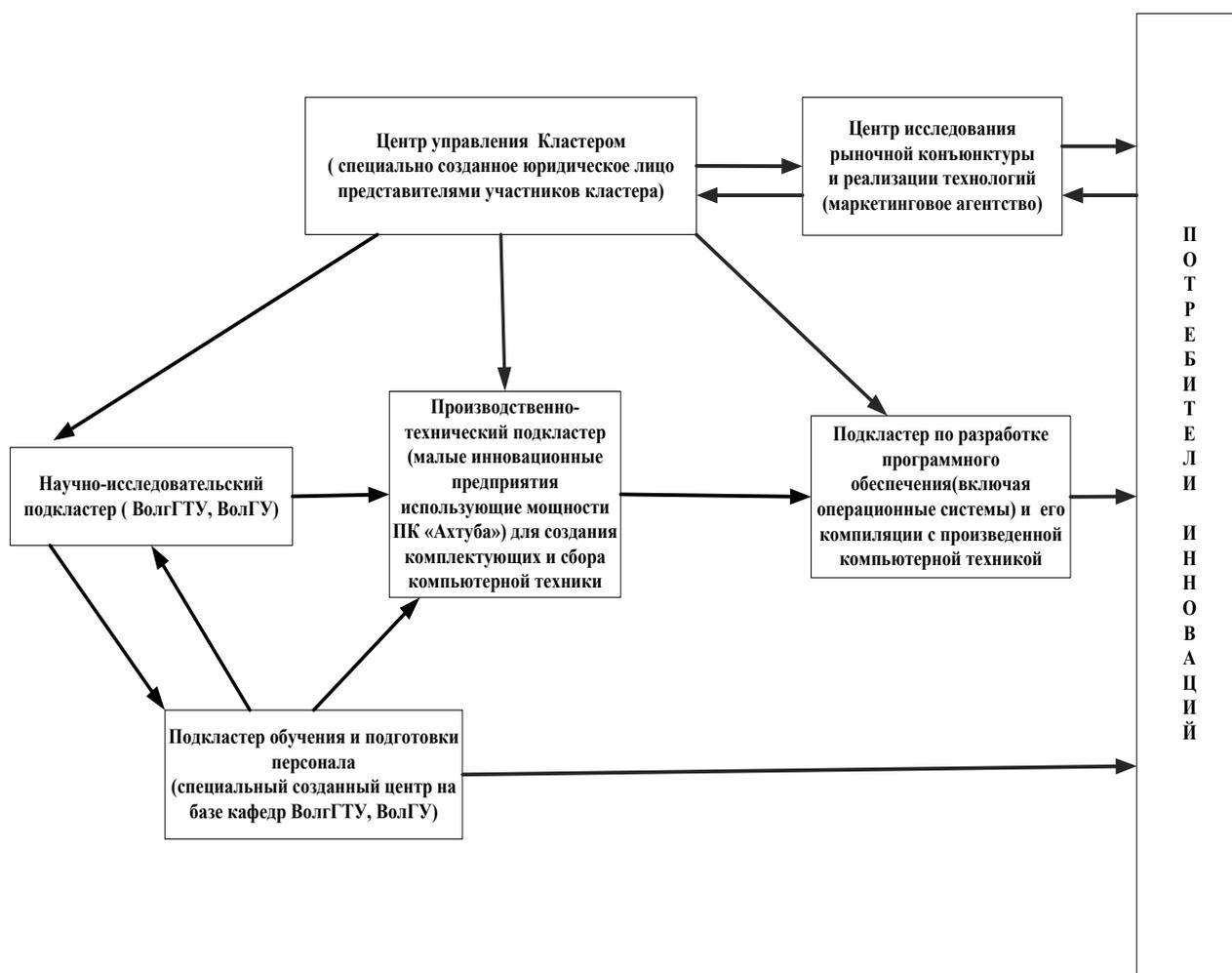


Рисунок 4. Усовершенствованная структура Волгоградского информационно-технологического кластера

Зоны ответственности подкластеров усовершенствованной модели информационно-технологического кластера

Подкластер	Зона ответственности
Центр управления подкластерами	- разработка стратегии развития инновационного информационно-технологического кластера в условиях динамично развивающейся внешней среды; - разработка стратегии развития инновационного информационно-технологического кластера; -распределение финансовых, материальных, информационных потоков между подкластерами; -разработка и корректировка бизнес-модели кластера; -заключение договорных отношений с внешними контрагентами кластера; -постановка, корректировка цели и задач для подразделений-разработчиков инновационных проектов с учетом рыночных требований.
Научно-исследовательский подкластер	-проведение фундаментальных исследований; -разработка инновационных решений и продуктов; -научно-технологическая модернизация существующих на рынке высокотехнологичных разработок под заказ.
Производственно-технический подкластер	Производство высокотехнологичной продукции и нематериальных активов
Центр исследования рыночной конъюнктуры	- мониторинг рынка информационных технологий;

В рамках представленной модели распределение компетенций между участниками информационно-технологического кластера происходит следующим образом:

- центр управления подкластерами несет ответственность за разработку стратегического плана создания современной компьютерной техники, постановка задач по фундаментальным НИОКР производства комплектующих с учетом существующей платежеспособности потребителей, производственных заданий для МИП и технопарков, анализ выполнения пунктов стратегического плана по разработке востребованного на рынке программного обеспечения и аналогов импортной продукции;

- научно-исследовательский подкластер несет ответственность за создание концепции инновационной технологии производства инновационных видов отечественной компьютерной техники, анализ выполнения МИП и технопарками особенностей инновационной технологии производства необходимых комплектующих, плат и наночипов;

- центр исследования рыночной конъюнктуры и реализации технологии несет ответственность за мониторинг рынка компьютерной техники, бизнес-моделирование создания новых предприятий в сфере информационных технологий, прогноз научно-технического прогресса и его влияние на развитие компьютерной техники, а также соответствующего программного обеспечения, изучение передового опыта экономического производства компьютерной техники и разработки программного обеспечения;

- подкластер обучения и подготовки персонала несет ответственность за обучение и переподготовку с учетом актуализируемых требований специалистов в сфере приборостроения, разработке информационных технологий, дизайна программного обеспечения, управления системами принятия решения;

Отличительными особенностями предложенной авторами статьи усовершенствованной модели Волгоградского химико-фармацевтического кластера являются: акцент кластерообразования на зондировании рынка и формировании эффективных инновационных технологий и малых инновационных предприятий, а также создание четко разграниченной структуры управления инновационным кластером.

Полученные результаты. В статье уточнено содержание понятия «инновационно-промышленный кластер», предложена разработанная авторами новая модель инновационно-промышленного регионального кластерообразования с эффективной системой управления бизнес-процессом.

Направления дальнейших исследований.

Предполагается, что разработанная модель усовершенствованного инновационно-промышленного кластера позволит оптимизировать взаимодействие его участников и создаст предпосылки для дальнейшего изучения следующих научно-практических аспектов использования кластеров:

- разработка эффективной стратегии использования инновационно-промышленных кластеров;

- использование предложенной модели усовершенствованного инновационно-промышленного кластера, как основы создания региональной политики кластерообразования;

- уточнение форм отраслевых моделей кластерообразования.

Раздел «Благодарность». Особую признательность авторы исследования выражают хозяйствующим субъектам, предоставившим достоверную аналитическую информацию об особенностях построения кластеров на территории Волгоградской области.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Портер М. Конкурентная стратегия: методика анализа отраслей и конкурентов. М.: Альпина Бизнес Букс, 2012. 608 с.
- 2 Винокурова Ю.В. Кластерные концепции организации структуры // Региональная экономика: теория и практика. 2013. №5. С.16-25.
- 3 Maggioni, M., Clustering Dynamics and the Location of High-Tech Firms // The Economist. 2014. № 5. P. 44-47.
- 4 Шамаева Н.П. Проблемы формирования кластеров на основе кооперации промышленных предприятий с научными организациями и образовательными учреждениями // Вестник Удмуртского университета. 2013. № 2. С. 105–112
- 5 Захаренко И.К. Анализ типов инновационных кластеров // Креативная экономика. 2014. №22. С.65-76
- 6 Cooke Ph. Regional Innovation Systems, Clusters and the Knowledge Economy // Industrial and Corporate Change. 2015. № 3. P. 37-42.
- 7 Саликов Ю.А., Зенин А.А., Барзенкова А.С., Букреев А.М. Механизм формирования и реализации кластерной политики промышленных предприятий и отраслей // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 252-257.
- 8 Беков Р. Перспективы создания территориальных кластеров в Волгоградской области. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cluster.hse.ru>.

REFERENCES

- 1 Porter M. Competition. [Konkurentisia]. Moscow, Williams, 2013. 608 p. (In Russ.).
- 2 Vinokurova Yu.V. Cluster concept of organization structure. *Regionalnaya ekonomika*. [Regional economy: theory and practice], 2013, no. 5, pp.16-25. (In Russ.).
3. Maggioni M. Clustering Dynamics and the Location of High-Tech Firms. *The Economist*, 2004, no 5, pp. 44-47.
- 4 Shamaeva N.P. Problems of formation of clusters based on industrial cooperation with scientific organizations and educational institutions. *Vestnik Udmurtskogo universiteta*. [Bulletin of Udmurt University], 2013, no. 2, pp 105-112. (In Russ.).
- 5 Zakharenko I.K. Analysis of the types of innovation clusters. *Kreativnaya ekonomika*. [Creative economy], 2014, no. 22, pp. 65-76. (In Russ.).
- 6 Cooke Ph. Regional Innovation Systems, Clusters and the Knowledge Economy . *Industrial and Corporate Change*, 2015, no 3, pp. 37-42.
- 7 Salikov Yu.A., Zenin A.A., Borzenkova A.S., Bukreyev, A. M. The mechanism of formation and implementation of cluster policy of industrial enterprises and industries. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of Voronezh state University of engineering technologies], 2013, no. 4 (58), pp. 252-257. (In Russ.).
- 8 Bekov R. Perspektivy sozdaniya territorial'nykh klasterov v Volgogradskoy oblasti. [Prospects for the creation of regional clusters in the Volgograd region]. Available at: <http://cluster.hse.ru>. (In Russ.).

Аспирант М.С. Люфт, профессор И.В. Пещанская
(Москва, Рос. гос. ун-т. им. Г.В. Плеханова) кафедра управления рисками, страхования и ценных бумаг. тел. 8(904)686-39-31
E-mail: mixluft@mail.ru

Graduate M.S. Lyuft, professor I.V. Peshchanskaia
(Moscow, Plekhanov Russian University of Economics) Department of a risk management, insurance and capital issues. phone 8(904)686-39-31
E-mail: mixluft@mail.ru

Выявление фальсификации отчетности, предоставляемой в банк заемщиком, методом анализа динамических показателей

Detection of reports falsification provided to a bank by a borrower using the method of dynamic parameters analysis

Реферат. В статье, посредством анкетирования ведущих банков РФ, кредитующих малый бизнес, были сформированы основные стоп-факторы при кредитовании по методике Европейского Банка Реконструкции и Развития. Дана характеристика данной методики, выявлены основные слабые стороны методики ЕБРР. Дана характеристика основных способов анализа аналитического баланса предприятия – заемщика, на основе чего сделан вывод о необходимости анализа ключевых показателей аналитического баланса во временной динамике. Анализ показателей и коэффициентов в динамике позволит увидеть тенденции развития компании, а также выявить отклонения в коэффициентах. Существенность или отличие от нормальных показателей данных коэффициентов может свидетельствовать о наличии факторов недобросовестного поведения заемщиков, в частности фальсификации отчетности предоставляемой в банк. Для выявления фальсификации предложены этапы обработки информации, исключающие наличие заинтересованности в результате сделки у лиц принимающих решение о возможности кредитования. На основе динамических показателей аналитического баланса и связи с управленческим отчетом о прибыли и убытках. Была выведена формула определения размера фальсификации чистой прибыли в документации заемщика, предоставляемой в банк. Далее в статье приведен второй способ определения фальсификации чистой прибыли, основанный уже на данных анализа показателей в динамике, а именно показателя рентабельности деятельности предприятия. Описан процесс расчета **Payment To Income** - платежа к доходу – показателя, целью получения которого является определение возможности оплаты кредита. Описаны основные сильные стороны данной методики, сделаны выводы по статье.

Summary. The main stop-factors in a landing were formed in the article according to the procedure of the European Bank for Reconstruction and Development by the means of questioning the leading Russian banks that finance small-scale business. It is given the description of this method, also it is identified the main weaknesses of the EBRD methodology. There is a description of the main methods of the borrowing company's analytical balance and thereupon it is made the conclusion about the necessity of the analysis of the balance's principal factors across time. The analysis of indicators and factors in the dynamics enables us to see trends in the development of the company, and to identify deviations in the coefficients. Either materiality or difference from normal values of these coefficients may indicate the factors of the borrowers' misconduct, and in particular it gives evidence concerning falsification of reports provided to a bank. There are stages of information processing for falsification's detection, excluding the interest from decision-makers about the possibility of lending in the results of a transaction. The formula that determinates the value of net profit falsification has been made on basis of dynamic parameters of the analytical balance and the connection with the administrative profit-and-loss report. Further, the article provides the second method of a determination of the net profit falsification already based on data of the parameters in dynamics namely business profitability rate. The process of calculation Payment To Income - payment to income - an indicator, in order to obtain good data on who falsify net income. Are key strengths of this method of identifying and conclusions paragraph article.

Ключевые слова: стоп-факторы кредитования, методика Европейского банка Реконструкции и развития, аналитический баланс, фальсификация отчетности, платеж по доходу

Keywords: landing stop-factors, the procedure of the European Bank for Reconstruction and Development, the analytical balance, reporting falsification, payment to income

В современной послекризисной ситуации в современной экономике России, предприятия малого бизнеса имеют ряд трудностей выходящих за рамки самого сектора малого предпринимательства. Проблемами малого предпринимательства является неразвитость правовой системы, слабая защищенность предпринимателя, непредсказуемостью российской инфра-

структуры и монопольно сложившаяся экономика России. Независимо от обширной программы государственной поддержки малого предпринимательства предприятия малого бизнеса имеют главную проблему в виде недостатка капитала, которая вытекает из проблемы возможности финансирования предприятий финансовыми институтами.

Банковское кредитование, как способ привлечения денежных средств является не только самым дешевым и надежным, но и самым динамичным. Государство всевозможными способами поддерживает малое предпринимательство в рамках банковского кредитования, но кредит является труднодоступным для малых предприятий. Вся проблема труднодоступности заемных средств заключается во взаимодействии банков и предприятий.

Рассмотрение заемщика, в качестве потенциального клиента при кредитовании малого бизнеса, по нашему мнению, должно включать в себя три направления:

1. Оценка возможности заключения сделки. В рамках данного направления некредитными службами банка (юридической службой и службой безопасности) оценивается возможность заключения сделки непосредственно с данным заемщиком, происходит оценка юридических сторон и рисков заключения сделки, а также оценка кредитной истории и репутации заемщика.

2. Оценка рисков недобросовестного поведения в рамках оценки возможности заключения сделки с субъектами малого предпринимательства на современном этапе сводится к оценке репутации заемщика службой безопасности банка.

3. Оценка кредитных рисков включает в себя выбор необходимого продукта для клиента, определение доходности, которую получит банк от данного клиента, что необходимо для стоимостных оценок риска по клиенту, и оценка платежеспособности (кредитоспособности клиента). Под кредитоспособность заемщику подразумевается способность в полном объеме и в срок платить по своим обязательствам (основному долгу и процентам) [1], при обеспечении и сохранении нормального хода производства (без ущерба для него) [2].

На сегодняшний день, большинство банков с целью снижения операционных издержек, снижения банковских рисков на первичном этапе взаимодействия с клиентом – субъектом малого предпринимательства, разрабатывают «стоп-факторы» кредитования. Была проведена работа по анкетированию российских коммерческих банков, в которые попали и ТОРы, на предмет основных требований к своим потенциальным клиентам в рамках кредитования малого бизнеса.

Проанализировав и обобщив информацию о требованиях банков к своим заемщикам, и после сравнительного анализа полученных результатов можно составить перечень основных «стоп-факторов» при кредитовании юридических лиц и

индивидуальных предпринимателей в рамках кредитования малого бизнеса (таблица 1).

Т а б л и ц а 1
Оценка «стоп-факторов» кредитования субъектов малого предпринимательства

Вид риска	Наименование критерия	Оценка критерия
Кредитные риски	Неоднократная реструктуризация и пролонгация	стоп-факт
	Резкое снижение выручки за анализируемый период	более 25%
	Отрицательный и низкий собственный капитал	не менее 25% от валюты баланса и не менее суммы кредита
	Наличие положительной кредитной истории	обязательно
	Диверсификация по контрагентам	не менее 3 поставщиков и 3 покупателей
	Срок существования бизнеса	не менее 6 месяцев
	Консолидированный анализ	обязательно
	Отсутствие изменений в учредительных документах	за минимум последние 6 месяцев
Юридические риски	Наличие исковых требований	не более чем на 25%
	Наличие залогового обеспечения	сумма не более 4 млн.руб.
Залоговые риски	Страхование залога	тмц, недвижимость - обязательно
	Отсутствие обременения в пользу третьих лиц	обязательно
	Оценка залогового обеспечения	аккредитованной компанией или отделом залоговой экспертизы
	Предоставление недостоверной информации	стоп-факт
Риски оппортунистического поведения	География	только регион присутствия банка (область/край)
	Доля безналичных оборотов	наличие обязательно
	«Легальность» бизнеса	не менее 10%

Под понятием легальность бизнеса подразумевается процентное отношение выручки, заявленной в официальной отчетности за рассматриваемый период, к реальной выручке предприятия, полученной за данный период по управленческой отчетности.

Проанализировав требования банков, предоставляемые к заемщикам, рассмотрев обобщенные стоп-факторы, можно сделать вывод о необходимости в рамках кредитования малого и среднего бизнеса сугубо индивидуального подхода. Но данный подход является достаточно трудоемким и несистематизированным, что требует разработки и внедрения методики, которая будет более достоверно отображать информацию о бизнесе клиента на любом этапе и в любой финансовой ситуации клиента. Но в рамках растущей конкуренции, банки проявляют интерес к упрощенным и скоринговым моделям оценки кредитоспособности, что ведет к росту рисков, то есть механизм совершенствования методики оценки запускается в обратном направлении. Хотя, как и для поддержки малого бизнеса, для снижения банковских рисков, так и для исключения многих «стоп-факторов» требуется разработка единой методики, которая, возможно, будет более трудоемка, чем скоринговые модели, но будет иметь общую, систематизированную и адекватную модель в основе.

На сегодняшний день практически во всех банках, кредитующих малый бизнес действует методика оценки кредитоспособности заемщика основанная на стандартах Европейского Банка Реконструкции и Развития. Основой происхождения данной методики в РФ стало начало реализации программы ЕБРР в регионах России. В 1994 году данная программа начала реализовываться в провинциальных городах, в банках которых не была разработана единая система оценки кредитоспособности, а бурное развитие малого предпринимательства требовало вливания денежных средств в виде банковских кредитов.

Европейский Банк Реконструкции и Развития – международная финансовая организация, созданная 29 мая 1990 года в целях создания демографических норм в большинстве ведущих стран мира и перехода к рыночной экономике [3]. 29 марта 1993 года Правительство РФ и ЕБРР подписали Соглашение о представительстве ЕБРР в России [4].

В условиях подчинения бухгалтерского учета в России принципам минимизации налогообложения, компании не показывают реального финансового положения своих компаний.

Данная методика нацелена на выявление скрытого финансового состояния компании посредством рассмотрения каждой статьи доходов-расходов и имущества и источников формирования данного имущества. Анализ кредитоспособности в данной методике основан на построении трех финансовых отчетов:

1. Аналитического баланса;
2. Отчета о прибылях и убытках;
3. Отчете о движении денежных средств (Cash-flow).

Однако, повсеместное использование данной методики не исключило наличие её недостатков. В частности, нами было выделено три проблемы методики оценки кредитоспособности субъектов малого предпринимательства:

- отсутствие механизмов препятствующих недобросовестному поведению со стороны сотрудников банка;
- выявление фальсификации отчетности, предоставляемой потенциальными заемщиками в банк с целью улучшения показателей кредитоспособности;
- отсутствие возможной методики верификации управленческой отчетности с официальной отчетностью, в части показателя легальности бизнеса по выручке и показателям баланса в связи с вступлением в силу Федерального закона «О бухгалтерском учете» № 402-ФЗ.

Существует несколько способов анализа ключевых показателей аналитического баланса. Самыми простыми способами, предполагающими сравнение показателей одного периода с показателями другого периода, является горизонтальный анализ показателей. Суть данного способа заключается в показателе процентного изменения отдельного показателя за определенный период времени. Вертикальный анализ предполагает процентное сопоставление каждой статьи баланса в процентах к суммарным активам баланса (валюте баланса).

Сопоставляя статьи баланса данными способами за несколько периодов, можно сделать вывод о существующих тенденциях в деятельности компании. Данные методы являются одними из самых распространенных методов интерпретации и сравнения финансовых отчетов, являясь важным, дополнительным инструментом анализа. Относительная структура баланса компаний действующих в одной и той же отрасли может являться неким стандартом сравнения, по которому можно судить о благоприятности или неблагоприятности статей баланса. Данные методы позволяют выявить тенденции, однако они могут привести к сложным

выводам, особенно в случае изменения обстановки, в которой действует фирма, или открытие у фирмы нового направления деятельности, а также привести к неправильной интерпретации данных в случае их фальсификации и недобросовестного поведения заемщика.

Выводом данных умозаключений является то, что большинство показателей и коэффициентов имеет смысл рассчитывать и анализировать только в динамике, так как это позволяет сделать вывод о существующих тенденциях в деятельности организации и позволяет сделать вывод о дальнейшей состоянии компании для определения её кредитоспособности в будущем периоде. С учетом анализа коэффициентов и показателей в динамике особое место нужно уделить вероятности фальсификации отчетности.

Для решения данной задачи, анализ кредитоспособности предприятия-субъекта малого предпринимательства должен начинаться не с изучения показателей отчетности предприятия предоставленной в банк, а с методики формирования данной отчетности кредитным аналитиком. При этом, в части идентификации фальсификации отчетности, решающее значение имеет для банка именно выбор методики анализа кредитоспособности.

Механизм реализации выявления фальсификации финансовой отчетности предлагаемой методики делится на два этапа:

1. Кредитный аналитик в регионе обрабатывает первичные данные предоставленным клиентом и вносит их в унифицированную форму, состоящую из аналитического баланса, ОПиУ, cash-flow. Отправляет данные в рамках кредитного конвейера на андеррайдера в головной офис банка.

2. Андеррайдера головного офиса переносит данные в форму, предусматривающую выявление фальсификации, определяет ее существенность. В случае не соответствия полученных нормативов, нормам для положительного решения, выносит отрицательное решение, в случае соответствия - выносит на комитет для решения.

Форма выявления фальсификации основывается на составлении аналитического ОПиУ, cash-flow и аналитического баланса и связей между ними. Существенными изменением составления аналитического баланса является составление его на две отчетные даты (дату заявки, и дата заявки минус один год). Дополнительно происходит моделирование баланса от даты подачи заявки минус год нового баланса. Результатом динамического моделирования управленческого баланса является расчетный управленческий баланс на дату подачи заявки на

кредитование. Данный расчетный баланс подвергается сопоставлению с балансом, построенным относительно данных, предоставленных предприятием, то есть расчетного (прогнозируемого) с фактическим на одну и ту же дату.

Целью составления динамического баланса является:

- анализ финансовых коэффициентов в динамике;

- сопоставление динамики и амплитуды колебаний финансовых коэффициентов с нормативными показателями для каждой отрасли;

- проанализировать связь основных аналитических отчетов, используемых при анализе кредитоспособности предприятий;

- на основе связи трех аналитических отчетов, выявить наличие и существенность фальсификации отчетности.

Баланс на дату проведения заявки и на предыдущие периоды составляются в ценах соответствующие дате проведения анализа.

Построение прогнозного аналитического баланса строится на основании связи аналитического баланса, аналитического ОПиУ и cash-flow. При этом построение прогнозных значений осуществляется на основании следующих выражений:

$$ДЗ2 = ДЗ1 + Вопиу - ДСсф + ПК2 - ПК1, (1)$$

где ДЗ2 - прогнозное значение счетов к получению на дату заведения заявки; ДЗ1 - значение счетов к получению на дату заведения заявки минус период расчетов(t) Вопиу - сумма выручки по методу начисления (из аналитического ОПиУ) за период между балансами(t); ДСсф - сумма поступления денежных средств по методу оплаты (из аналитического cash-flow) за период между балансами(t); ПК2 - значение предоплаты клиентов на дату заведения заявки; ПК1 - значение предоплаты клиентов на дату заведения заявки минус период расчетов(t).

$$КЗ2 = КЗ1 - С + ПП2 - ПП1 + ТМЗ2 - ТМЗ1, (2)$$

где КЗ2 - прогнозное значение суммы счетов к оплате и товарного кредита на дату заведения заявки; КЗ1 - значение суммы счетов к оплате и товарного кредита на дату заведения заявки минус период расчетов(t); С - себестоимость проданных товаров (из аналитического ОПиУ); ПП2 - значение предоплаты поставщикам на дату заведения заявки; ПП1 - значение предоплаты поставщикам на дату заведения заявки минус период расчетов(t); ТМЗ2 - остатки товарно-материальных ценностей на дату заведения заявки; ТМЗ1 - остатки товарно-материальных ценностей на дату заведения заявки минус период расчетов(t).

Данные выражения не дают точной прогнозной картины распределения активов и источников их формирования, но результирующим показателем всего баланса будет прогнозный собственный капитал ($СК1'$).

Для анализа и оценки фальсификации размера имущества необходимо сравнить данные баланса, построенного на дату проведения анализа по данным, предоставленным клиентом, с данными баланса, спрогнозированного до даты проведения анализа. Данное сопоставление можно представить:

$$СК1 - СК1' = \Phi, \quad (3)$$

где $СК1$ - собственный капитал на дату проведения анализа, по данным предоставленным клиентом; $СК1'$ - прогнозная величина собственного капитала на дату проведения анализа; Φ - сумма фальсификации размера собственного капитала.

Основу связи трех аналитических отчетов заключается в следующей взаимосвязи:

$$СК1 = СК0 + ЧП(t), \quad (4)$$

где $СК1$ - собственный капитал на дату проведения анализа; $СК0$ - собственный капитал на предыдущую дату; $ЧП(t)$ - чистая прибыль, заработанная за период t , после извлечений из бизнеса собственником денежных средств на личные нужды; t - период (количество месяцев) времени между датами составления балансов.

В связи с тем, что одним из способов фальсификации и искажения показателей бухгалтерского баланса является нарушения принципа временной определенности фактов хозяйственной деятельности, то есть распределения доходов и затрат между отчетными периодами, с целью увеличения показателя чистой прибыли, необходимо определить величину данного искажения, что можно осуществить, используя следующее выражение:

$$\Phi_{чп} = \Phi/t \quad (5)$$

где $\Phi_{чп}$ - среднемесячное искажение чистой прибыли.

Для оценки возможности оплаты заемщиком ежемесячного платежа по инвестиционному кредиту, банки используют показатель отношения платежа к чистой прибыли, который называют по разному, мы обратимся к показателю РТИ (PaymentToIncome - платеж к доходу) используемому банком «Х».

Расчет показателя РТИ для инвестиционных кредитов (от среднемесячной чистой прибыли):

Числитель – равен сумме совокупных ежемесячных платежей по всем обязательствам клиента необоротного характера на следующих условиях:

- По рассматриваемому кредиту – планируемый аннуитетный платеж с учетом основного долга и процентов (при установлении сезонного графика для расчета также используется аннуитетный платеж; по НКЛ - аннуитетный платеж по всей сумме утверждаемого лимита независимо от количества траншей).

- По действующим кредитам в виде овердрафта/ВКЛ – размер среднемесячного платежа в погашение процентов.

- По действующим разовым кредитам, НКЛ, предоставленным на цели пополнения оборотных средств, со сроками действия кредитного соглашения не более 2 лет с момента заключения – размер среднемесячного платежа в погашение процентов.

- При наличии лизинговых договоров – ближайшие лизинговые платежи.

- При наличии необоротного кредита/займа со сроком погашения свыше 30 дней от даты фин. анализа (при погашении обязательств единовременно/периодическими платежами) в качестве платежа принимается сумма двух величин: величины месячного платежа по процентам, рассчитанного исходя из текущего остатка задолженности кредита на дату проведения финансового анализа, и величины, определенной как отношение задолженности по данному кредиту в части основного долга к количеству месяцев до полного погашения обязательств.

- При наличии необоротных кредитов/займов со сроком погашения по отношению к дате финансового анализа свыше 30 дней (при погашении аннуитетными платежами) в качестве платежа учитывается сумма аннуитетного платежа по кредиту (в соответствии с условиями договора).

- При наличии кредита/займа сроком погашения до 30 дней по отношению к дате финансового анализа при условии погашения за счет собственных средств заемщика либо в случае рефинансирования данной задолженности за счет выдаваемого Банком «Х» кредита – платежи по таким кредитам не учитываются.

- При наличии утвержденных, но не выданных необоротных кредитов (или траншей по НКЛ) в качестве платежа учитывается сумма ежемесячного взноса по этим кредитам/траншам (расчет платежа – выше), за исключением случаев, когда до выдачи нового

кредита предусмотрено закрытие неиспользованного лимита либо аннулирование решения о предоставлении кредита.

Знаменатель - среднемесячная чистая прибыль, увеличенная на сумму среднемесячной величины уплачиваемых процентов по действующим кредитам и займам, определенной за прошлые периоды из аналитического ОПиУ.

Данный показатель должен быть ниже нормативного предела. Нормативный предел показателя РТГ устанавливается банком в зависимости от суммы кредита, размера залога, вида залога и прочих условий. Оставим установку предельного размера данного показателя на усмотрение банка, однако, с учетом совершенствования в части определения фальсификации чистой прибыли, из знаменателя расчета данного показателя необходимо вычесть величину среднемесячной фальсификации отчетности (Фчп).

Расчет показателя РТГ для оборотных кредитов рассчитывается относительно среднемесячной выручки, так как погашения кредитной задолженности по данным видам кредитования осуществляется из оборотных средств. РТГ рассчитывается:

Числитель – равен сумме платежей по всем обязательствам клиента оборотного характера.

Знаменатель - среднемесячная выручка.

Для определения показателя среднемесячной выручки можно использовать три варианта. Первым вариантом является сопоставление официальной выручки с выручкой, предоставленной клиентом в Банк. В данном случае временные рамки рассматриваемой отчетности увеличиваются и должны включать минимум один полный календарный год, однако, данный способ не является дееспособным в случае параллельной фальсификации управленческой и официальной отчетности.

Вторым способом является определение рентабельности предприятия по данным предоставленным клиентом. Однако, всесторонняя фальсификация статей аналитического ОПиУ даст искажению картину рентабельности бизнеса. По нашему мнению, оптимальным для использования является третий способ, основанный на расчете выручки, исходя из нормативной рентабельности каждой отрасли.

$$ЧР = ЧПс/Вс \quad (6)$$

где ЧР – показатель чистой рентабельности; ЧПс – среднемесячное значение чистой прибыли. При наличии сезонности среднее значение чистой прибыли и выручки

рассчитывается за 12 мес. При отсутствии сезонности – за 3 последних месяца (без учета пиковых при наличии таковых); Вс - среднемесячное значение выручки от реализации продукции, товаров, работ и услуг.

Такой расчет не требуется, и выручка принимается действительной, в случае:

- вся выручка предприятия проходит по расчетному счету;

- данный объем выручки подтверждается справкой из обслуживающего банка;

- справка не вызывает сомнений в подлинности.

Данные финансовые выражения позволяют построить прогнозные значения на любую дату, входящую в период по времени анализа. Это обстоятельство позволяет рассчитывать большинство видов показателей ликвидности, финансовой устойчивости и оборачиваемости.

Анализ динамики (тренда) данных показателей позволяет сделать вывод о наличии или отсутствии фальсификации. Основываясь на консервативном подходе, и текущей экономической действительности можно сделать вывод о том, что коэффициенты показателей финансового состояния предприятия будут иметь относительно одинаковое значение, плавно улучшаться или ухудшаться, либо иметь незначительные искажения в пределах нормы. Признаком фальсификации в случае анализа коэффициентов в динамике будет резкое изменение показателей в лучшую сторону в размере показателей за анализируемый период или значительного изменения направления линии тренда, что говорит о намеренном искажении данных.

Данная методика в совокупности с механизмом кредитного конвейера имеет ряд преимуществ перед существующими методиками.

Методика анализа динамического баланса и идентификации фальсификации данных позволяет:

- Раскрыть потенциальные возможности аналитического баланса, как инструмента анализа финансового состояния.

- Прогнозировать и моделировать движение имущества фирмы, источников формирования имущества.

- Соотносить движение имущества фирмы и изменения источников относительно финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

- Показать адекватность соотношения вывода денежных средств на личные нужды собственника и прибыли аккумулирующейся для развития бизнеса в их динамике.

-Показать объем дефицита или профицита аккумулируемой прибыли предприятия и/или вывода денежных средств на нужды собственника.

-Прогнозировать оптимальность соотношения коэффициентов до и после заключения сделки.

-Выявлять наличие и масштаб фальсификации управленческой отчетности.

-Снизить риск оппортунистического поведения персонала банка.

По факту выявления присутствия или отсутствия недобросовестного поведения банк выносит решение о возможности или невозможности кредитования. При положительном решении о кредитовании и выявлении фактов недобросовестного поведения банку необходимо разработать комплекс мер по снижению риска не добросовестного поведения и механизмов оценки существенности фальсификации для возможности принятия решения.

Для оценки существенности фальсификации, по нашему мнению, необходимо разработать систему стоп-факторов или нормативов для принятия решения. Данные нормативы должны полностью определяться банком в части:

1. Показателя доли собственного капитала.

2. Расчетной величины РТИ для кредитов инвестиционного и оборонного характера.

3. Нормативов основных коэффициентов ликвидности, оборачиваемости, финансовой устойчивости.

В данный момент определение нормативов находится в компетенции банка. Предлагаемым существенным изменением является расчет показателей с учетом фальсификации показателей имущества и результатов деятельности, выявленной с помощью инструментов представленных ранее. При невыполнении нормативных показателей с учетом корректировки на фальсификацию, принимается отрицательное решение о кредитовании.

Особое внимание в данном случае необходимо уделять принципу конфиденциальности информации. Новая методика внедрится только в зоне андеррайдинга, что позволяет выявить не только недобросовестное поведение заемщика, но и всего отображения данных. Данное обстоятельство позволит:

- выявить сотрудников отдела малого бизнеса склонных к недобросовестному поведению, для формирования кадровых решений и оптимального подбора персонала;

- сформировать реальную картину о финансовых потоках потенциального заемщика консолидированных в удобной для восприятия форме.

ЛИТЕРАТУРА

1 Лаврушин О.И. Банковское дело. М.: КНОРУС, 2005.

2 Ачкасов А.И. Активные операции коммерческих банков. М.: Консалт-Банкир, 2004.

3 Agreement Establishing the European Bank for Reconstruction and Development dated 29 May 1990.

4 Постановление правительства РФ №263 "О подписании соглашения между Российской Федерацией и Европейским Банком Реконструкции и Развития (ЕБРР) займе для финансирования проекта постприватизационной поддержки предприятий" от 07.03.1997 года.

REFERENCES

1 Lavrushina O.I. Bankovskoe delo [Banking]. Moscow, KNORUS, 2005. (In Russ.).

2 Achkasov A.I. Aktivnyye operatsii kommercheskikh bankov [Active operations of credit banks]. Moscow, Konsult-Bankir, 2004. (In Russ.).

3 Agreement establishing the European Bank for Reconstruction and Development dated on 29 May 1990. (In Russ.).

4 Postanovlenie pravitel'stva RF №263 "O podpisanii soglasheniya mezhdyy RF i Evropeiskim bankom rekonstruktsii i razvitiya" [The Russian Federation Government Resolution №263 "On signing the Agreement between the Russian Federation and the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) for a loan to finance the project of enterprises post-privatization support" 07.03.1997]. (In Russ.).

УДК338.001.36

Соискатель И.А. Гончарова

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра экономической безопасности и финансового мониторинга. тел. (473)255-37-82

E-mail: lubimayalady@mail.ru

Applicant I.A. Goncharova

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of economic security and financial monitoring. phone (473) 255-37-82

E-mail: lubimayalady@mail.ru

Система сравнительной оценки уровня инновационного состояния промышленного предприятия

System of a comparative assessment of an innovative state of the food industrial enterprises

Реферат. Для оперативного формирования качественных методических рекомендаций по стимулированию инновационной деятельности пищевого промышленного предприятия необходима современная высококвалифицированная система оценки уровня инновационного состояния. В соответствии с предложенной методикой состав приоритетных задач и направлений функционирования предприятия с целью развития его инновационной активности определяется на основе расчётных данных базовых критериев и индикаторов по их минимальным значениям. В основу разработанной системы сравнительной оценки положен метод Дельфи с параллельной оценкой анализируемой и эталонной организации. Предлагаемая система оценки уровня инновационного состояния предприятия предполагает формирование экспертной группы из специалистов, которые проводят оценку согласно разработанной анкете рейтинговых оценок. Затем формируется перечень практических задач и мероприятий, рекомендуемых для развития инновационной активности предприятия с целью повышения полученных значений. Повышение значений индикаторов обеспечивается путём формирования соответствующих функциональных стратегий развития предприятия. В качестве примера рассмотрены два предприятия молочной промышленности ЗАО Молочный комбинат «Авида» и ОАО молочный комбинат «Воронежский». Индикаторы и соответствующие критерии, которые определены с помощью пятибалльной шкалы оценок экспертным путём (на основе метода Дельфи) и характеризуют уровень инновационно-активного состояния анализируемого предприятия ЗАО Молочный комбинат «Авида» и эталонного предприятия ОАО молочный комбинат «Воронежский». Коэффициент сравнения k между показателями T и L работы предприятий составляет $k = 53,0 \%$, что, в соответствии с предложенной градацией, свидетельствует об удовлетворительном уровне инновационно-активного состояния предприятия ЗАО Молочный комбинат «Авида». В связи с этим полученный результат можно использовать для стимулирования инновационной деятельности на предприятии, оказывая положительное влияние на критерии, лежащие в основе определения уровня инновационно-активного состояния предприятия, который необходим для формирования и решения актуальных задач инновационного развития промышленного предприятия.

Summary. For rapid formation of high-quality guidelines to stimulate innovation requires highly skilled modern system of evaluation of innovative state of the food industry enterprises. The composition of the priorities and areas of operation of the business in order to develop its innovation activity is determined based on the calculated data relevant criteria and indicators for their minimum values. The basis of the developed system is the method of Delphi with a parallel assessment analyzed and the reference organization. The proposed system of evaluation of the level of innovation of the enterprise involves the formation of an expert group of professionals who are evaluating the questionnaire developed in accordance ratings. Then formed a list of practical tasks and activities that are recommended for the development of innovative activity of the enterprise in order to increase these values. Rose-solution indicator values provided by the formation of the respective functional strategies for the development of the enterprise. For example, consider two companies Dairy Company Dairy "Avida" and JSC Dairy Plant "Voronezh". Indicators and corresponding criteria are defined with a scale of assessments by experts (based on Delphi method) and characterize the level of innovation and the active state of the analyzed enterprise JSC Dairy "Avida" and the reference enterprise of Dairy Plant "Voronezh". The coefficient k comparisons between parameters T and L of the enterprises of $k = 53,0\%$, indicating a satisfactory level of innovation-active state enterprise JSC Dairy "Avida". In this regard, the result can be used to stimulate innovation in the enterprise, providing a positive impact on the criteria underlying the determination of the level of innovation and the active state of the enterprise, which is necessary for the formation and solution of actual problems of innovative development of industrial enterprises.

Ключевые слова: критерии и индикаторы, характеризующие уровень инновационного состояния предприятия.

Key words: criteria and indicators, characterizing the level of innovation of the enterprise.

В настоящее время актуальным способом определения финансово-экономического состояния предприятия является оценка эффективности его работы. Однако данная оценка имеет относительно узкие и ограниченные функциональные возможности, обусловленные тем, что она характеризует состояние материальной и финансовой базы предприятия, но не позволяет определить уровень инновационного состояния, который необходим для формирования и решения актуальных задач инновационного развития промышленного предприятия.

В связи с этим автором предложена система оценки уровня инновационного состояния пищевого промышленного предприятия, с помощью которой можно оперативно определять уровень инновационного состояния предприятия и на основании низких значений критериев сформировать основные направления развития. Данная система методически базируется на методах экспертных (метод Дельфи) и

сравнительных оценок (параллельная оценка анализируемой и эталонной организации).

Предлагаемая система оценки уровня инновационного состояния предприятия предполагает формирование экспертной группы из специалистов, которые проводят оценку согласно разработанной анкете рейтинговых оценок (таблица 1). Данная анкета представлена в виде таблицы группированных критериев соответствующим индикаторам. Эксперты, оценивая анализируемую организацию, ставят баллы от 1 до 5. (1-очень плохо, 2-плохо, 3-удовлетворительно, 4-хорошо, 5-отлично). Затем при помощи математических линейных регрессий производится формирование индикаторов, показателей уровня инновационного состояния анализируемой и эталонной организации, на основе которых формируется коэффициент сравнения при помощи, который уровня инновационного состояния анализируемой организации. Все этапы системы оценки представлены на рисунке 1.

Т а б л и ц а 1

Критерии и индикаторы, характеризующие уровень инновационно-активного состояния предприятий

Наименование индикаторов в анализируемом (и эталонном) предприятии	Критерии, характеризующие соответствующие индикаторы	Критерии	
		Для анализируемого предприятия	Для эталонного предприятия
Персонал t_1 (l_1)	1. Образовательная структура персонала	t_1^1	l_1^1
	2. Возрастная структура персонала	t_1^2	l_1^2
	3. Наличие и уровень системы мотивации к инновационной деятельности	t_1^3	l_1^3
	4. Наличие и степень подготовленности управленческого резерва	t_1^4	l_1^4
	5. Доля средств, направляемых на развитие персонала, в сравнении с фондом оплаты труда	t_1^5	l_1^5
Интеллектуальные ресурсы t_2 (l_2)	1. Внутренние затраты на разработки и исследования	t_2^1	l_2^1
	2. Относительное количество полученных патентов и лицензий	t_2^2	l_2^2
	3. Относительное количество и суммарная стоимость проданных патентов и лицензий	t_2^3	l_2^3
	4. Статистическая характеристика проведения и участия в выставках и курсах	t_2^4	l_2^4
	5. Доля персонала, занятого исследованиями и разработками	t_2^5	l_2^5
Информационные ресурсы t_3 (l_3)	1. Наличие коммуникационных связей.	t_3^1	l_3^1
	2. Уровень автоматизации и кибернетизации всех бизнес-процессов	t_3^2	l_3^2
	3. Уровень развития информационной инфраструктуры	t_3^3	l_3^3
	4. Уровень развития консалтинговой инфраструктуры	t_3^4	l_3^4
	5. Уровень использования внешних информационных продуктов и технологий	t_3^5	l_3^5
Технологическое и техническое оснащение t_4 (l_4)	1. Технический уровень технологического производственного оборудования	t_4^1	l_4^1
	2. Фондовооруженность труда	t_4^2	l_4^2
	3. Уровень обновления основных фондов	t_4^3	l_4^3
	4. Уровень автоматизации основных и вспомогательных процессов	t_4^4	l_4^4
	5. Уровень организации производственных процессов	t_4^5	l_4^5
Инвестиционная политика t_5 (l_5)	1. Удельный вес привлеченных инвестиций	t_5^1	l_5^1
	2. Уровень ликвидности и платёжеспособности	t_5^2	l_5^2
	3. Инвестиционная активность	t_5^3	l_5^3
	4. Доля собственных средств, в структуре финансирования инноваций	t_5^4	l_5^4
	5. Срок окупаемости проекта.	t_5^5	l_5^5

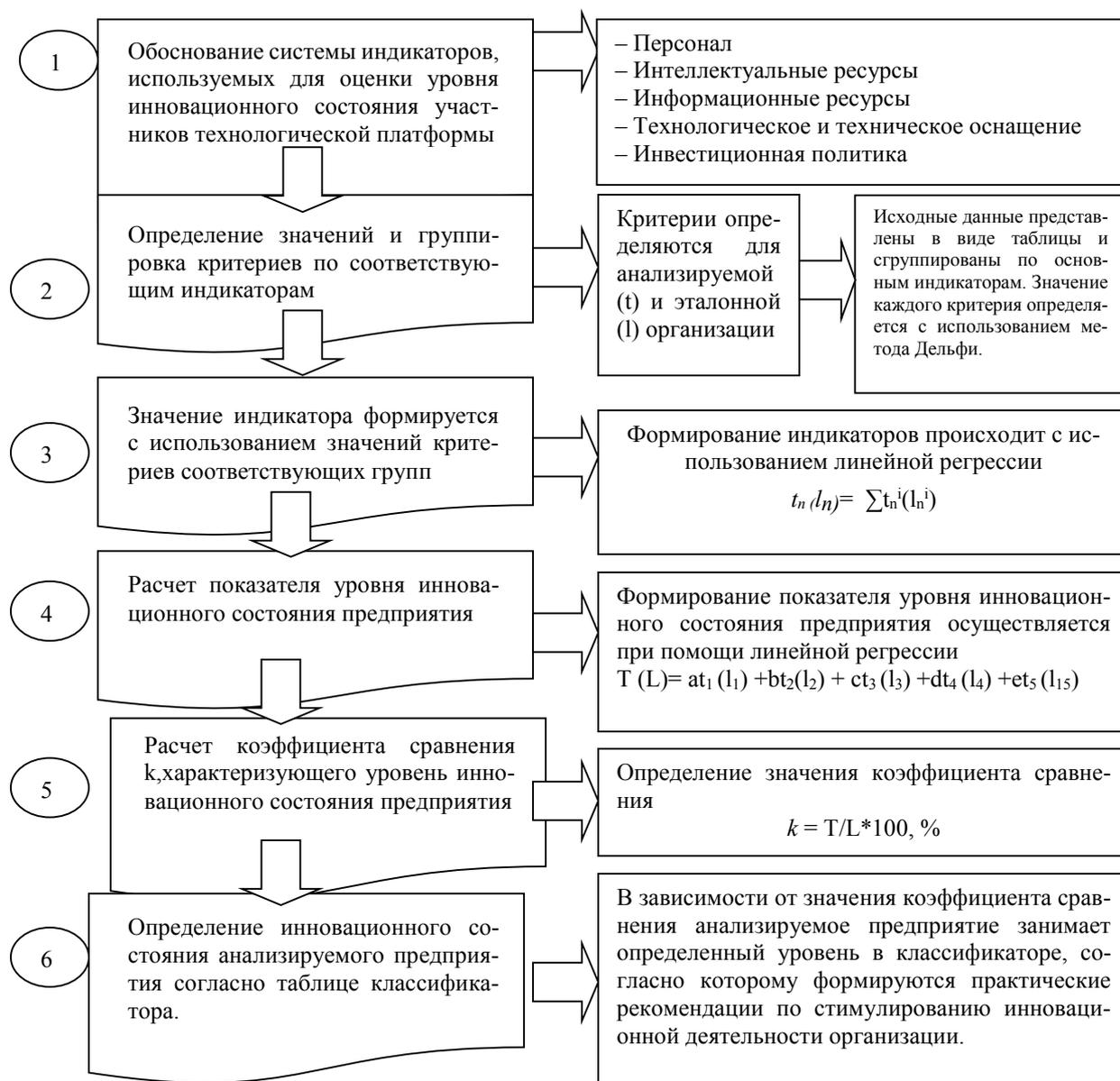


Рисунок 1. Система оценки уровня инновационного состояния предприятия

К числу преимуществ данной системы оценки уровня инновационного состояния предприятия относятся:

1) исходными данными для системы являются большое количество актуальных и главных критериев, сгруппированных по соответствующим индикаторам, тем самым раскрывая все основные стороны организации;

2) использованный метод Дельфи дает независимую оценку критериев, которые являются исходными данными для анализа;

3) сравнительная система базируется на оценке критериев, которые коммуникабельны для каждого предприятия;

4) система основана на сравнительном анализе двух организаций, тем самым раскрывая реальный уровень организации в соответствующей пищевой отрасли;

5) согласно итогам расчета по значению коэффициента сравнения и критериев можно сделать быстрый вывод о наиболее уязвимых сторонах организации.

В зависимости от значения от сравниваемого соотношения выделены 4 уровня инновационного состояния:

-если $k \leq 30 \%$, то уровень инновационного состояния организации оценивается как низкий;

- если $30\% < k < 60\%$, то уровень инновационного состояния организации оценивается как удовлетворительный;

- если $60\% < k < 90\%$, то уровень инновационного состояния организации оценивается как приемлемый;

- если $k \geq 90\%$, то уровень инновационного состояния организации оценивается как высокий.

Состав приоритетных задач и направлений функционирования предприятия с целью развития его инновационной активности определяется на основе расчётных данных соответствующих критериев и индикаторов по их минимальным значениям. Перечень практических задач и мероприятий, рекомендуемых для развития инновационной активности предприятия с целью повышения полученных значений, представлен в таблице 2. Повышение значений индикаторов обеспечивается путём формирования соответствующих функциональных стратегий развития предприятия [1-4].

Способ сравнительной оценки уровня инновационно-активного состояния поясняется следующим примером. Для этой цели рассмотрим два предприятия молочной промышленности ЗАО Молочный комбинат «Авида» и ОАО молочный комбинат «Воронежский». Индикаторы и соответствующие критерии, которые

определены с помощью пятибалльной шкалы оценок экспертным путём (на основе метода Дельфи) и характеризуют уровень инновационно-активного состояния анализируемого предприятия ЗАО Молочный комбинат «Авида» и эталонного предприятия ОАО молочный комбинат «Воронежский» представлены в таблице 3. Формирование индикаторов и значения показателей уровней инновационно-активного состояния предприятий осуществлялось с использованием линейной регрессии:

а) индикаторы для определения уровня инновационно-активного состояния анализируемого предприятия:

$$t_1 = 0,017t_1^1 + 0,261t_1^2 + 0,039t_1^3 + 0,103t_1^4 + 0,064t_1^5,$$

$$t_2 = 0,017t_2^1 + 0,261t_2^2 + 0,039t_2^3 + 0,103t_2^4 + 0,064t_2^5,$$

$$t_3 = 0,017t_3^1 + 0,261t_3^2 + 0,039t_3^3 + 0,103t_3^4 + 0,064t_3^5,$$

$$t_4 = 0,017t_4^1 + 0,261t_4^2 + 0,039t_4^3 + 0,103t_4^4 + 0,064t_4^5,$$

$$t_5 = 0,017t_5^1 + 0,261t_5^2 + 0,039t_5^3 + 0,103t_5^4 + 0,064t_5^5.$$

б) индикаторы для определения уровня инновационно-активного состояния эталонного предприятия:

$$l_1 = 0,017l_1^1 + 0,261l_1^2 + 0,039l_1^3 + 0,103l_1^4 + 0,064l_1^5,$$

$$l_2 = 0,017l_2^1 + 0,261l_2^2 + 0,039l_2^3 + 0,103l_2^4 + 0,064l_2^5,$$

$$l_3 = 0,017l_3^1 + 0,261l_3^2 + 0,039l_3^3 + 0,103l_3^4 + 0,064l_3^5,$$

$$l_4 = 0,017l_4^1 + 0,261l_4^2 + 0,039l_4^3 + 0,103l_4^4 + 0,064l_4^5,$$

$$l_5 = 0,017l_5^1 + 0,261l_5^2 + 0,039l_5^3 + 0,103l_5^4 + 0,064l_5^5.$$

Т а б л и ц а 2

Практические задачи для развития его инновационной активности предприятия (на основе повышения критериев)

Индикаторы	Критерии, характеризующие соответствующие индикаторы	Приоритетные практические задачи и мероприятия
1	2	3
Персонал t_1 (l_1)	1. Образовательная структура персонала	Обучение работников в рамках вузовского и послевузовского образования
	2. Возрастная структура персонала	Снижение среднего возраста работников с обеспечением необходимого образовательного и профессионального уровней
	3. Наличие и уровень системы мотивации к инновационной деятельности	Разработка и внедрение стандарта предприятия на систему мотивации работников
	4. Наличие и степень подготовленности управленческого резерва	Создание системы подготовки управленческого резерва, его профессиональное развитие на основе обучения, стажировок и наставничества
	5. Доля средств, направляемых на развитие персонала, в сравнении с фондом оплаты труда	Перераспределение финансовых ресурсов с целью увеличения мероприятий направленных на профессиональный рост персонала при сохранении или повышении фонда оплаты труда
Интеллектуальные ресурсы t_2 (l_2)	1. Внутренние затраты на разработки и исследования	Организация и финансирование деятельности собственного подразделения НИОКР
	2. Относительное количество полученных патентов и лицензий	Моральное и материальное стимулирование изобретательской деятельности
	3. Количество и суммарная стоимость проданных патентов и лицензий	Развитие системы коммерциализации результатов инновационной деятельности
	4. Статистическая характеристика проведения и участия в выставках и конкурсах	Активное использование современных коммуникационных площадок с целью повышения эффективности реализации инновационной продукции
	5. Доля персонала, занятого исследованиями и разработками	Внедрение механизма стимулирования инициативы персонала направленной на исследования и разработки.

1	2	3
Информационные ресурсы $t_3(l_3)$	1. Наличие коммуникационных связей	Структурные преобразования с целью усиления горизонтальных взаимосвязей и обратной связи в процессе управления предприятием
	2. Уровень автоматизации и кибернетизации всех бизнес-процессов	Внедрение современных компьютерных продуктов в технологический и управленческий процессы
	3. Уровень развития информационной инфраструктуры	Внедрение информационно-аналитической системы
	4. Уровень развития консалтинговой инфраструктуры	Налаживание взаимодействий с центрами трансфера технологий и коллективного пользования, развитие системы внутреннего консалтинга
	5. Уровень использования внешних информационных продуктов и технологий	Разработка системы анализа соотношения внутренних и внешних источников информационных продуктов и технологий, принятия и реализации соответствующих управленческих решений
Технологическое и техническое оснащение $t_4(l_4)$	1. Технический уровень производственного оборудования	Модернизация и реновация технологического оборудования и производственной инфраструктуры
	2. Фондовооруженность труда	Устранение ручных и машинно-ручных производственных операций, внедрение станков с числовым программным управлением, гибких автоматизированных систем, электронно-вычислительной техники
	3. Уровень обновления основных фондов	Использование лизинга и аренды производственного (технологического) оборудования
	4. Уровень автоматизации основных и вспомогательных процессов	Максимальное выполнение операций производственного процесса автоматически, автоматизация основных и обслуживающих процессов
	5. Уровень организации производственных процессов	Максимальное соблюдение принципов организации производства, концентрация производства и интеграция производственных процессов
Инвестиционная политика $t_5(l_5)$	1. Удельный вес привлечённых инвестиций	Повышение инвестиционной привлекательности и активности, участие предприятия в госзаказе и государственно-частном партнёрстве с целью субсидирования проектов развития
	2. Уровень ликвидности и платёжеспособности	Внедрение методики «платёжного календаря»
	3. Инвестиционная активность	Определение мало инвестируемого направления и рациональное распределение вложений
	4. Доля собственных средств, в структуре финансирования инноваций	Разработка методики постепенного увеличения доли собственных средств, в структуре финансирования инноваций
	5. Срок окупаемости проекта	Повышение качества экспертизы проектов, рациональное распределение и снижение затрат на реализацию проектов

Таблица 3

Критерии и индикаторы предприятий ЗАО МК «Авида» и ОАО МК «Воронежский»

Наименование индикатора в анализируемом (и эталонном) предприятиях	Критерии, характеризующие соответствующие индикаторы	Данные анализа	
		Критерии ОАО МК «Авида»	Критерии ОАО МК «Воронежский»
1	2	3	4
Персонал $t_1(l_1)$	1. Образовательная структура персонала	4	5
	2. Возрастная структура персонала	4	5
	3. Наличие и уровень системы мотивации к инновационной деятельности	3	4
	4. Наличие и степень подготовленности управленческого резерва	3	5
	5. Доля средств, направляемых на развитие персонала, в сравнении с фондом оплаты труда	2	4
Интеллектуальные ресурсы $t_2(l_2)$	1. Внутренние затраты на разработки и исследования	1	4
	2. Относительное количество полученных патентов и лицензий	1	4
	3. Относительное количество и суммарная стоимость проданных патентов и лицензий	1	3
	4. Статистика проведения и участия в выставках и конкурсах	2	5
	5. Доля персонала, занятого исследованиями и разработками	2	4
Информационные ресурсы $t_3(l_3)$	1. Наличие коммуникационных связей.	3	4
	2. Уровень автоматизации и кибернетизации всех бизнес-процессов	3	4
	3. Уровень развития информационной инфраструктуры	4	5
	4. Уровень развития консалтинговой инфраструктуры	3	5
	5. Уровень использования внешних информационных продуктов и технологий	3	5

1	2	3	4
Технологическое и техническое оснащение t_4 (l_4)	1. Технический уровень производственного оборудования	3	4
	2. Фондовооруженность труда	2	3
	3. Уровень обновления основных фондов	3	4
	4. Уровень автоматизации основных и вспомогательных процессов	3	4
	5. Уровень организации производственных процессов	3	5
Инвестиционная политика t_5 (l_5)	1. Удельный вес привлечённых инвестиций	2	4
	2. Уровень ликвидности и платёжеспособности	2	4
	3. Инвестиционная активность	1	3
	4. Доля собственных средств, в структуре финансирования инноваций	1	4
	5. Срок окупаемости проекта.	3	5

Значения показателей уровня инновационной активности анализируемого и эталонного предприятия:

а) для показателя уровня инновационной активности анализируемого предприятия:

$$T = 0,071t_1 + 0,124t_2 + 0,035t_3 + 0,031t_4 + 0,105t_5,$$

б) для показателя уровня инновационной активности эталонного предприятия:

$$L = 0,071l_1 + 0,124l_2 + 0,035l_3 + 0,031l_4 + 0,105l_5.$$

На основании данных с предприятий, представленных в таблице 2, получаем:

$$\begin{aligned} t_1 &= 0,017*4 + 0,261*4 + 0,039*3 + 0,103*3 + 0,064*2 = 1,671 \\ t_2 &= 0,017*1 + 0,261*1 + 0,039*1 + 0,103*2 + 0,064*2 = 0,654 \\ t_3 &= 0,017*30 + 0,261*3 + 0,039*4 + 0,103*3 + 0,064*3 = 1,497 \\ t_4 &= 0,017*3 + 0,261*2 + 0,039*3 + 0,103*3 + 0,064*3 = 1,196 \\ t_5 &= 0,017*2 + 0,261*2 + 0,039*1 + 0,103*1 + 0,064*3 = 0,893 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l_1 &= 0,017*5 + 0,261*5 + 0,039*4 + 0,103*5 + 0,064*4 = 2,325 \\ l_2 &= 0,017*4 + 0,261*4 + 0,039*3 + 0,103*5 + 0,064*4 = 2,007 \\ l_3 &= 0,017*4 + 0,261*4 + 0,039*5 + 0,103*5 + 0,064*5 = 2,151 \\ l_4 &= 0,017*4 + 0,261*3 + 0,039*4 + 0,103*4 + 0,064*5 = 1,747 \\ l_5 &= 0,017*4 + 0,261*4 + 0,039*3 + 0,103*4 + 0,064*5 = 1,968 \end{aligned}$$

Показатель уровня инновационной активности анализируемого предприятия ЗАО Молочный комбинат «Авида»:

$$T = 0,071*1,671 + 0,124*0,654 + 0,035*1,497 + 0,031*1,197 + 0,105*0,893 = 1,455.$$

Показатель уровня инновационной активности эталонного предприятия ОАО молочный комбинат «Воронежский»:

$$L = 0,071*2,325 + 0,124*2,007 + 0,035*2,151 + 0,031*1,747 + 0,105*1,969 = 2,745.$$

Коэффициент сравнения k между показателями T и L работы предприятий составляет:

$$k = T/L * 100 = (1,455/2,745) * 100 = 53,0\%,$$

что свидетельствует об удовлетворительном уровне инновационно-активного состояния предприятия ЗАО Молочный комбинат

«Авида», так как $30\% < k \leq 60\%$. В связи с этим полученный результат можно использовать для стимулирования инновационной деятельности на предприятии, оказывая положительное влияние на критерии, лежащие в основе определения уровня инновационно-активного состояния предприятия, который необходим для формирования и решения актуальных задач инновационного развития промышленного предприятия [5].

Таким образом, исходя из полученных минимальных оценок, можно заключить, что для стимулирования инновационной деятельности ЗАО Молочный комбинат «Авида» необходимы приоритетные мероприятия, направленные, прежде всего, на развитие интеллектуальных ресурсов ($t_2 = 0,654$) и улучшение инвестиционной политики ($t_5 = 0,893$). В частности, развитие интеллектуальных ресурсов предприятия рекомендуется осуществлять за счёт:

а) повышения внутренних затрат на разработки и исследования путём формирования отдела из собственного персонала для создания разработок и исследований;

б) стимулировать изобретательскую деятельность персонала с помощью средств морального и материального поощрения;

в) создания или модернизации отдела внешних связей и активизации участия в выставках и конкурсах;

г) повышения доли персонала, занятого исследованиями и разработками и создания самостоятельного подразделения (отдела) численностью 3-5 человек с функциями анализа состояния уровня инновационного развития предприятия и определения отстающих направлений.

Кроме того, для улучшения инвестиционной политики предприятия ЗАО Молочный комбинат «Авида» необходимы мероприятия, ориентированные на:

а) повышение инвестиционной активности и привлекательности, усиление финансовой дисциплины, формирование положительной кредитной истории предприятия;

б) создание службы кредитно-финансовых отношений и повышение эффективности её работы;

в) регулирование уровня ликвидности и платёжеспособности предприятия на основе методики «платёжного календаря»;

г) повышение удельного веса привлечённых инвестиций;

д) выход на внешние инвестиционные рынки.

Таким образом, предложенный способ сравнительной оценки уровня инновационно-активного состояния позволяет:

- дать оперативную и точную оценку инновационно-активному состоянию анализируемого предприятия;

- выявить критерии и индикаторы с низкими показателями;

- определить общий уровень инновационно-активного состояния;

- целенаправленно и обоснованно разработать и решить комплекс задач инновационного развития промышленного предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1 Мерзликина Г.С. Экономическая состоятельность: оценка и управление // Вестник Астраханского государственного университета. 2011 Т. 3. № 1. С. 40-45.

2 Полозова А.Н. Инструменты управления развитием промышленных организаций // Российское предпринимательство. 2010. Т. 3. № 7-1. С. 36-42.

3 Саликов Ю.А. Системно-функциональное развитие менеджмента промышленных предприятий и его инструментария: автореф. дис. ... докт. экон. наук. Воронеж, 2008. 48 с.

4 Саликов Ю.А. Системно-функциональные факторы развития современного менеджмента и его инструментария: монография. Воронеж, Научная книга, 2008. 324 с.

5 Пат.№ 77066, RU, G06F19/00 Система сравнительной оценки эффективности работы предприятия / Иванов Ю. Н., Фашчевский Б. Г., Черных Н. В. № 2008122390/22; Заявл. 2008122390; Оpubл. 10.10.2010, Бюлл. №28.

REFERENCES

1 Merzlikina G.S. Economic viability: evaluation and management. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo universiteta*. [Bulletin of Astrakhan State University], 2011, vol. 3, no. 1, pp. 40-45. (In Russ.).

2 Polozova A.N. Tools of management of development of industrial organizations. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo*. [Russian Entrepreneurship], 2010, vol. 3, no. 7-1, pp. 36-42. (In Russ.).

3 Salikov Yu.A. Sistemno-funktsional'noe razvitie menedzhmenta promyshlennykh predpriyatii [Systemic-functional development management of industrial enterprises and its tools. Abstr. diss. doc. tech. sci.]. Voronezh, 2008. 48 p. (In Russ.).

4 Salikov Yu.A. Sistemno-funktsional'nye razvitiya sovremennogo menedzhmenta [Systemic-functional factors of development of modern management tools] Voronezh, Nauchnaya kniga, 2008. 324 p. (In Russ.).

5 Ivanov Yu.N., Fashchevsky B. G., Chernykh N.V. Sistema sravnitel'noi otsenki effektivnosti raboty predpriyatiya [The system of comparative evaluation of enterprise performance]. Patent RF, no. 77066, 2010. (In Russ.).

УДК 378.14.015

Профессор Г.В. Алексеев, доцент Е.В.Егошина,
(Университет ИТМО), кафедра процессов и аппаратов пищевых производств.
тел. 89213350796
E-mail: gva2003@mail.ru

профессор М.И. Боровков,
(Санкт-Петербургский инст. внешнеэкон. связей, экон. и права),
кафедра естественнонаучных и математических дисциплин
E-mail: spbrosnou@mail.ru

доцент Г.Н. Егорова
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов химических производств
E-mail: egorovahp@gmail.com

Professor G.V. Alekseev, assistant professor E.V. Egoshina,
(University ITMO) Department of processes and devices of food manufactures.
phone 89213350796
E-mail: gva2003@mail.ru

professor M.I. Borovkov,
(St. Petersburg Institute. Foreign Economic Relations, Economics and Law),
Department of natural and mathematical sciences
E-mail: spbrosnou@mail.ru

assistant professor G.N. Egorova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machines and devices
of chemical manufactures
E-mail: egorovahp@gmail.com

Применение сегментного анализа для разработки стратегии развития образовательного учреждения

Application segment analysis for the development strategy educational institution

Реферат. Применяемые в настоящее время методы формирования стратегии развития образовательных учреждений не всегда объективно учитывают взаимное влияние и преемственность отдельных структурно-организационных блоков организации учебного процесса, в частности работы с абитуриентами. Статья посвящена обсуждению возможностей применения сегментного анализа для разработки стратегии развития образовательных учреждений с целью повышения востребованности выпускаемых специалистов на рынке труда реальных секторов экономики. В ней описаны возможности формализовать выбор маркетинговых методов в рамках подходов стохастического программирования, как раздела нечеткой логики (fuzzy logic), которая является обобщением классической теории множеств и классической формальной логики. Основной причиной применения такого подхода стало наличие нечетких и приближенных рассуждений при описании предпочтений абитуриентов, качества образования, а следовательно и миссии образовательного учреждения. Решению указанных проблем в значительной мере способствует нечеткий подход к моделированию сложных систем, который получил признание во всем мире для использования важнейших показателей и методики определения значимости баланса маркетинговых подходов на базе сегментного анализа и основе экспертных оценок, для чего составлена соответствующая программа для компьютера реализующая указанные подходы.

Summary. Applicable at present methods of the shaping to strategies of the development of the educational institutions not always objective take into account the mutual influence and receivership separate structured and organizing block to organizations of the scholastic process, in particular work with applicant. The Article is dedicated to discussing the possibilities of the using the segment analysis for development of the strategies of the development of the educational institutions for the reason increasing produced specialist on the market of the labour real sector economy. In her is described possibility to formalize the choice of the marketing methods within the framework of approach of the stochastic programming, as section of the ill-defined logic (fuzzy logic), which is a generalizations classical theory of sets and classical formal logic. The Main reason of the using of such approach became presence ill-defined and drawn near discourses at description of the preferences applicant, quality of the formation, but consequently and missions of the educational institution. The Decision of the specified problems in significant measure promotes the ill-defined approach to modeling of the complex systems, which has obtained recognition all over the world for use the most most important factors and methods of the determination to value of the balance marketing approach on the base of the segment analysis and base expert estimation, for what is formed corresponding to about-gram for COMPUTER realizing specified approaches.

Ключевые слова: совершенствование стратегии развития, подходы и эффективность работы с абитуриентами, образовательные учреждения, экспертные оценки, востребованность выпускников, стохастическое программирование

Key words: improvement to strategies of the development, approaches and efficiency of the work with applicant, educational institutions, expert estimations, graduate, stochastic programming.

Особенность задач управления часто состоит в том, что решение должно быть обязательно принято независимо от того, в состоянии ли мы точно оценить результаты, к которым приведет принятое решение. Типичным для задач управления является случай, когда имеющаяся информация бывает или недостаточна для точной оценки ситуации, или искажена посторонними факторами, тем не менее, это обстоятельство не снимает необходимости принятия решения [1]. Таким образом, в процессе управления возникает важная задача принятия решения в условиях, когда информация о сложившейся ситуации или недостаточна, или искажена [2]. Такого рода задачи получили название задач принятия решения в условиях неопределенности.

Одним из наиболее эффективных методов, позволяющих решать такие задачи является метод стохастического (динамического) программирования.

Пусть образовательное учреждение (ОУ) выпускает бакалавров и магистров экономического профиля. Оно может находиться в двух состояниях:

- 1 спрос на выпускников есть;
- 2 спроса на выпускников нет.

Работой организационных структур по набору наиболее подготовленных абитуриентов, влияющих на качество подготовленных специалистов, можно управлять с помощью двух стратегий:

стратегия 1 — работать с окружающей средой, например, усилить рекламу среди выпускников ориентированных на классический университет, как наиболее подготовленных;

стратегия 2 — дифференцировать предложения на основе сегментации потребителей путем открытия новых специальностей, ориентированных на новые, например, биотехнологические направления.

Для каждой стратегии задана своя стохастическая матрица (матрица вероятностей перехода из одного состояния в другое) и своя матрица востребованности выпускников. Здесь P_1 , P_2 — матрицы вероятностей переходов образовательного учреждения из одного состояния в другое. Например, P_{11} — вероятность того, что ОУ, находящееся в состоянии 1 останется в этом состоянии, P_{12} — вероятность того, что ОУ, находящееся в состоянии 1 перейдет в состояние 2, P_{22} — вероятность того, что ОУ, находящееся в состоянии 2 останется в этом состоянии и P_{21} - вероятность того, что ОУ, находящееся в состоянии 2, перейдет в состояние 1. Таковы же элементы матрицы P_2 .

В матрице R_1 элемент R_{11} — ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников, если он останется в состоянии 1, R_{12} — ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников при переходе из состояния 1 в состояние 2, R_{22} - ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников (отрицательное число, т.к. процент прироста трудоустроившихся выпускников уменьшается), остающегося в состоянии 2, R_{21} ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников при переходе из состояния 2 в состояние 1. Таков же смысл элементов матрицы R_2 .

Решение проблемы разработки стратегии развития образовательного учреждения состоит в том, чтобы, в каком бы состоянии ОУ не находилось, выбрать стратегию (управление), которая приносит максимальный ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников [3].

Поставленная проблема сводится к стохастической задаче: управление (выбор стратегии) изменяет вероятность перехода из одного состояния в другое. Переход происходит дискретно, т.е. это дискретный случайный процесс. При выборе стратегии вероятность перехода из одного состояния в другое зависит только от состояния в настоящий момент времени [4]. Следовательно, этот случайный процесс является Марковским. Ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников — это сумма вероятностей получения того или иного дохода.

Рассмотрим отдельные шаги прогнозирования стратегии. Для первого шага выбора стратегии обозначим через F ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников. Если ОУ находится в состоянии 1, то оно может остаться в этом состоянии или перейти в состояние 2. При этом может быть использована как стратегия 1, так и стратегия 2. В первом случае F_{11} - ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников при состоянии 1 и выборе стратегии 1 составляет: $F_{11} = P_{11}R_{11} + P_{12}R_{12}$. После подстановки чисел получим. $F_{11} = 6$.

Аналогично, при выборе стратегии 2 ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников будет составлять $F_{12} = P_{21}R_{21} + P_{22}R_{22} = 4$.

Однако ОУ может находиться в состоянии 2 и для управления также может быть выбрана одна из стратегий. В этом случае: $F_{21} = P_{12}R_{12} + P_{11}R_{11} = 3$ при выборе первой стратегии и $F_{22} = P_{22}R_{22} + P_{21}R_{21} = 5$ при выборе второй стратегии.

Эти расчеты можно сделать выбором на первом шаге управления. Для получения максимального ожидаемого процент прироста трудоустроившихся выпускников следует выбрать стратегию 1 (работать с окружающей средой, например, усилить рекламу среди выпускников ориентированных на классический университет, как наиболее подготовленных), в каком бы состоянии ОУ не находилось.

На каждом следующем шаге «n» управления мы должны выбирать управление так, чтобы получить максимальный ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников за все «n» шагов. Обозначим максимальный ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников за первый шаг при нахождении завода в состоянии 1 через f_1 , а при нахождении

ОУ в состоянии 2 через f_2 . Из предыдущих расчетов следует, что $f_1=6$ и $f_2=-3$.

На втором шаге управления ожидаемый процент прироста трудоустроившихся выпускников с учетом максимального ожидаемого процента прироста трудоустроившихся выпускников на первом шаге составит при нахождении ОУ в состоянии 1 и выборе стратегии 1:

$$F_{11} = P_{122}(R_{122} + f_1) + P_{112}(R_{112} + f_2) = 0,5(9+6) + 0,5(3-3) = 7,5 \text{ или}$$

$$F_{12} = P_{211}(R_{211} + f_1) + P_{212}(R_{212} + f_2) = 0,8(4+6) + 0,2(4-3) = 8,2$$

при выборе стратегии 2.

Очевидно, что при нахождении ОУ в состоянии 1 следует для получения максимального ожидаемого процента прироста трудоустроившихся выпускников выбирать стратегию 2, т. к. $f_1 = 8,2$.

ORIGIN:= 1

$$P1 := \begin{pmatrix} 0.5 & 0.5 \\ 0.4 & 0.6 \end{pmatrix} \quad R1 := \begin{pmatrix} 9 & 3 \\ 3 & -7 \end{pmatrix} \quad P2 := \begin{pmatrix} 0.8 & 0.2 \\ 0.7 & 0.3 \end{pmatrix} \quad R2 := \begin{pmatrix} 4 & 4 \\ 1 & -19 \end{pmatrix}$$

n := 2

Рисунок 1. Начальные данные для расчета стратегических параметров развития

$$u := \begin{array}{l} f \leftarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \\ \text{for } i \in 1..n \\ \quad \begin{array}{l} F_{1,1} \leftarrow P_{1,1}(R_{1,1} + f_1) + P_{1,2}(R_{1,2} + f_2) \\ F_{1,2} \leftarrow P_{2,1}(R_{2,1} + f_1) + P_{2,2}(R_{2,2} + f_2) \\ F_{2,1} \leftarrow P_{1,2}(R_{1,2} + f_2) + P_{1,1}(R_{1,1} + f_1) \\ F_{2,2} \leftarrow P_{2,2}(R_{2,2} + f_2) + P_{2,1}(R_{2,1} + f_1) \\ (u_{1,i} \leftarrow 1) \vee (\max_{1,i} \leftarrow F_{1,1}) \text{ if } F_{1,1} > F_{1,2} \\ [(u_{1,i} \leftarrow 2) \vee (\max_{1,i} \leftarrow F_{1,2})] \text{ otherwise} \\ (u_{2,i} \leftarrow 1) \vee (\max_{2,i} \leftarrow F_{2,1}) \text{ if } F_{2,1} > F_{2,2} \\ [(u_{2,i} \leftarrow 2) \vee (\max_{2,i} \leftarrow F_{2,2})] \text{ otherwise} \\ f_1 \leftarrow f_1 + \max_{1,i} \\ f_2 \leftarrow f_2 + \max_{2,i} \\ i \end{array} \\ u \end{array} \quad u = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$$

Рисунок 2. Программа расчета прогнозных параметров на ЭВМ

При нахождении ОУ в состоянии 2, после аналогичных расчетов получим $F_{21}=P_{122}(R_{122}+f_2) + P_{121}(R_{121}+f_1) = -2,4$ при выборе первой стратегии и $F_{22}=P_{222}(R_{222}+f_2) + P_{221}(R_{221}+f_1) = -1,7$ при выборе второй стратегии.

Очевидно, что в обоих случаях для получения максимального ожидаемого процента прироста трудоустроившихся выпускников нужно выбирать стратегию 2.

Подобным образом рассчитывается стратегия развития ОУ (оптимальное управление) и на всех последующих шагах. Ниже представлена программа в Маткаде для решения данной задачи.

Запись $ORIGIN=1$ означает, что счет начинается не с нуля, а с единицы. Далее приводятся матрицы перехода и матрицы процентов прироста трудоустроившихся выпускников для двух стратегий (рисунок 1).

ЛИТЕРАТУРА

1 Ковязина М.Г., Брызгалова С.А., Назаров П.В. Методические рекомендации по проведению мониторинга состояния внешней и внутренней инновационной среды функционирования интегрированного учебного заведения. Гатчина, 2012.

2 Ковязина М.Г., Алексеев Г.В., Пальчиков А.Н., Боровков М.И. Выбор баланса дисциплин в образовательной программе для успешного формирования необходимых компетенций выпускника // Журнал правовых и экономических исследований. 2015. № 1. С. 213-218.

3 Ковязина М.Г., Заборовская О.В. Бизнес-модели учреждений высшего образования в условиях инновационного развития региональной экономики // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2015. № 1 (30). С. 132-137

4 Алексеев Г.В., Боровков М.И. Выпускник университета - элита рынка рабочей силы реального сектора экономики? // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2014. № 1 (27). С. 118-122.

5 Мистров Л.Е., Дерканосова А.А. Методы информационного воздействия при синтезе стратегий управления конкурентоустойчивостью социально-экономических организаций // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2013. № 4 (58). С. 282-288.

В самой программе вычисляются проценты прироста трудоустроившихся выпускников F для всех четырех возможных случаев и выбирается управление « n » в зависимости от того, какие проценты прироста трудоустроившихся выпускников больше. Принято $U=1$ для первой и $U=2$ для второй стратегии. После этого формируется вектор « max » для каждого случая. Программа приведена для расчета для заданного начальными условиями случая вычисления « u » и приведены его значения для двух шагов управления (рисунок 2).

Анализ компонентов матрицы получаемой в результате расчетов позволяет выбирать стратегию развития наиболее точно соответствующую повышению эффективности работы ОУ, в частности, прогнозируемому увеличению процента прироста востребованных работодателями выпускников.

REFERENCES

1 Kovyazina M.G., Bryzgalova S.A., Nazarov P.V. Metodicheskie rekomendatsii po provedeniyu monitoring sostoyaniya vneshnei i vnutrennei sredy [The Methodical recommendations on undertaking the monitoring the condition external and internal ambiances of the operating the integrated educational institution]. Gatchina, 2012. (In Russ.).

2 Kovyazina M.G., Alekseev G.V., Palichikov A.N., Borovkov M.I. The Choice of the balance of discipline in educational program for successful shaping necessary competency graduate. *Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy*. [Journal legal and economic studies], 2015, no. 1, pp. 213-218. (In Russ.).

3 Kovyazina M.G., Zaborovskaya O.V. The Business-models of the institutions high education thread in condition developments of the regional economy. *Vestnik Volgogradskogo institute biznesa*. [Bulletin of Volgograd institute of the business], 2015, no. 1 (30), pp. 132-137. (In Russ.).

4 Alekseev G.V., Borovkov M.I., Graduate of the university - elite labour market of the real sector of the economy? *Tekhniko-tekhnologicheskie problem servisa*. [Technician-technological problems of the service], 2014, no. 1 (27), pp. 118-122. (In Russ.).

5 Mistrov L. E., Derkanosova A. A. Methods of informational influence in the synthesis of control strategies for competitiveness socio-economic organizations. *Vestnik VGUIT*. [Bulletin of the Voronezh state University of engineering technologies], 2013, no. 4 (58), pp. 282-288. (in Russ.).

УДК 330.161: 378

Старший преподаватель Е.Н. Ковалева
(Смоленский филиал ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В. Плеханова»)
кафедра рекламы и дизайна. тел. (4812) 66-16-27
E-mail: ken_ap@mail.ru

Senior lecturer E.N. Kovaleva
(Plekhanov Russian University of Economics, Smolensk branch)
Department of advertising and design. phone (4812) 66-16-27
E-mail: ken_ap@mail.ru.

Ориентация на цели стейкхолдеров как ключевая компетенция при формировании имиджа образовательных организаций высшего образования (опыт Германии)

Orientation on stakeholders' objectives as a key competence of image formation of the educational institutions of higher education (German Experience)

Реферат. Создание релевантной целям деятельности маркетинговой модели формирования имиджа образовательной организации высшего образования невозможно без системного подхода к пониманию целей ключевых стейкхолдеров организации, которые представлены не только государственными органами управления системой (одним из стейкхолдеров), но и рядом других, не менее значимых: абитуриентами, студентами, выпускниками, сотрудниками, бизнес-сообществом. В России мнение стейкхолдеров при организации процесса обучения пока не нашло широкого применения в практике оценивания деятельности образовательных организаций высшего образования, за исключением внедренных в деятельность некоторых вузов систем менеджмента качества. В статье обосновывается необходимость переориентации целей и критериев измерения эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования на цели ключевых групп заинтересованных сторон. Проведен сравнительный анализ основных нормативных актов России и Германии в сфере высшего образования в части установления целей деятельности вузов и их ориентации на цели стейкхолдеров. Раскрывается возможный механизм измерения удовлетворенности стейкхолдеров деятельностью образовательной организации на основе бенчмаркинг-анализа многомерного ранжирования образовательных программ высшего образования Германии. Деятельность государства и общественности Германии показывает, что мнение легитимных групп заинтересованных сторон может применяться для оценки деятельности образовательных организаций, формирования рационального спроса на образовательные услуги, совершенствования деятельности вузов и формирования объективного информационного поля конкурентных отношений вузов. Ориентация на потребности стейкхолдеров может быть не манифестируемой гипотетической задачей вузов, а законодательно закреплённым в виде целей и задач деятельности вузов императивом, коррелирующим с национальными интересами, интересами профессионального сообщества, а также потребностями конкретной личности в собственном профессиональном и гуманистическом формировании.

Summary. Creating relevant targets activities of marketing model of image formation of the educational organization of higher education is not possible without a systematic approach to understanding the purpose of the key stakeholder organizations that are not only state controls system (one of the stakeholders), but also a number of other, no less important: applicants, students, alumni, members of the business community. In Russia, the opinion of stakeholders in the organization of the learning process is not widely used in the practice of evaluation of educational institutions of higher education, with the exception of the activities implemented in some universities of quality management systems. The article explains the need to reorient the objectives and criteria for measuring the efficiency of the educational institutions of higher education in the target key stakeholder groups. The author has made a comparative analysis of the basic regulations of Russia and Germany in the field of higher education to establish the objectives of the universities and their orientation to target stakeholders. It revealed a possible mechanism for measuring the satisfaction of the stakeholders of the educational activities of the organization on the basis of benchmarking analysis of multi-dimensional ranking higher education programs in Germany. The activities of the state and the public in Germany shows that the estimate legitimate stakeholder groups can be used to assess the activity of educational institutions, the formation of a rational demand for educational services, improve the activities of universities and the formation of objective information field of competitive relations of universities. Focusing on the needs of the stakeholders may not be manifested hypothetical task of universities and law enshrined in the form of goals and objectives of universities imperative to correlate with national interests, the interests of the professional community as well as the specific needs of the individual in their own professional and humanistic formation.

Ключевые слова: стейкхолдеры, образовательные организации высшего образования, цели деятельности, многомерное ранжирование, имидж.

Key words: stakeholders, educational institutions of higher education, goals, multi-dimensional ranking image.

В современном изменяющемся мире деятельность любой организации играет большую роль, чем когда-либо прежде. Современная образовательная организация высшего образования, целью которой является интеллектуальное, духовно-нравственное, творческое, физическое и (или) профессиональное развитие человека, удовлетворение его образовательных потребностей и интересов, осуществляемое в интересах человека, семьи, общества и государства [1], становится «активным участником экономических, экологических, социальных, культурных процессов, происходящих в обществе» [5, с.8]. Научные исследования последних десятилетий и практический опыт функционирования организаций доказывают, что устойчивое развитие организации возможно только при условии идентификации, анализа и совершенствования взаимодействия организации и ее групп заинтересованных сторон.

Создание релевантной целям деятельности маркетинговой модели формирования имиджа образовательной организации высшего образования (далее – вуза) невозможно без системного подхода к пониманию целей ключевых стейкхолдеров организации, которые представлены не только государственными органами управления системой (одним из стейкхолдеров), но и рядом других, не менее значимых: абитуриентами, студентами, выпускниками, сотрудниками, бизнес-сообществом. Восприятие ключевыми стейкхолдерами деятельности образовательных организаций является важным индикатором не только текущего состояния и развития системы высшего образования, но и ключом к пониманию стратегического и операционного планирования деятельности вузов для достижения оптимальной траектории развития, отвечающей современным требованиям российского общества и мировым стандартам жизни.

Исходя из данных, приведенных в работах отечественных и зарубежных исследователей, а также поисковых качественных исследований, проведенных автором, следует, что внешние стейкхолдеры испытывают дефицит информации о целях, результатах и достижениях образовательных организаций высшего образования, при этом критерии аккредитации и лицензирования, мониторинга деятельности вузов в большей степени оценивают ресурсы и процессы вузов, не являясь релевантными для основной части стейкхолдеров образовательной организации высшего образования. При этом отсутствие значимой для стейкхолдеров информации приводит к ошибкам при принятии решения о выборе вуза и последующей

цепочке негативных последствий для развития индивидуума и общественно-экономического развития страны в целом.

К настоящему времени проведены спорадические исследования состояния и удовлетворенности стейкхолдеров вузов процессами обмена, проведенные в рамках системы менеджмента качества, маркетинговой политики и научных исследований отдельных вузов, однако бенчмаркинг-анализ зарубежного опыта приводит к мысли о необходимости проведения исследований национальных особенностей формирования спроса на образовательные услуги высшего образования, а также моделей формирования ресурсного обмена образовательной организации и групп заинтересованных сторон.

В отличие от неоклассической теории управления, теории человеческого капитала и ряда концепций, которые рассматривали образование как процесс производства знаний, умений, навыков, а иногда и только документов, подтверждающих соответствующий уровень подготовки выпускников [6], теория заинтересованных сторон нашла иной подход к пониманию целей деятельности организации, которая предполагая принятие решений исходя из необходимости удовлетворения разнонаправленных запросов стейкхолдеров на основе взаимного ресурсного обмена, что и является условием существования стейкхолдер-ориентированной организации.

Термин «стейкхолдер» и первые когнитивные теоретические формулировки к теории заинтересованных сторон восходят согласно Э. Фримену к работам Института исследований Стэнфорда, исследователи которого осознанно ввели данный термин в 1963 г. в качестве концепта, противоположного английскому «shareholder» (англ. «дольщик, держатель акций, акционер») и содержательно трактовали его как «группы, без поддержки которых организация перестанет существовать» [цит. по 9]. Первоначальный перечень стейкхолдеров охватывал владельцев (акционеров), сотрудников, клиентов, поставщиков, кредиторов и общество. Э. Фримен первым предложил целостный стратегический подход к рассмотрению теории стейкхолдеров, которая предполагает, что взаимодействие групп заинтересованных сторон с организацией происходит на основе взаимообмена ресурсами в зависимости от преследуемых целей, что является основополагающим при построении концепции управления организацией [цит. по 9]. При этом стейкхолдеры — «не просто «группы и лица», затрагиваемые деятельностью фирмы, а «вкладчики» определенного типа ресурса» [3, с.8]. Исходя из норм Федерального

закона «Об образовании в Российской Федерации», миссий, целей и задач вузов, изложенных в их учредительных документах, для современного вуза может быть выделено как минимум шесть групп стейкхолдеров: «государство», «общество», «клиенты», «сотрудники», «внешние партнеры», «бизнес-сообщество» [8].

Несмотря на появившиеся теоретические основы, в вузовской практике теория заинтересованных сторон пока не нашла активного применения. Следует отметить, что еще несколько десятилетий назад маркетинговая концепция ориентации на потребителя, учитывая возрастающую конкуренцию за различного рода ресурсы, не находила активного применения в практике управления образовательными организациями высшего образования даже в некоторых западноевропейских странах, в частности, в Германии, которая представляет особый бенчмаркинг-интерес для российских исследователей в силу наличия большого количества общих черт в обеих системах образования до и после вступления в Болонский процесс.

В России мнение стейкхолдеров при организации процесса обучения пока не нашло широкого применения в практике оценивания деятельности образовательных организаций высшего образования, за исключением внедренных в деятельность некоторых вузов систем менеджмента качества. Актуальность формирования имиджа в восприятии легитимных групп заинтересованных сторон вуза усилилась на фоне нормативно-правовых изменений регулирования системы высшего образования. В соответствии с приказом от 5 декабря 2014 г. N 1547 в оценке образовательных организаций высшего образования должны принимать участие стейкхолдеры. Данный нормативный документ предполагает четыре направления оценки качества образовательной деятельности организации:

- доступность и открытость информации об образовательной организации и ее деятельности;
- общий критерий комфортности условий, в которых осуществляется образовательная деятельность;
- общий критерий оценки качества образовательной деятельности организаций, касающийся доброжелательности, вежливости, компетентности работников;
- общий критерий оценки качества образовательной деятельности организаций, касающийся удовлетворенности качеством образовательной деятельности организаций.

Соблюдение вышеперечисленных критериев становится необходимым условием успешного функционирования образовательных организаций высшего образования.

Деятельность государства и общественности зарубежных стран последних десятилетий, в частности, Германии, показывает, что мнение легитимных групп заинтересованных сторон о работе вузов может применяться для оценки деятельности образовательных организаций, формирования рационального спроса на образовательные услуги, совершенствования деятельности вузов и формирования «честной» конкуренции.

Следует отметить, что немецкие вузы, так же, как и российские, находятся в ситуации возрастающей конкурентной борьбы, которая в свою очередь усиливается вследствие развития информационных и коммуникационных технологий, унификации образовательных программ, а также появления новых конкурентоспособных образовательных организаций. Кроме того, существенно изменилась структура финансового обеспечения немецких вузов: ежегодные ассигнования государства не увеличиваются, плата за обучение в вузах для студентов регулируется государством (федеральными землями), поэтому ожидать притока дополнительных денежных средств немецким вузам приходится только из сторонних источников, например, спонсорских средств.

Основы нормативно-правового регулирования сферы третичного образования Федеративной Республики Германии закреплены в Законе об общих принципах организации высшей школы (Hochschulramengesetz (HRG) [10]. Основные положения этого закона формируют цели и задачи вузов таким образом, чтобы они были ориентированы на цели соответствующих групп заинтересованных сторон. Выдержки из данного закона демонстрируют четкую ориентацию вузов на удовлетворение интересов легитимных групп заинтересованных сторон вуза:

«(1) Вузы в соответствии со своими задачами служат поддержанию и развитию науки и искусства через исследование, обучение и дальнейшее образование в свободном, демократическом и социальном правовом государстве. Они готовят к профессиональной деятельности, которая требует применения научных познаний и научных методов или способности к художественному воплощению замысла.

(2) В соответствии со своими задачами вузы должны способствовать научному и культурному формированию нового поколения.

(3) Вузы способствуют повышению квалификации своих сотрудников.

(4) а). Вузы способствуют социальной поддержке обучающихся; они учитывают особые потребности студентов с детьми.

б). Они (вузы) заботятся о том, что обучающиеся, имеющие отклонения в развитии, не

должны быть ущемлены в своих правах на получение образования и могут обучаться по любым программам без посторонней помощи.

с). В пределах своей компетенции они (вузы) поддерживают развитие спорта.

(5) Вузы способствуют совместной работе в сфере высшего образования на интернациональном уровне, в особенности европейском, также академическому обмену между немецкими и зарубежными университетами; они учитывают особые потребности иностранных обучающихся.

(6) При выполнении своих задач вузы взаимодействуют друг с другом и с другими государственными и финансируемыми государством исследовательскими и образовательными организациями. В особенности это касается необходимой после объединения Германии совместной работы в сфере образования.

(7) Вузы способствуют трансферу технических знаний и достижений.

(8) Вузы информируют общественность о выполнении своих задач» [10].

Сопоставительный анализ норм российского и немецкого законодательных актов в сфере высшего образования приводит к следующим выводам. Конституирующие элементы современных образовательных организаций высшего образования закреплены в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» [1] и в соответствующих законодательных актах субъектов Российской Федерации. Однако, в отличие от западноевропейского, в частности, германского законодательства, в российских нормативно-правовых документах не закреплены четкие цели и конкретные задачи образовательных организаций высшего образования. В частности, статья 23 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» трактует образовательную организацию высшего образования как «образовательную организацию, осуществляющую в качестве основной цели ее деятельности образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования и научную деятельность», иных целей и задач законом не закреплено. Таким образом, цель деятельности российской образовательной организации высшего образования, в отличие от формулировок немецкого законодательства, имеющих четкие целевые установки и ориентированных на интересы основных стейкхолдеров вузов, не содержат конкретных установок для вузов. При этом Законы субъектов федерации Германии (Федеральных земель) (в частности, Закон о высшей школе Баварии), конкретизируют цели в формате конкретных задач, которые в дальнейшем получают четкие количественные и качественные индикаторы достижения с дальнейшим переводом в критерии пока-

зателей эффективности, общественной и государственной аккредитации. Баварский закон о высшей школе подразумевает выполнение университетом следующих конкретизированных задач:

- обучение и повышение квалификации персонала университета (как научного, в особенности в форме аспирантуры, так и не связанного с исследованиями);
- решение социальных проблем студентов;
- стимулирование интернационализации сферы высшего образования;
- стимулирование трансфера знаний и технологий;
- поддержка связи с выпускниками;
- информирование общественности [11].

Как следует из сформулированных в Баварском законе о высшей школе задач, которыми наделяются местные вузы, федеральная земля как субъект федерации стремится направить деятельность находящихся на ее территории вузов на удовлетворение максимального числа групп заинтересованных сторон, не делая приоритетов для задач, релевантных для одной из групп стейкхолдеров, при этом определяя для вузов четкие ориентиры деятельности. В то же время проанализированный закон субъекта федерации России (в частности, Областной закон № 122з «Об образовании в Смоленской области», принят Смоленской областной Думой 31 октября 2013 г.) не содержит четких целей и конкретизированных задач для образовательных организаций высшего образования областного подчинения. В связи с этим вузы как правило ограничиваются описанием целей и задач в своих учредительных документах (уставах и положениях), которые в свою очередь имеют типизированные общие формулировки, которые, учитывая наличие иных критериев оценивания при проведении процедур лицензирования и аккредитации, не могут служить индикаторами достижения целей для стейкхолдеров.

Вслед за зарубежными вузами некоторые отечественные вузы сформулировали миссию деятельности. Однако пока не всем образовательным организациям удалось донести свою миссию, цели и задачи даже до внутренних стейкхолдеров, в некоторых случаях информирование носит формальный характер. Так, контент-анализ сайтов крупнейших вузов Смоленской области показал, что из двенадцати вузов миссия отражена только на сайте одного из них. В то же время при анализе сайтов такого же числа вузов Германии сопоставимого регионального уровня было выявлено, что миссия университетов, представленная в форме профилей, имеется у 100 % исследованных вузов. Кроме того, миссии российских вузов также носят обобщенный характер, нередко повторяя заимствованные формулировки.

Естественным при такой постановке вопроса является вопрос о методологической возможности учета мнений стейкхолдеров относительно деятельности образовательных организаций высшего образования. Национальной системе высшего образования необходима маркетинговая информационная система, которая отвечала бы следующим критериям оптимальности:

- релевантность целям ключевых стейкхолдеров образовательной организации высшего образования, поскольку вуз в силу своей миссии, целей и задач как некоммерческая организация имеет в качестве основной цели удовлетворение потребностей групп заинтересованных сторон в интересах их будущего развития и развития общества в целом;

- единоначалие, объективность критериев оценки, системность, понятность и транспарентность методологии сбора информации;

- признание основными стейкхолдерами образовательной организации критериев оценивания;

- информационная поддержка представления данных в сети интернет, формирование системы социальной пропаганды необходимости и важности активного участия стейкхолдеров в системе оценивания;

- охват всех (или абсолютного большинства) образовательных организаций высшего образования на национальном уровне, при этом оцениванию следует подвергать отдельные образовательные программы, а не образовательные организации в целом;

- активная позиция государства в отношении необходимости обратной связи со стейкхолдерами вуза;

- персонафикация on-line интерфейса и настроек базы данных, позволяющих получать информацию по личным запросам индивидуального потребителя;

- обеспечение качества и надежности представляемых данных;

- открытость для широкого круга пользователей;

- поддержка всеми группами стейкхолдеров, в том числе государством, но при этом обеспечение стратегической и операционной независимости;

- поддержка стремления вуза формировать индивидуальный профиль [4].

Казалось бы, такая система на национальном уровне невозможна в силу объективных причин: сложности проектирования релевантных целей деятельности методологии, обеспечения принципа конфиденциальности при сборе информации, существенных затрат и др. Однако в других странах, в частности в Германии, посчитали

возможной и необходимой формирование системы сбора информации, которая обеспечивала бы потенциальных стейкхолдеров необходимыми и объективными сведениями для формирования имиджа и репутации национальной системы высшего образования в целом и отдельных образовательных организаций высшего образования с целью последующего принятия решений в пользу обучения в Германии и выбора конкретной образовательной организации и направления подготовки. Совет ректоров Германии совместно с Фондом Бертельсмана нашел ответ на поставленный вопрос, инициировав открытие в 1994 году Центра развития образования (СНЕ), который занимается разработкой и внедрением методологии многомерного ранжирования основных образовательных программ немецких вузов на основе формализованного опроса ключевых стейкхолдеров образовательных организаций, которые наиболее интенсивно взаимодействуют с вузом – студентов, выпускников и преподавателей. Данный опрос проводится ежегодно, начиная с 1998 года (после 4-летней разработки методологии), более 300000 студентов, выпускников вузов и преподавателей ежегодно отвечают на вопросы анкет, оценивая работу вузов с точки зрения важных именно для общественности и для будущих абитуриентов параметров. Данные обрабатываются Центром развития образования (СНЕ) и публикуются в on-line версии еженедельной газеты DIE ZEIT в формате базы данных, которая не производит одномерного ранжирования вузов, демонстрируя агрегированные показатели по множеству релевантных для общественности критериев по отдельным образовательным программам вузов, позволяя каждому пользователю построить собственный рейтинг по наиболее важным для себя критериям. Подробно методология опроса описана в статье автора [4].

Таким образом, ориентация на потребности стейкхолдеров может быть не манифестируемой гипотетической задачей вузов, а законодательно закрепленным в виде целей и задач деятельности вузов императивом, коррелирующим с национальными интересами, интересами профессионального сообщества, а также потребностями конкретной личности в собственном профессиональном и гуманистическом формировании. Опыт зарубежных стран, в частности, Германии, показывает, что гипотетический конструкт «цели стейкхолдеров вуза» может конкретизироваться в получении достоверной информации посредством формализованного опроса с целью выявления удовлетворенности деятельностью образовательной организации на стадии обучения и после нее как показателей социального эффекта деятельности вуза.

ЛИТЕРАТУРА

1 Федеральный закон "Об образовании в Российской Федерации" от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 21.07.2014) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2015). [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165887/

2 Приказ Министерства образования и науки РФ «Об утверждении показателей, характеризующих общие критерии оценки качества образовательной деятельности организаций, осуществляющих образовательную деятельность» от 5 декабря 2014 г. N 1547. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/605390/>

3 Гурков И.Б. Интегрированная метрика стратегического процесса — попытка теоретического синтеза и эмпирической апробации // Российский журнал менеджмента. 2007. № 2.

4 Ковалева Е.Н. Рейтинг образовательной организации как инструмент оценки ее эффективности (опыт Германии). // Научный журнал ФГБОУ ВПО РЭУ им. Г.В. Плеханова "Человеческий капитал и профессиональное образование". 2014. №1(9). С. 9-20.

5 Крик Т., Форстейтер М., Монаган Ф., Силанпа М. Взаимодействие с заинтересованными сторонами: практическое руководство по организации взаимодействия со стейкхолдерами. Программа ООН, 2005.

6 Нащекина О.Н. Тимошенко И.В. О применении теории стейкхолдеров к анализу деятельности высших учебных заведений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова_періодика/вестник/Актуальні%20проблеми%20управління/2011/61/О%20ПРИМЕНЕНИИ%20ТЕОРИИ%20СТЕЙК-ХОЛДЕРОВ%20К%20АНАЛИЗУ%20ДЕЯТЕЛЬНОСТИ%20ВЫСШИХ%20УЧЕБНЫХ%20ЗАВЕДЕНИЙ.pdf

7 Рахманова М.С., Солодухин К.С. Инновационный стратегический анализ вуза на основе теории заинтересованных сторон. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2010. 151 с.

8 Солодухин К. С. Разработка методологии стратегического управления вузом на основе теории заинтересованных сторон: автореф. дисс. ... док. экон. наук. Москва, 2011.

9 Habicht H. Universität und Image. Entwicklung und Erprobung eines stakeholderorientierten Erhebungsinstrumentariums. Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre – Information, Organisation und Management – der Technischen Universität München. 2008, 437 p.

10 Hochschulrahmengesetz (HRG). Ausfertigungsdatum: 26.01.1976 (Neugefasst durch Bek. v. 19.1.1999 I 18; zuletzt geändert durch Art. 2 G v. 12.4.2007 I 506) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/hrg/gesamt.pdf>

11 Bayerisches Hochschulgesetz (BayHSchG) [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.uniwuertzburg.de/fileadmin/32020000/Ref_2.2_-_SG_1/Ge-setze/BayHSchG_23.05.2006_1_.pdf

REFERENCES

1 Federal'nyi zakon "Ob obrazovanii v RF" [Federal Law "On education in the Russian Federation" adopted by the State Duma on 21 December 2012 and approved by the Soviet of Federation on 26 December 2012 N 273]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165887/ (In Russ.).

2 Prikaz Ministerstva obrazovaniya i nauki RF "Ob utverzhenii pokazatelei, kharakterizuyushchikh obshchie kriterii otsenki kachestva obrazovatel'noi deyatel'nosti" [Ministry of Education and Science of the Russian Federation "On approval of indicators characterizing - forming general criteria for assessing the quality of an activity - educational organizations engaged in educational figureness from December 5, 2014 N 1547]. Available at: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/605390/> (In Russ.).

3 Gurkov I.B. Integrated metric - Strategic process - an attempt to theoretical - syntheses and empirical validation. *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta*. [Russian Management Journal], 2007, no. 2. (In Russ.).

4 Kovaleva E.N. Rating of education organization as a tool to evaluate its effectiveness, efficiency (German experience). *Nauchnyii zhurnal FGBOU VPO REU im. G.V. Plekhanova "Chelovecheskii kapital i professionalnoe obrazovanie"* [Scientific Journal VPO REU them. GV Plekhanov "Human capital and professional education"], 2014, no. 1 (9), pp. 9-20. (In Russ.).

5 Creek T., Forsteyter M., Monaghan F., Silanepa M. Vzaimodeistvie s zainteresovannymi storonami: prakticheskoe rukovodstvo po organizatsii vzaimodeistviya so steikkholderami [Stakeholder Engagement: A Practical Guide for Op - Organization stakeholder engagement mi. First Edition, October 2005]. Available at: www.accountability.org.uk. 148. (In Russ.).

6 Nashchekina O.N., Timoshenkov I.V. O primeneniі teorii steikholderov k analizu deyatel'nosti vuzov [On the application of the theory to the analysis of the stakeholders in higher education]. Available at: http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова_періодика/vestnik/Актуальні%20проблеми%20управління/2011/61/О%20ПРИМЕНЕНИИ%20ТЕОРИИ%20СТЕЙКХОЛДЕРОВ%20К%20АНАЛИЗУ%20ДЕЯТЕЛЬНОСТИ%20ВЫСШИХ%20УЧЕБНЫХ%20ЗАВЕДЕНИЙ.pdf (In Russ.).

7 Rakhmanova M.S., Solodukhin K.S. Innovatsionnyi strstegicheskii analiz vuza [Innovation strategic analysis of university -based stakeholder theory]. Vladivostok : Izd VSUES, 2010. 151 p. (In Russ.).

8 Solodukhin K.S. Razrabotka metodologii strategicheskogo upravleniya vuzom [Development of

methodology of strategic management of the university on the basis of stakeholder theory. Abstract diss. doc. econ. sci.]. Moscow, 2011. (In Russ.).

9 Habicht, H. Universität und Image. Entwicklung und Erprobung eines stakeholderorientierten Erhebungsinstrumentariums. Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre – Information, Organisation und Management – der Technischen Universität München, 2008. 437 p.

10 Hochschulrahmengesetz (HRG). Ausfertigungsdatum: 26.01.1976 (Neugefasst durch Bek. v. 19.1.1999 I 18; zuletzt geändert durch Art. 2 G v. 12.4.2007 I 506). Available at: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/hrg/gesamt.pdf>

11 Bayerisches Hochschulgesetz (BayHSchG). Available at: http://www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/32020000/Ref_2.2_-_SG_1/Gesetze/BayHSchG_23.05.2006_1_.pdf

УДК 338.242

Доцент Л.Б. Лихачева, магистр Н.В. Шевцова

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра управления качеством и машиностроительных технологий. тел. (473) 255-15-49

Associate professor L.B. Likhacheva, master student N.V. Shevtsova
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of quality and engineering technologies. phone (473) 255-15-49

Использование процесса «Управления идеями» для достижения целей компании

The use of the process "Management ideas" to achieve objectives of the company

Реферат. В данной статье предложен способ борьбы с восьмым видом потерь (согласно концепции «Бережливое производство») – потерей творческий потенциал сотрудников, а также способ вовлечения всех сотрудников компании в процесс постоянного улучшения деятельности предприятия. Этим способом является внедрение в систему менеджмента предприятия процесса «Управление идеями». В статье рассмотрена последовательность шагов в данном процессе, определены входы и выходы процесса, и выявлена взаимосвязь рассматриваемого процесса с другими процессами системы менеджмента производственного предприятия, а также сформулированы цели процесса. Авторами сделан вывод о том, что наличие процесса «Управление идеями» в системе менеджмента поможет достичь стратегических целей компании, так как процесс напрямую взаимосвязан с целями компании. Далее предложен алгоритм действий для результативного внедрения и управления рассматриваемым процессом в соответствии с циклом Деминга с указанием методов, которые должны быть применены: постановка цели перед сотрудниками и компанией (планирование); вовлечение сотрудников и мотивирование (выполнение); периодический мониторинг достижения поставленных целей (проверка); оценка достижения цели, проведение корректирующих мероприятий (исправление). Важным условием для успешного внедрения и дальнейшего результативного функционирования процесса «Управление идеями» является заинтересованность высшего руководства и его постоянное внимание к осуществляемому в рамках процесса деятельности. Предложенная методика является универсальной для всех видов предприятий. Предложенный метод позволяет за достаточно короткий срок внедрить и направить процесс «Управление идеями» на достижение стратегически важных целей компании.

Summary. This article proposes a way of dealing with the eighth type of losses (according to the concept of "Lean production") – loss of employee creativity, and a method of involving all employees in the continuous improvement process of the enterprise. This method is the introduction process «Idea Management» into the management system of the factory. The article describes the sequence of steps in this process, identifies inputs and outputs of the process and the interrelation of the considered process with other processes of the management system of industrial enterprises, and also defines goals of the process. The authors concluded that the presence of "Idea management" process in the management system will help to achieve the strategic goals of the company, as the process is directly correlated with the company's goals. Furthermore the algorithm of action for the effective implementation and further management of the process were suggested in accordance with the Deming cycle including methods that should be applied: goal setting for employees and company (plan); employee engagement and motivation (do) ; periodic monitoring of achievement of goals (check); assessment of goal achievement, conducting corrective action (act). The authors show that an important condition for successful implementation and further efficient functioning of the process "Management ideas" is the interest of the top management and its constant attention to the ongoing process of activity. The proposed method is universal for all kinds of enterprises. The proposed method allows for a relatively short time to implement and guide the Idea Management process to achieve strategically important goals of the company.

Ключевые слова: предложение по улучшению, постоянные улучшения, цель, вовлеченность персонала, стратегия

Keywords: suggestion for improvement, continuous improvement, target, employees participation, strategy

Все большую популярность приобретает система «Бережливое производство» для совершенствования системы менеджмента предприятия, и тем самым, для повышения конкурентоспособности предприятия. Основой системы «Бережливое производство» является выявление 7 видов потерь в деятельности предприятия и их устранение. Этими потерями являются: потери из-за перепроизводства, не-

нужного ожидания, лишней транспортировки, лишних этапов обработки, лишних запасов, ненужного перемещения, потери из-за дефектов и брака. Существует также восьмой вид потерь, который обычно выделяют и рассматривают отдельно – это потеря творческого потенциала сотрудников.

В концепции «Бережливое производство» определено, что для борьбы с потерей творческого потенциала на предприятии должна быть внедрена система, в рамках которой любой сотрудник вне зависимости от занимаемой должности и выполняемой работы может подать предложение по улучшению, предложение должно быть рассмотрено, в случае если оно пригодно для дальнейшего использования – реализовано, а сотрудник премирован. Далее в статье при упоминании такой системы будет использован термин «процесс «Управления идеями»».

Даже если руководство предприятия не нацелено на внедрение системы «Бережливое производство» на своем предприятии, проблема потери потенциала работников остается актуальной. В стандарте ISO 9001 есть требование постоянно улучшать СМК (п. 8.5.1). Согласно требованиям стандарта ISO 9001, организация должна постоянно повышать результативность системы менеджмента качества посредством использования политики и целей в области качества, результатов аудитов, анализа данных, корректирующих и предупреждающих действий, а также анализа со стороны руководства.

Как правило, перечисленной выше деятельностью занимаются сотрудники, чья ответственность за постоянные улучшения деятельности организации установлена в рамках существующей системы менеджмента. Персонал, непосредственно участвующий в реализации процессов, не задействован в процессе улучшения системы. Это является большим упущением, так как рядовые сотрудники, выполняющие стандартные операции видят ситуацию с практической стороны и могут предложить различные идеи по улучшению процессов и деятельности, которые будут действительно полезными для повышения результативности и эффективности деятельности компании.

Таким образом, можно сделать вывод, что наличие процесса «Управление идеями» в системе управления является актуальным на сегодняшний день.

Рассмотрим процесс «Управление идеями» подробнее. Основное содержание и последовательность этапов данного процесса показаны на рисунке 1.

Входами процесса «Управление идеями» могут быть выходы из любых других процессов системы менеджмента организации (например, из процессов управления проектами, управление затратами, производственного процесса) и любая деятельность организации (например, анализ выполнения проектов (выученные уроки), работа с несоответствиями, и другое).

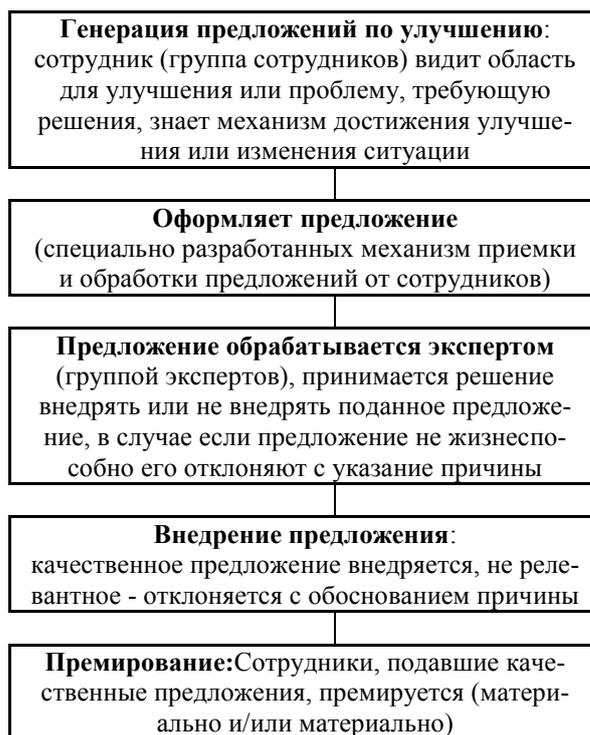


Рисунок 1. Последовательность этапов процесса «Управления идеями»

Выходы рассматриваемого процесса, такие как, например, не стандартное конструкторское решение, улучшение технологического процесса, новые или усовершенствованные методы контроля качества, предложения по улучшению по результатам анализа выполненных проектов (выученные уроки), закупка нового оборудования для увеличения производительности предприятия, и так далее, есть входы для других процессов, таких как разработка, производство, управление качеством, управление проектами, инвестиционная деятельность соответственно.

Наиболее значимыми целями процесса «Управление идеями» являются:

- использование творческого потенциала сотрудников компании всех уровней;
- формирование корпоративной культуры в организации, где каждый сотрудник вовлечен в деятельность по улучшениям;
- поиск креативных путей решения возникающих проблем.

Процесс «Управление идеями» может оказать положительное влияние на выполнение стратегии компании. Как правило, стратегия направлена на:

- повышение конкурентоспособности производимой продукции или услуг;
- снижение потерь и затрат;

- улучшение бизнес процессов и их взаимодействие;
- повышение безопасности деятельности, решение вопросов связанных с охраной труда;
- снижение воздействия на окружающую среду.

Главным фактором успеха в реализации процесса «Управление идеями» является внимание и понимание важности рассматриваемого процесса со стороны высшего руководства. Для достижения целей процесса высшее руководство должно четко обозначить и донести до сотрудников компании свою заинтересованность и свои ожидания, и следовать своим заявлениям.

Таким образом, можно сделать вывод, что процесс «Управление идеями» тесно взаимосвязан со всей деятельностью организации, и его наличие в системе менеджмента предприятия будет способствовать достижению стратегических целей компании.

Новизна предложенной ниже методики, заключается в том, что впервые были проанализированы и выбраны наиболее результативные методы для внедрения и совершенствования процесса «Управление идеями» и результатом выполненной работы является готовая методика, универсальная для всех видов предприятий, способная помочь внедрить процесс «Управления идеями» и направить его на достижение стратегических целей компании.

Для того, чтобы управлять любым процессом для него необходимо задать цель. В данном случае под целью подразумевается желаемый результат от выполнения процесса. На рисунках 2 и 3 показано как будет функционировать процесс «Управление идеями», если цели для него четко не сформулированы.

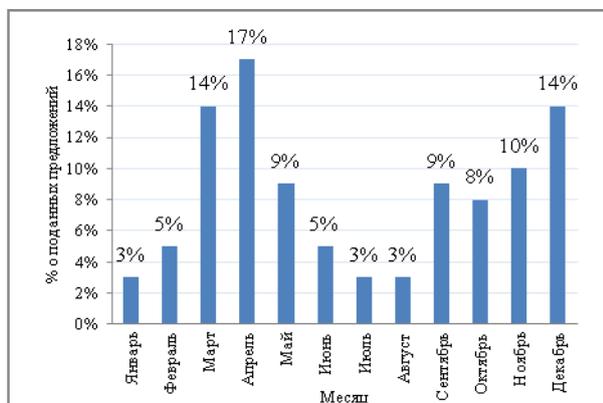


Рисунок 2. Активность сотрудников в рамках процесса «Управления идеями» организации в течение года

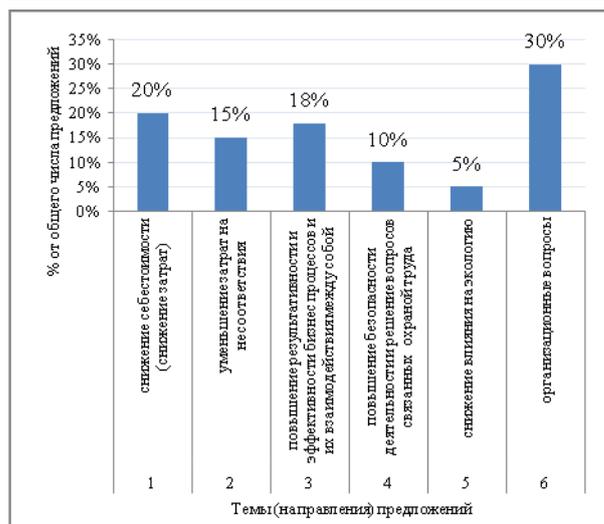


Рисунок 3. Распределение поданных предложений по темам (направлениям)

Как видно из приведенных графиков, без сформулированных целей процесса и ожиданий высшего руководства предложения по улучшениям приходят не равномерно в течение года и значительная часть предложений направлена на решение организационных вопросов, что не является приоритетом с точки зрения управления бизнесом. Таким образом, делаем вывод, что для того чтобы результаты рассматриваемого процесса не расходились с целями компании, цели процесса необходимо связать с целями компании.

Итак, экспертным методом высшим руководством были выбраны наиболее приоритетные стратегические цели. Результаты обработанных данных представлены на рисунке 4.

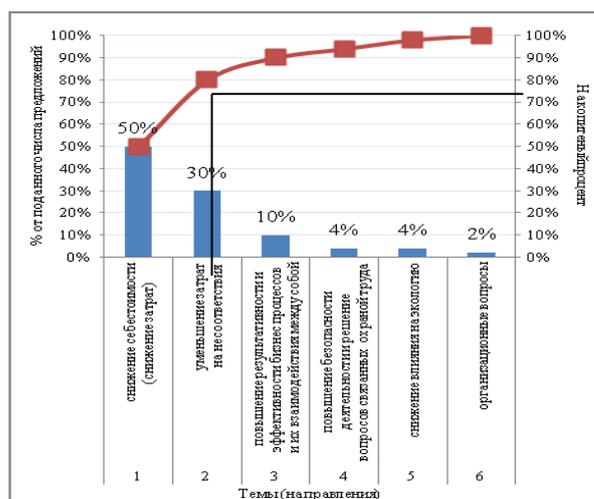


Рисунок 4. Анализ наиболее значимых тем (направлений) для подачи предложений по улучшению

Таким образом, по результатам проведенного анализа по правилу Парето определены 20 % наиболее значимых тем для подачи предложений по улучшению с точки зрения компании являются снижение себестоимости (снижение затрат) и уменьшение затрат на несоответствия. Это значит, что для достижения целей компании высшему руководству и руководству проекта по внедрению рассматриваемого бизнес процесса необходимо сосредоточить все усилия на выявленных темах: снижение себестоимости (снижение затрат) и снижение затрат на несоответствия.

Управление процессом с целью достижения заданных целей проходит по следующему пути:

1. Постановка целей.

Формат цели предпочтительно должен быть «SMART», т.е. к целям должны быть предъявлены следующие требования:

- цель должна быть **конкретна**: должно быть определено ожидаемое количество предложений по улучшению, ожидаемый потенциальный экономический эффект от предложений, вовлеченность сотрудников, количество внедренных (жизнеспособных) предложений;

- цель должна быть **достижима**: при постановке цели руководству необходимо понимать, что в условиях ограниченности ресурсов (времени у сотрудников, капитала) внимание к проекту с их стороны, не нанося ущерб основным обязанностям, будет ограничено, поэтому необходимо соблюдать баланс. Дополнительно стоит отметить: невозможно сократить затраты до нуля или снизить себестоимость до максимально минимального значения, как минимум не стоит ожидать такого результата в короткие сроки, поэтому при постановке цели нужно определить реальные возможности для улучшения, эти возможности и должны стать целью;

- цель должна быть **ограничена по времени**: необходимо установить период, за который организация добивается поставленной цели, как правило, устанавливаются период – 1 финансовый год;

- цель должна быть **измерима**: у ответственных за проект должна быть методика подсчета показателей, в частности для расчета экономического эффекта;

- цель должна быть **актуальной**: т.е. цель должна соответствовать существующей потребности (могут использоваться методы бенчмаркинга, например, для определения себестоимости продукции конкурирующих компаний и сравнение с себестоимостью про-

дукции рассматриваемой организации), а также выходные данные из анализа проигранных тендеров и анализа затрат.

Далее происходит распределение целей по всем уровням управления компании до самого последнего сотрудника.

Возможен и другой вариант, когда постановка цели идет в обратном направлении: каждое структурное подразделение определяет для себя цели, используя также формат SMART, и в конечном итоге цель компании складывается из суммы целей подразделений.

2. Вовлечение сотрудников, генерация предложений, их обработка и мотивирование вовлеченных сотрудников.

На этом этапе можно воспользоваться одним из ниже перечисленных методов или комбинацией нескольких из них.

2.1. Всеобщее информирование о целях проекта, взаимосвязи проекта с целями компании и отдельных подразделений, важности участие в деятельности по улучшениям, ожиданиях высшего руководства от процесса. Общие собрания, рассылки по электронной почте и мотивационные плакаты, регулярные, доступные всем отчеты о результативности процесса. Перечисленные методы будут эффективны в начале внедрения процесса и поддержания его в дальнейшем.

2.2. Проведение мозговых штурмов по подразделениям. Этот метод эффективен, если наблюдается спад активности в программе.

2.3. Межфункциональный мозговой штурм. Выбирается проблема, требующая решения, например, высокая себестоимость производимой продукции, собирается команда из сотрудников, деятельность которых тем или иным образом влияет на данную проблему, и проводится совещание по генерации предложений, далее предложения обрабатываются, и по результатам обработки формируется план мероприятий для подразделений на определенный срок.

3. Мониторинг выполнения целей. Необходимо определить с какой периодичностью будут отслеживаться, и сообщаться руководству показатели процесса, как часто будут проводиться совещания по обсуждению достигнутых результатов процесса.

4. По прохождению определенного периода достигнутые результаты должны быть проанализированы и при неудовлетворительных результатах должны быть предприняты соответствующие корректирующие и предупреждающие мероприятия.

Последовательность перечисленных этапов приведена в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Последовательность этапов и их особенности при внедрении процесса «Управление идеями»

	Этап	Примечание
PLAN	Постановка цели	Стандарт цели "SMART": цель должна быть конкретна, измерима, достижима, актуальна, ориентирована во времени"
DO	Вовлечение сотрудников и мотивирование	Методы, которые могут быть применены: 1. Информирование всех сотрудников о целях процесса; 2. Проведение мозговых штурмов по подразделениям; 3. Проведение межфункционального мозгового штурма; 4. Мотивирование сотрудников на непрерывное генерирование предложений
CHECK	Мониторинг выполнения цели	Должна быть задана периодичность отслеживания результатов процесса (ежемесячно, ежеквартально, другое)
ACT	Оценка достижения цели, проведение корректирующих мероприятий	Проведение дополнительных мотивационных мероприятий

Как видно из представленной таблицы 1, перечисленные этапы соответствуют циклу PDCA, что говорит о том, что описанный процесс будет результативен и эффективен при его применении.

ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования. М.:Стандартинформ, 2010. 26 с.
 2 Орлов А.И. Менеджмент. Учебник. М.: Издательство "Изумруд", 2003. 298 с.
 3 Шилкина А.Т. Формирование системы постоянного улучшения деятельности промышленного предприятия: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Саранск, 2009. 20 с.
 4 Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством: учебник. М: ИНФРАМ, 2001. 212 с.
 5 Лихачева Л.Б., Шевцова Н.В. Предложения по улучшениям от сотрудников организации как часть процесса постоянного улучшения // Системный анализ и моделирование процессов управления качеством в инновационном развитии АПК: мат. Международ. науч.-практич. конф., Воронеж, 8-9 апреля 2015 г. Воронеж: Изд-во ФГБОУ ВПО «ВГУИТ», 2015. С. 287 – 294.

REFERENCES

1 State standards ISO 9001-2011 Quality management systems. demands [GOST ISO 9001-2011 Sistemi menedzhmenta kachestva. Trebovaniya]. Moscow, Standartinform, 2009. 26 p. (In Russ.).
 2 Orlov A.I. Management [Menedzhment]. Moscow, Izdatel'stvo "Izumrud", 2003. 298 p. (In Russ.).
 3 Shilkina A.T. Formirovanie sistemi postoyannogo uluchsheniya deyatelnosti promishlennogo predpriyatiya. Avtoref. dis. kand. ekonom. nauk. [Formation of system of continual improvement of industrial enterprise]. Saransk, 2009. 20 p. (In Russ.).
 4 Basovskii L.E., Protas'ev V.B. Quality management [Upravlenie kachestvom]. Moscow, INFRAM, 2001. 212 p. (In Russ.).
 5 Likhacheva L.B., Shevtsova N.V. Suggestions for improvements from the employees of the organization as part of a process of continuous improvement. Sistemnyi analiz i modelirovanie processov upravleniya kachestvom v innovacionnom razvitii APK. [System analysis and modeling of quality control in the innovative development of agriculture: proc. international. scientific-practical. Conf.]. Voronezh, VGUIIT, 2015. pp. 287 – 294. (In Russ.).

УДК 332.1

Доцент С.А. Волкова

(Воронеж. гос. техн. ун-т) кафедра экономики и управления на предприятиях машиностроения.

тел. (473) 243-76-67

E-mail: svetlan_volkova@mail.ru

Associate professor S.A. Volkova

(Voronezh state technology university) Department of of Economics and Management at the enterprises of mechanical engineering.

phone (473) 243-76-67

E-mail: svetlan_volkova@mail.ru

Экономическая платформа роста качества жизни населения (на примере областей Центрального Черноземья)

Platform economic growth quality of life quality of the population (on the example of regions of the Central Chernozem region)

Реферат. В настоящем исследовании рассмотрены экономические предпосылки обеспечения роста качества жизни населения Центрально-Черноземного региона. По нашему мнению, именно экономическая база определяет потенциал развития конкретного субъекта РФ и обеспечения роста качества жизни. Установлено, что экономические предпосылки характеризуются сложностью и многогранностью воздействия. К приоритетным показателям экономического развития региона относятся: ВРП на душу населения, структура экономики, инвестиционная активность и экономическая эффективность. Большинство представленных экономических показателей имели в исследуемом регионе положительную динамику, но в то же время установлено, что наиболее устойчивый тренд экономического развития характерен для Белгородской и Липецкой областей. Сложная ситуация сложилась с экономическим обеспечением роста качества жизни населения в Орловской и Тамбовской областях. Тревожным фактом считаем низкий уровень большинства показателей экономической эффективности развития в данных регионах: снижается индекс производительности труда, доля высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики, число высокопроизводительных рабочих мест. Проведенный анализ позволил выявить не только ряд проблем в областях Центрального Черноземья, но и определить возможности обеспечения роста экономических показателей в целях обеспечения улучшения качества жизни населения. К их числу относятся: имеющийся потребительский потенциал областей, высокий уровень расходов бюджетов субъектов ЦЧР на социально-культурные мероприятия, в частности, активно растут расходы региональных бюджетов на реализацию социальной политики. Также следует отметить рост инвестиций в основной капитал. Для улучшения экономической ситуации в регионе важно на уровне региональной администрации разрабатывать мероприятия и социальные программы, нацеленные на обеспечение качества жизни населения ЦЧР.

Summary. In the real research economic prerequisites of ensuring growth of quality of life of the population of the Central Chernozem region are considered. In our opinion, economic base determines the potential of development of the concrete territorial subject of the Russian Federation and ensuring growth of quality of life. It is established that economic prerequisites are characterized by complexity and versatility of influence. Treat priority indicators of economic development of the region: VPR per capita, structure of economy, investment activity and economic efficiency. The majority of the presented economic indicators had positive dynamics in the studied region, but, at the same time it is established that the steadiest trend of economic development is characteristic for the Belgorod and Lipetsk areas. A difficult situation with economic ensuring growth of quality of life of the population in the Oryol and Tambov areas. Low level of the majority of indicators of economic efficiency of development in these regions is considered the disturbing fact: the labor productivity index, a share of high-tech and knowledge-intensive industries of economy, number of high-performance workplaces decreases. The carried-out analysis allowed to reveal not only a number of problems in areas of the Central Chernozem region, but also to define possibilities of ensuring growth of economic indicators for ensuring improvement of quality of life of the population. Treat their number: the available consumer potential of areas, high level of expenses of budgets of subjects of TsChR on welfare actions, in particular, actively grow expenses of regional budgets on realization of social policy. Also it should be noted growth of investments into fixed capital. In the region it is important to develop for improvement of an economic situation at the level of regional administration actions and the social programs aimed at ensuring quality of life of the population of TsChR.

Ключевые слова: обеспечение качества жизни, экономические предпосылки качества жизни, качество жизни.

Keywords: ensuring quality of life, economic prerequisites of quality of life, quality of life.

Экономическую основу роста качества жизни населения региона составляют ресурсы, которыми обеспечен данный субъект Российской Федерации, приоритетными среди которых являются: бюджетная обеспеченность субъекта РФ, инвестиционная активность и экономическая эффективность региона, структура экономики. Представленные показатели выполняют и важную социальную функцию, поскольку они участвуют в формировании уровня дохода населения, оказывают воздействие на структуру потребления населением товаров и услуг, способствуют сглаживанию социальной дифференциации населения. Уровень экономической активности и структуры экономики региона напрямую определяет объем производимого валового продукта в регионе.

ВРП на душу населения является базовым показателем в группе экономических факторов. Следует отметить, что данный показатель носит двойственный характер. С одной стороны, он

отражает результаты усилий индивидов и государства по обеспечению качества жизни, а, с другой стороны, ВРП – экономическая основа функционирования регионального механизма обеспечения качества жизни населения.

Динамика ВРП на душу населения за период 1998- 2013 гг. отражена на рисунке 1. Представленные данные позволяют сделать вывод, что среди исследованных субъектов Российской Федерации Липецкая и Белгородская области демонстрирует уверенный рост показателя на протяжении всего исследуемого периода. Невысокие темпы роста ВРП на душу населения характерны для Орловской и Тамбовской областей. Наиболее высокие темпы роста ВРП на душу населения отмечены в период 2005-2008 гг., когда экономика не только данных регионов, но и в целом по стране, переживала подъем. Отметим, что ВРП на душу населения значительно снизился в 2009 году, что обусловлено экономическим кризисом.

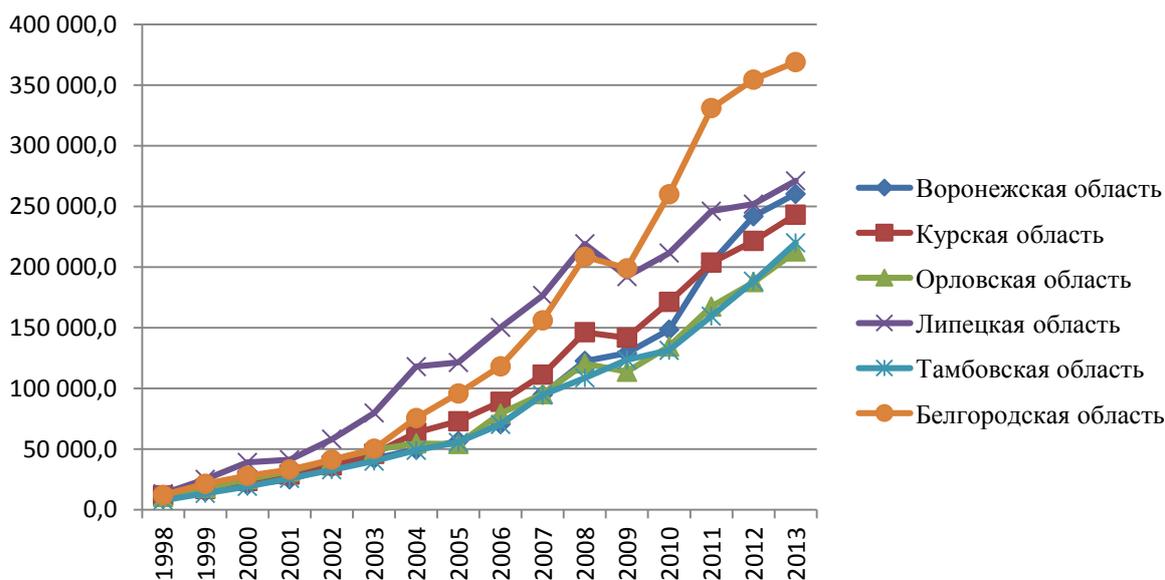


Рисунок 1. Динамика валового регионального продукта на душу населения за период 1998-2013 гг. в текущих ценах, руб. [5]

ВРП на душу населения является агрегированным показателем и его значение зависит не только от объема произведенного ВРП, но и от количества населения, проживающего в регионе. Вследствие чего прирост ВРП на душу населения может быть обусловлен не столько ростом производства, а сколько ростом уровня цен и естественной убылью населения. В силу данных обстоятельств существенно снижается объективность ВРП на душу населения как показателя качества жизни

населения. Необходимо более комплексное исследование, в частности, анализ отраслевой структуры ВРП. Отраслевая структура ВРП по областям Центрального Черноземья на 2013 год представлена в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, рациональная структура ВРП по видам экономической деятельности отмечается в Курской, Белгородской Липецкой и Орловской областях. Наибольший доход указанные регионы получают за счет обрабатывающих производств и сельского хозяйства.

Структура ВРП по областям Центрального Черноземья в 2013 году в сравнении с 2004 годом, % [5]

Показатель	Воронежская область		Курская область		Липецкая область		Орловская область		Тамбовская область		Белгородская область	
	2013г	Изменение (2013г.-2004 г.)	2013г	Изменение (2013г.-2004 г.)	2013г	Изменение (2013г.-2004 г.)	2013г	Изменение (2013г.-2004 г.)	2013г	Изменение (2013г.-2004 г.)	2013г	Изменение (2013г.-2004 г.)
Сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство	13,3	+1,6	15,1	-1,8	10,0	+3,1	13,9	+2,4	17,7	+2,5	17	+4,6
Добыча полезных ископаемых	1,0	+0,6	11,8	-7,8	0,9	+0,5	0,1	0	0,0	0	15,1	-6
Обрабатывающие производства	13,6	-9,3	17,5	+5,7	33,8	-29,4	18,3	-5,1	13,5	-3,1	16,8	-6,2
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	4,2	-1,8	8,2	-9,7	3,3	+0,4	3,6	-0,2	2,5	-1,7	4,3	+1,5
Строительство	8,0	+3,1	6,1	+2,4	11,3	+8,2	6,6	-0,2	13,4	+7,9	8,5	+3,7
Оптовая и розничная торговля	19,9	-0,3	8,7	+0,7	11,6	+3,2	14,6	-0,4	18,6	-4,6	15,0	+1
Транспорт и связь	7,7	+0,2	7,6	+0,2	5,7	+0,7	13,4	-2,4	10,9	-4,4	5,6	-1,2
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	15,9	+6,8	6,9	+3,7	8,4	+5,5	6,8	+2,9	5,8	+1,8	5,8	+1,4
Образование	4,2	+0,2	4,6	+0,8	3,4	+1,8	6,4	+2,2	3,8	-0,7	2,9	-0,1
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	3,9	-1,2	4,4	+1,5	3,9	+1,6	5,1	+1,1	4,2	-0,2	3,3	+0,1
Прочее	8,3	-	9,1	-	7,7	-	11,2	-	9,6	-	5,7	-
Итого	100	-	100	-	100	-	100	-	100	-	100	-

В Воронежской и Тамбовской областях преобладают доходы от оптовой и розничной торговли, сферы услуг. Такая структура иллюстрирует низкую роль реального сектора экономики, который в 2013 г. по сравнению с 2004 г. показывает отрицательную динамику (исключая сельское хозяйство). В то же время, такая структура отражает современную траекторию развития общества – увеличение личного потребления.

Потребительский потенциал населения включает следующие компоненты:

- а) среднедушевые денежные доходы;
- б) потребительские расходы в среднем на душу населения;
- в) общая площадь жилых помещений, в среднем на 1 жителя;
- г) средний размер вклада физических лиц на рублевых счетах, руб.;
- д) средний размер вклада физических лиц на валютных счетах, руб.;
- е) число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения.

Отдельные показатели потребительского потенциала областей Центрального Черноземья на 2013 год представлены в таблице 2. Так, наиболее высокий уровень среднедушевого дохода наблюдается в Белгородской (23735 р. в месяц) и Липецкой областях (22222 р. в месяц), а потре-

бительские расходы самые значительные в Воронежской области (17006 р. в месяц). Доля сбережений населения имеет самый высокий показатель в Курской области (30,9 % на 2013 г.), а самая низкая – в Тамбовской области (24,2 %). Положительную динамику имеет индикатор «число собственных автомобилей на 1000 человек населения», на 2013 г. лидерами по численности автомобилей на 1000 жителей являются Орловская (302,5 шт.) и Липецкая (294,7 шт.) области. Наименее обеспечены собственными автомобилями жители Курской области.

Жилыми помещениями в среднем на 1 жителя более обеспечены жители Курской области (27,8 кв.м. на человека), Тамбовская область находится на последнем месте по этому показателю среди областей Центрального Черноземья (25,5 кв.м. на человека) в 2013 г.

Потребительский потенциал в исследуемом регионе находится на среднероссийском уровне и имеет возможности для дальнейшего роста. Динамика базовых показателей в последние годы положительна во всех областях.

Немаловажное значение для экономического обеспечения роста качества жизни населения имеют показатели инвестиционной активности, среди которых ведущий – объем инвестиций в основной капитал (рисунок 2).

Показатели потребительского потенциала областей Центрального Черноземья на 2013 год [5]

	Воронежская область	Курская область	Липецкая область	Орловская область	Тамбовская область	Белгородская область
Среднедушевые денежные доходы, руб. в месяц	22056	20809	22222	18262	19834	23735
Потребительские расходы в среднем на душу населения, руб.	17006	14369	16523	13066	15028	16099
Число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения, штук	283,7	250,5	294,7	302,5	257,7	288,4
Общая площадь жилых помещений, в среднем на 1 жителя, кв.м.	27,3	27,8	27,2	25,8	25,5	27,4

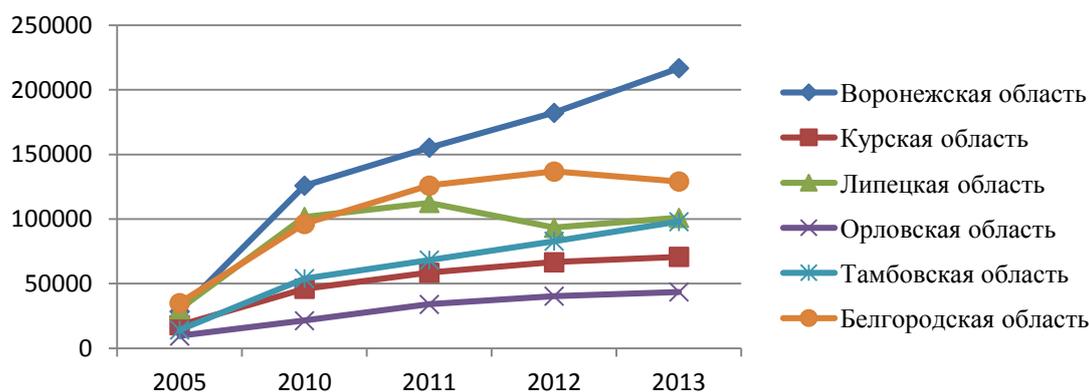


Рисунок 2. Инвестиции в основной капитал в фактически действовавших ценах за период 2005-2013 гг., млн. рублей [5]

Динамика инвестиций в основной капитал положительна, но с 2010 года в областях Центрального Черноземья, за исключением Воронежской области, отмечается некоторое снижение темпов инвестиционной активности при общем росте показателя, что во многом обусловлено кризисными явлениями в экономике страны. Лидирующие позиции по объему вложенных инвестиций в основной капитал занимает Воронежская область (с 2010 года по 2013 год прирост составил более 13 %). Резкий рост инвестиций в основной капитал в период с 2005 по 2010 гг. в Липецкой области обеспечивался за счет учреждения в 2005 году ОЭЗ ППТ «Липецк». Низкий показатель вложений в основной капитал в Тамбовской области, что не может свидетельствовать об активном экономическом развитии региона.

Структура инвестиций в основной капитал показывает приоритетные сферы вложения инвестиций в основной капитал. За период 2010-2013 гг. в Воронежской, Курской, Липецкой, Тамбовской областях доминируют инвестиции в здания (за исключением жилых) и составляют около 40 % от общего объема ин-

вестиций в основной капитал. В Орловской области за исследуемый период самые значительные вложения осуществлялись в строительство жилых помещений. В 2010-2013 гг. отмечается тенденция снижения объема инвестиций в машины, оборудование и транспортные средства, что негативно отражается на развитии хозяйственного комплекса Центрального Черноземья. Источники инвестиций в основной капитал включают собственные и привлеченные средства.

Исследование позволяет сделать вывод, что в основном используются привлеченные средства (по 2013 г. их удельный вес составляет до 74 %). Из привлеченных средств наибольший объем средств, поступивших из федерального бюджета, приходится на Воронежскую область (в 2013 г. составили 25,6 %). Доминируют кредиты банков в инвестирование в основной капитал в Курской и Тамбовской областях (по данным на 2013 г.).

Обеспечивают рост качества жизни и бюджетные ассигнования, как в форме социальных выплат, так и в форме вложений в экономику. Структура доходов бюджета ис-

следуемого региона различна. Так, в Белгородской, Воронежской, Тамбовской, Липецкой областях в структуре доходной части бюджета доминирует налог на доходы физических лиц. В Орловской, Курской областях – налог на прибыль организаций. Данная тен-

денция сохраняется на протяжении всего периода исследования (2005 -2013 гг.). Значительный интерес в вопросах обеспечения роста качества жизни населения представляет структура расходов бюджета областей Центрального Черноземья (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Структура расходов региональных бюджетов в 2010 году, % [5]

	Расходы на национ. экономику в 2010 г.	Изменение (2010 г. к 2005 г.)	Расходы на ЖКХ в 2010 г.	Изменение (2010 г. к 2005 г.)	Расходы на соц.-культ. меропр. 2010 г.	Изменение (2010 г. к 2005 г.)	Расходы на образование	Изменение (2010 г. к 2005 г.)	Расходы на здравоохранение, физическую культуру и спорт в 2010 г.	Изменение (2010 г. к 2005 г.)	Расходы на социальную политику в 2010 г.	Изменение (2010 г. к 2005 г.)
Белгородская область	31,9	+4,6	7,2	-2,7	49,3	-0,7	44,8	+2,8	18,7	-13,8	26,5	+10,3
Воронежская область	16,1	+3,2	10,2	-0,1	57,1	-4,7	36,6	-2,0	25,1	-10,1	33,6	+12,8
Курская область	20,6	-3,8	5,6	-1,8	57,7	+6,3	40,6	-4,5	22,4	-5,2	31,7	+10,5
Липецкая область	17,2	+3,6	8,1	-11,0	56,7	+0,4	40,2	+0,9	21,4	-15,0	32,8	+14,8
Орловская область	15,8	+0,6	7,3	2,6	60,9	-3,2	45,3	-0,9	19,3	-6,5	30,8	+9,0
Тамбовская область	20,2	+5,6	10,3	-3,5	52,1	-5,3	41,5	-1,8	15,1	-11,9	36,2	+14,8

Расходы на социально-культурные мероприятия в 2010 году составляют в областях ЦЧР в основном не менее 50 %. Белгородская область имеет более низкое значение – 49,3 % от общей суммы расходов бюджета. В структуре расходов на социально- культурные мероприятия преобладают затраты на образование, удельный вес которых колеблется в пределах от 36,6 % в Воронежской области до 45,3 % в Орловской области. Следует отметить, что величина расходов на образование, здравоохранение, физкультуру и спорт имеет тенденцию к снижению в 2010 году по сравнению с 2005 годом во всех областях ЦЧР.

Положительную динамику имеют расходы на социальную политику. Наиболее высокие темпы расходов в этой сфере несут Липецкая и Тамбовская области (14,8 % в 2010 году по сравнению с 2005 годом). В Тамбовской области удельный вес расходов на социальную политику в общей сумме расходов на социально-культурные мероприятия самый высокий в ЦЧР на 2010 г. (36,2 %). Минимальное значение (26,2 %) характерно для Белгородской области.

На 2014 г. отмечен дефицит региональных бюджетов во всех областях Центрально-Черноземного региона. Наиболее острый дефицит бюджета в Воронежской области (1615 млн. рублей). Относительно низкий показатель бюджетного дефицита в Липецкой

области (35 млн. рублей) [5]. Такая ситуация во многом отрицательно отражается не только на непосредственно экономических показателях, но и на реализации социально-культурных мероприятий. Возникновение дефицита обусловил экономический кризис, в котором находится государство.

Показатели экономической эффективности отражены в таблице 4.

Показатели общей экономической эффективности по областям ЦЧР имеют неустойчивую динамику. Так, индекс производительности труда имеет самый высокий прирост по сравнению с 2008 годом в Тамбовской области, и, как результат наиболее высокий уровень в 2013 году – 110,3 %. Вместе с тем, в Белгородской, Воронежской и Орловской областях происходило снижение показателя, что является отрицательным фактором развития экономики.

Доля высокотехнологичных и наукоемких отраслей в ВРП в исследуемом регионе невысока. Наибольший удельный вес показатель достигает в Орловской области (20,4 % на 2013 г.). Положительная динамика данного сектора экономики зафиксирована в Курской, Липецкой, Орловской и Тамбовской областях. Воронежская область характеризуется самым значительным сокращением доли высокотехнологичных и наукоемких отраслей (83,6 % в 2013 г. по сравнению с 2010 г.).

Показатели экономической эффективности в областях ЦЧР [5]

	Индекс производительности труда, %		Доля высокотехнологичных и наукоемких отраслей экономики в ВРП, %		Доля инвестиций в основной капитал в ВРП, %		Степень износа основных средств, %		Энергоемкость ВРП, 2013 г., кг. условного топлива / 10000 рублей	Число высокопроизводительных рабочих мест в 2013 г., тыс. единиц
	2013 г.	Изменение в 2013 г. к 2008 г., %	2013 г.	Изменение в 2013 г. к 2010 г., %	2013 г.	Изменение в 2013 г. к 2008 г., %	2013 г.	Изменение в 2013 г. к 2008 г., %		
Белгородская область	102,9	92,5	10,3	99,0	22,7	69,2	42,5	112,4	178,13	212,7
Воронежская область	102,4	95,2	18,9	83,6	35,8	109,1	47,1	99,6	142,47	241,8
Курская область	106,0	102,9	19,1	109,8	26,3	94,3	52,5	98,7	252,76	175,2
Липецкая область	103,6	100,5	13,8	122,1	32,1	94,7	49,7	98,4	527,38	121,1
Орловская область	102	96,1	20,4	103,6	26,6	94,3	47,5	104,9	229,7	108,7
Тамбовская область	110,3	104,5	17,8	102,9	41,6	117,8	48,2	100,2	155,15	105,5

Доля инвестиций в основной капитал в ВРП характеризуется высокой положительной динамикой в Тамбовской (117,8 % по сравнению с уровнем 2008 г.) и Воронежской областях (109,1 % по сравнению с 2008 г.). В других областях Центрального Черноземья по данному показателю динамика отрицательна. Степень износа основных средств высока во всех областях, что свидетельствует о недостаточном инвестировании в эту сферу.

В условиях роста энергопотребления становится актуальным показатель энергопотребления. В разы энергопотребление Липецкой области превышает остальные области ЦЧР, что обусловлено развитием в регионе тяжелой промышленности, нуждающейся в значительных объемах энергии.

На 2013 г. в Воронежской и Белгородской областях число высокопроизводительных рабочих мест превышает 200 единиц – это самые высокие показатели в регионе. Более чем в два раза меньше число высокопроизводительных рабочих мест в Тамбовской области.

Подводя итог вышеизложенному, выделим положительные и отрицательные экономические предпосылки обеспечения роста качества жизни населения в Центрально-Черноземном регионе. К числу положительных предпосылок следует отнести:

- положительную динамику ВРП на душу населения во всех областях ЦЧР, который вырос в разы по сравнению с 1998 годом;
- оптимальную структуру ВРП в большинстве областей Центрального Черноземья;
- характерной особенностью жителей региона является склонность к потреблению.

Наиболее высокий показатель склонности к потреблению отмечен в Воронежской области;

- достаточно высокий уровень расходов на социально-культурные мероприятия (от 49,3 до 60,9 % от общей суммы расходов региональных бюджетов);

- положительная динамика во всех областях ЦЧР по статье «расходы на социальную политику», что свидетельствует о внимании со стороны региональных органов власти к проблемам социальной сферы;

- высокий положительный результат определяющих показателей экономической эффективности в Тамбовской области.

Вместе с тем, проведенное исследование позволило выявить и ряд существенных негативных тенденций в динамике экономических предпосылок региона:

- высокие темпы роста сферы оптовой и розничной торговли при одновременном снижении удельного веса реального сектора экономики в большинстве областей, входящих в ЦЧР;

- негативная тенденция снижения расходов на сферу здравоохранения в областях ЦЧР. Максимальное сокращение за период 2005-2010 гг. зарегистрировано в Липецкой области (падение составило 15 %). Считаю ситуацию тревожной, поскольку для региона характерен рост уровня заболеваемости, соответственно, имеется острая потребность в диагностировании и лечении заболеваний, что предполагает рост региональных расходов;

- сокращение темпов вложений инвестиций в основной капитал в период с 2010 по 2013 гг. Кроме того, доминируют инвестиции в здания, а объемы инвестиций в машины, оборудование,

транспортные средства, что не отражается позитивно на хозяйственном комплексе региона;

- неустойчивая динамика показателей экономической эффективности в отраслях региона.

Для улучшения экономической ситуации в указанных регионах важно на региональном

уровне разрабатывать эффективные мероприятия, нацеленные на обеспечение роста экономических показателей и, как следствие, обеспечение роста качества жизни населения.

ЛИТЕРАТУРА

1 Исаева О.В. Системный подход к формированию механизма контроллинга наукоемкого предприятия // *Экономинфо*. 2011. № 16. С. 59-62

2 Волкова С.А., Волкова Т.А. Переход к инновационной экономике как фактор экономической безопасности // *Современная экономика: проблемы и решения*. 2012. № 8 (32). С. 73-79.

3 Волкова С.А. Оценка качества жизни населения Воронежской области // *ЭКОНОМИНФО*. 2014. № 22. С. 52-53.

4 Серебрякова, Н.А., Пахомова Т.А. Мониторинг инновационной и инвестиционной деятельности хозяйственных систем // *Теоретические и прикладные вопросы экономики и сферы услуг*. 2014. № 2. С. 27-42

5 Официальный сайт федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru> (07 июля 2015 г.).

6 Эрхард, Л. *Благосостояние для всех*. М.: Дело, 156 с.

REFERENCES

1 Isaeva O.V. System approach to formation mechanism of controlling high-tech enterprise. *Ekonominfo*. [Econominfo], 2011, no. 16, pp. 59-62. (In Russ.).

2 Volkova S.A., Volkova T.A. The transition to an innovation economy as a factor of economic security. *Sovremennaya ekonomika*. [Modern Economy: Problems and Solutions], 2012, no. 8 (32), pp. 73-79. (In Russ.).

3 Volkova S. A. Assessment of quality of life of the population of the Voronezh region. *Ekonominfo*. [Econominfo], 2014, no. 22, pp. 52-53. (In Russ.).

4 Serebryakova N.A., Pakhomov T.A. Monitoring innovation and investment owners, governmental systems. *Teoreticheskie i prikladnye voprosy ekonomiki i sfery uslug*. [Theoretical and applied issues of the economy and services], 2014, no. 2, pp. 27-42. (In Russ.).

5 Ofitsial'nyi sait sluzhby gosudarstvennoi statistiki [The official website of the Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru> (In Russ.).

6 Erhard L. *Blagosostoyanie dlya vseh* [Prosperity for all]. Moscow, Delo, 156 p. (In Russ.).

УДК 332.02

Доцент Ю.Л. Есина, старший преподаватель Е.Е. Агафонова
(Елецкий гос. ун-т им. И.А. Бунина) кафедра бухгалтерского учета и аудита.
тел. 89601414007
E-mail: esyul@mail.ru

Associate professor Yu.L. Esina, senior lecturer E.E. Agafonova
(Bunin Yelets State University) Department of Accounting and Auditing.
phone 89601414007
E-mail: esyul@mail.ru

Интеграция бизнес-сообщества и образования как фактор инновационного развития экономики региона (на примере Липецкой области)

Integration of the business community and education as a factor of innovation development of the region's economy (on the example of the Lipetsk region)

Реферат. Современные мировые процессы обозначили в качестве определяющих факторов инновационного развития человеческий капитал, образование и науку. Для достижения экономического роста государство должно создать необходимые условия эффективного взаимодействия бизнес-среды и научно-образовательных процессов на уровне каждого региона. Большинство субъектов Российской Федерации тяготеет к монопроизводству отдельных отраслей. Базовой отраслью Липецкой области выступает металлургия. Курс модернизации и дифференциации экономики позволил снизить долю этой отрасли до 55% и обусловил бурное развитие других отраслей промышленности, сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности, строительства. В области широко поддерживаются инновации и создаются новые для региона виды производств. Высокие темпы экономического развития повлияли на региональный рынок труда, изменили структуру спроса на трудовые ресурсы и повысили требования работодателей к качеству образовательных программ. Система профессионального образования Липецкой области представлена учреждениями различного уровня и предлагает широкий спектр образовательных программ для традиционных отраслей региональной экономики. Новые и высокотехнологичные отрасли испытывают дефицит кадров. Работодателями востребованы инженерно-технические специальности и высококвалифицированные рабочие. Необходимо постоянное повышение квалификации, создание системы непрерывного и опережающего профессионального образования. Для решения проблемы нехватки трудовых ресурсов в регионе разработана и утверждена Концепция «Развитие кадрового потенциала Липецкой области», работает координационный Совет по кадровому обеспечению и профессиональному образованию, одобрена дорожная карта по созданию производственно-образовательных кластеров. Свою эффективность доказал производственно-образовательный кластер металлургического профиля. Созданы и развиваются еще три производственно-образовательных кластера машиностроительного, агропромышленного и строительного профилей. Следует усилить интеграцию бизнес-сообщества и образования, сформировать профессиональные компетенции, расширить формы взаимодействия реального сектора экономики и профессиональных образовательных учреждений.

Summary. Modern global processes identified human capital, education and science as determinants of innovation development. In order to achieve economic growth the government should create the necessary conditions for effective interaction of business, scientific and educational processes at the level of each region. Most of the subjects of the Russian Federation tend to the mono-production of individual industries. The basic industry of the Lipetsk region is metallurgy. The policy of modernization and differentiation of economy allowed to reduce the share of this sector to 55% and led to the rapid development of other industries, agriculture, food and processing industry and construction. Innovations are widely supported and new types of production are created in the region. High rates of economic development have affected the regional labor market, changed the structure of labor demand and increased employers' requirements to the quality of educational programs. The system of vocational education of the Lipetsk region is represented by the institutions of different levels. It offers a wide range of educational programs for traditional sectors of the regional economy. New and high-tech industries have a shortage of personnel. Employers demand engineering and technical professions and highly skilled workers. It is necessary to organize continuous improvement of qualification and create a system of continuous and advanced vocational education. To solve the problem of the shortage of labour in the region the Concept of "Human resource development of the Lipetsk region" was developed and approved. There is a Coordinating Council on staffing and vocational education. The road map for the creation of manufacturing and educational clusters was approved. Manufacturing and educational cluster of metallurgical profile proved to be effective. Three more manufacturing and educational clusters of machine-building, agriculture and construction profiles are created and developing. It is necessary to strengthen the integration of the business community and education, to form professional competence, to extend forms of interaction between the real sector of economy and professional educational institutions.

Ключевые слова: инновации, модернизация экономики, бизнес-сообщество, образование, интеграция

Keywords: innovation, modernization of the economy, the business community, education, integration

Современные мировые вызовы и расширение процессов глобализации обусловили активизацию технологических изменений во всех сферах национальной экономики, усилили межрегиональную конкуренцию в привлечении инвестиций, обозначили в качестве определяющих факторов инновационного развития человеческий капитал, образование и науку. В этой связи возможности отдельной территории – субъекта Российской Федерации стать площадкой для качественного экономического роста в первую очередь зависят от способности государственных органов власти создать необходимые условия для эффективного взаимодействия бизнес-среды и научно-образовательных процессов на уровне данного региона.

Со времен административно-командного устройства экономика большинства субъектов Российской Федерации тяготеет к монопроизводству отдельных отраслей. Липецкая область не является исключением. В структуре валового регионального продукта наибольшую долю занимает промышленность, на которую приходится свыше 37%. При этом базовой отраслью региона выступает металлургия (рисунок 1).

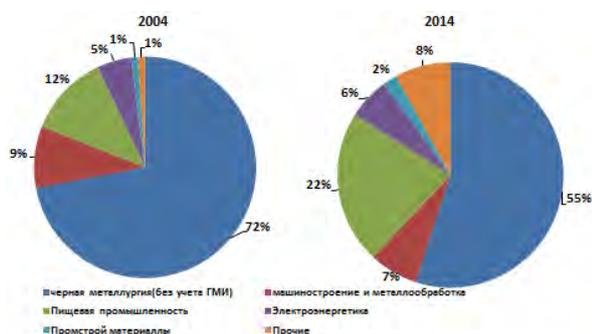


Рисунок 1. Структура промышленного производства Липецкой области

Вместе с тем взятый руководством области курс модернизации и дифференциации экономики позволил за последние десять лет снизить удельный вес данной отрасли с 72 % в 2004 году до 55 % к началу 2015 года. Такие успехи обусловлены комплексным подходом к разработке и реализации региональной промышленно-инвестиционной политики, основу которой составляет четырехуровневая система.

Создание и расширение федеральной особой экономической зоны промышленно-производственного типа «Липецк», образующей первый уровень, активное развитие второго уровня, состоящего из четырех региональных особых экономических зон промышленно-производственного типа и одной региональной зоны технико-внедренческого типа,

реализация на третьем уровне кластерных проектов в сфере производства бытовой техники и станкостроения, а также формирование четвертого уровня путем поддержки индустриальных парков, обеспечили многоотраслевой характер промышленного комплекса Липецкой области, его высокую технологичность и инновационную направленность.

На сегодняшний момент производственную деятельность в области осуществляют около 2000 предприятий, среди которых крупнейшие мировые производители. Из общего объема национального производства на долю Липецкой области приходится 23,5 % производства чугуна, 18,3 % готового проката черных металлов, 18 % стали, 31 % холодильников и морозильников, 28 % стиральных машин, 28 % бетоносмесителей, 26 % почвообрабатывающих машин, 10 % гидравлического оборудования, 2,3 % шин для легковых автомобилей, 2,2 % центробежных насосов, 2 % металлорежущих станков [1]. Несмотря на отрицательные внешние воздействия и негативные тенденции в стране, промышленность региона демонстрирует высокие, а по ряду показателей опережающие по сравнению с Российской Федерацией в целом, темпы развития. По данным Администрации Липецкой области за 2014 год индекс промышленного производства составил 101,9 %, а в обрабатывающих производствах, доля которых в промышленности составляет 93,1 % - 102 % [1].

Еще одной важной составляющей экономики области является агропромышленный комплекс, приоритетными направлениями развития которого выступают мясное и молочное животноводство, развитие малых форм хозяйствования, создание информационной и логистической инфраструктуры. Для повышения инвестиционной привлекательности сельского хозяйства региона и территориальной дифференциации в области созданы три региональные особые экономические зоны агропромышленного типа, специализирующиеся на свиноводстве и производстве картофеля. Следует отметить, что в результате обострения проблемы импортозамещения, данные направления сельскохозяйственной деятельности получили мощный стимул к развитию и обеспечили приток финансовых ресурсов как от частных инвесторов, так и от государства.

Государственная поддержка сельского хозяйства Липецкой области составила в 2014 году около 4,5 млрд. руб., в том числе из областного бюджета – 1,4 млрд. руб., из федерального – 3,1 млрд. руб. В 2015 году Липец-

кой области из федерального бюджета выделены субсидии в объеме 16,7 млн. руб., из областного бюджета на поддержку начинающих фермеров будет выделено 11 млн. руб., на развитие семейных животноводческих ферм – 12 млн. руб. Создание региональных особых экономических зон агропромышленного типа и государственная финансовая поддержка способствовали поддержанию объема валовой продукции в 2014 году на уровне предыдущего года или в размере 76,1 млрд. руб., в том числе растениеводство 46 млрд. руб. и животноводство – 30,1 млрд. руб. [1].

Развитие сельского хозяйства благоприятно отразилось на состоянии такого стратегически важного направления экономической деятельности в регионе как пищевая и перерабатывающая промышленность. В последние годы отмечен устойчивый тренд роста товарооборота продукции данной отрасли. Так в 2014 году объем отгруженных товаров собственного производства предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности (без НДС и акцизов, в действующих ценах) составил 103,6 млрд. рублей или 116 % к уровню предыдущего года. Из них экспортировано продукции на сумму более 3 млрд. рублей. По различным группам товаров достигнут рост объемов производства от 3% до 1,9 раза. От общего объема национального производства на территории области производится 72% плодовоовощных консервов детских, 13% сахара, 12% крахмала, продуктов детского питания на злаковой основе, более 7% минеральной воды [4]. В условиях введения экономических санкций развитие пищевой и перерабатывающей промышленности стало основным инструментом в решении задачи импортозамещения и получило дополнительную финансовую поддержку со стороны государства. В 2014 году пищевым и перерабатывающим предприятиям Липецкой области было выделено 624 млн. руб., в том числе из федерального бюджета 506 млн. руб. [4].

Существенный вклад в рост валового регионального продукта вносит строительная отрасль. В 2014 году рост объемов строительных работ в регионе составил 37 млрд. руб. или 103,6% к предыдущему году при среднероссийском уровне показателя 95,5%. За последние 10 лет объем ввода жилья в области вырос почти в 2,5 раза. В 2014 году построен и введен в эксплуатацию 1009,1 тыс. кв. м. жилья, что составляет 117% к уровню 2013 года. Ввод жилья на душу населения по итогам года составил 0,87 кв. м. По данному показателю Липецкая область занимает

третье место в ЦФО и седьмое – в России. Следует отметить, что государство активно поддерживает развитие данной отрасли. Так свыше 40% введенного в регионе жилья или 413 тыс. кв. м., было построено при государственной поддержке. На эти цели в 2014 году израсходовано 663,6 млн. руб., в том числе из федерального бюджета – 143,3 млн. руб., и 520,3 млн. руб. – из областного бюджета [4].

Основываясь на конкурентных преимуществах региона, руководство Липецкой области не только активно содействует модернизации традиционных отраслей, но и развивает новые для данной территории виды экономической деятельности, такие как производство сельскохозяйственной, автомобильной техники и компонентов, авиастроение, фармацевтика и биотехнологии. По словам президента торгово-промышленной палаты Сергея Катырина, Липецкая область сегодня – один из самых динамично развивающихся регионов в самых разных отраслях – от станкостроения до фармацевтики [5].

Следует отметить, что в процессе расширения сфер экономической деятельности акцент сделан на поддержку инноваций. Хозяйствующие субъекты, внедряющие передовую современную технику и создающие высокотехнологичные рабочие места, включены в областной реестр инновационных проектов для предоставления им налоговых льгот, государственных гарантий при выдаче банковских кредитов и других преференций. Только в 2014 году в рамках подпрограммы «Развитие инновационной деятельности в Липецкой области на 2014-2020 годы» государственной программы «Модернизация и инновационное развитие экономики Липецкой области» данный вид поддержки получили девять предприятий в размере 17,5 млн. рублей. За пять лет существования реестра инновационных проектов общая сумма господдержки составила почти 60 млн. рублей [1].

Как отмечает глава региона Олег Королев «поддержка инновационной деятельности – один из приоритетов региональной промышленной политики. Предприятиям и организациям это позволяет продолжать модернизацию и техническое перевооружение, внедрять новейшие научные разработки». Такой вектор взаимодействия региональных органов государственной власти и бизнес-сообщества дает положительные результаты. Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ и услуг организациями всех видов деятельности в 2014

году составила 8,2%, в том числе по промышленным организациям – 9,8%. За шесть месяцев 2015 года объем отгруженных инновационных товаров, работ, услуг в целом по Липецкой области превысил 32 млрд. руб., что на 37% выше аналогичного периода предыдущего года. При этом удельный вес инновационной продукции в общем объеме отгруженных промышленных товаров достиг 12,5% [1].

Однако в условиях продолжающейся дифференциации и модернизации региональной экономики двухстороннего взаимодействия бизнес-среды и государства явно недостаточно. Залогом быстрой окупаемости инвестиций, высокого уровня эффективности и экономического роста на современном этапе выступает кадровая обеспеченность производства и профессиональная компетентность управляющих менеджеров и работников. Инновационно-ориентированный региональный рынок труда существенно изменил запросы к структуре рабочей силы и повысил требования к качеству образовательных программ.

Систему профессионального образования Липецкой области формируют 17 профессиональных организаций начального уровня образования, осуществляющих подготовку рабочих по 42 образовательным программам, а также 18 средних профессиональных организаций, реализующих 73 образовательные программы. В целом в учреждениях начального и среднего профессионального образования обучаются 20,5 тыс. человек. Кроме того на территории региона действуют 3 государственных и 3 частных вуза, 14 филиалов образовательных организаций высшего профессионального образования, осуществляющих подготовку свыше 30 тыс. будущих специалистов. В области функционирует 9 учреждений, занимающихся научно-исследовательской работой [6].

Многоступенчатая сеть образовательных организаций и широкий спектр направлений профессиональных программ обусловили достаточно высокий базовый уровень подготовки кадров для традиционных производств с освоенными технологиями. Вместе с тем основу современной экономики составляют высокопроизводительные рабочие места и высокотехнологичные производства, требующие от работников специфических, узкоспециализированных знаний и навыков, которые не возможно приобрести при массовом подходе в обучении. Как следствие для удовлетворения кадровых запросов работодателей им приходится доучивать, а в отдельных случаях переучивать выпускников обра-

зовательных учреждений в целях достижения соответствия установленным профессиональным требованиям. Кроме того, изменение технологии, ввод прогрессивной техники и применение новых видов сырья и материалов требуют постоянного повышения квалификации работающего персонала.

При проведении мониторинга внутрифирменной подготовки кадров на производстве среди 50 крупных и средних предприятий региона только за 2014 год повышение квалификации и переподготовку прошли 19884 работника, работодателями на эти цели потрачено 81,5 млн. руб. Однако проблема по-прежнему остается не решенной. По данным Управления федеральной службы государственной статистики по Липецкой области в 2014 году при росте высокопроизводительных рабочих мест в 107% относительно предыдущего года удельный вес высококвалифицированных работников в общей их численности снизился за тот же период с 28,8% до 26,3% [2].

Такая ситуация обусловлена целым рядом причин. Во-первых, в региональной структуре профессионального образования преобладает высшая школа. Как следствие, спрос на высококвалифицированные рабочие профессии остается стабильно неудовлетворенным и на протяжении последних лет удерживает пропорции в вакансиях 70% – рабочих и 30% – специалисты.

Во-вторых, учреждения высшего профессионального образования в Липецкой области имеют ярко выраженную гуманитарную ориентацию по, так называемым, престижным профилям экономического и юридического направлений. При этом работодателями наиболее востребованы специалисты инженерно-технических, технологических и агропромышленных профессий. Кроме того, наибольшую потребность в высококвалифицированных кадрах испытывают именно ключевые для региона отрасли. В 2014 году из общего количества вакансий на строительство приходилось 30,2%, обрабатывающие производства – 21,1%, здравоохранение и предоставление социальных услуг – 10,5%, сельское хозяйство, охоту и лесное хозяйство – 8,3% [3].

В-третьих, переход региональной экономики на инновационный тип развития, внедрение передовых форм организации труда и открытие производств в совершенно новых для области сферах экономической деятельности вызывают необходимость непрерывного обучения любого специалиста в процессе его профессиональной деятельности. Кроме того, для

устранения кадрового вакуума, оказывающего негативное воздействие на социально-экономические процессы в регионе, все более актуальным становится вопрос формирования системы опережающего образования. Однако слабое взаимодействие образовательных учреждений и бизнес-сообщества приводит к тому, что руководители предприятий не имеют полного представления о реализуемых дополнительных образовательных программах, а несформированность требований работодателей к профессиональным компетенциям высококвалифицированных специалистов сдерживает потенциал их расширения.

В-четвертых, низкая специализация, инертность и медленная адаптация имеющегося управленческого персонала к инновационным процессам вызывают дефицит современных управленческих технологий в бизнес-среде, обуславливают непонимание необходимости и нежелание сотрудничать с профессиональными образовательными учреждениями, тормозят развитие применения дистанционных форм дополнительного профессионального образования, тем самым еще более усиливая дисбаланс на региональном рынке труда.

Для устранения данных проблем и создания эффективного механизма формирования и развития кадрового потенциала региона необходим комплексный, системный подход, основанный на максимальной интеграции и расширении форм взаимодействия государства, бизнес-сообщества и образовательных учреждений.

Осознавая актуальность кадрового обеспечения экономики, региональными органами государственной власти уже сделан целый ряд шагов. Так в соответствии со стратегией социально-экономического развития Липецкой области на период до 2020 года, стратегией социально-экономического развития муниципальных районов, а также областными целевыми программами развития различных сфер экономической деятельности разработана и утверждена Концепция «Развитие кадрового потенциала Липецкой области», системно работает координационный Совет по кадровому обеспечению и профессиональному образованию Липецкой области, объединяющий представителей органов государственной власти, предпринимателей, учреждений профессионального образования, а также одобрена дорожная карта по созданию производственно-образовательных кластеров.

Производственно-образовательный кластер – это совокупность хозяйствующих субъ-

ектов, учреждений профессионального образования, элементов инфраструктуры, объединенных по отраслевому признаку и взаимосвязанных партнерскими взаимоотношениями, формирующих непрерывное интегральное образовательное пространство, разрабатывающих и реализующих образовательные программы, ориентированные на запросы работодателей как по вертикали – уровню образования, так и по горизонтали – уровню квалификации.

Следует отметить, что Липецкая область уже имеет положительный опыт взаимодействия бизнес-сообщества и образовательных учреждений, в том числе по реализации кластерного подхода в системе «производство-образование». С 2011 года в регионе создан и уже доказал свою эффективность производственно-образовательный кластер металлургического профиля. В него вошли ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат», металлургический институт Липецкого государственного технического университет, Липецкий металлургический колледж и профессиональный лицей № 10. В результате привлечения средств комбината и выделения средств областного бюджета только за первые два года функционирования кластера удалось переоснастить материальную базу профильного лицея и колледжа на общую сумму в размере 146,9 млн. руб., повысив, тем самым, качество образовательного процесса и профессиональные компетенции выпускников.

Создание кластера активизировало научно-исследовательскую работу. Так, по словам директора научно-исследовательского института Липецкого государственного технического университета Сергея Кузенкова, почти половина научных работ выполнена вузом по заказам комбината [8]. Выпускники профессиональных образовательных учреждений, входящих в кластер не испытывают проблем с трудоустройством, а конкурс при поступлении ежегодно составляет от трех до пяти человек на место.

Учитывая острую проблему кадрового дефицита в ключевых отраслях региональной экономики, принято решение о создании еще трех производственно-образовательных кластеров машиностроительного, агропромышленного и строительного профилей. На базе кластерного подхода в сфере машиностроения взаимодействуют 10 производственных предприятий различных районов области и 3 профессиональных образовательных учреждения. В агропромышленный кластер вошло 12 сельхозпроизводителя и 7 образовательных организаций различного уровня. Строительный кластер объ-

единил 69 предприятий и 3 профессиональных образовательных учреждения [7].

Взаимодействие в рамках кластерного пространства позволяет при содействии государства максимально сблизить бизнес-сообщество и профессиональное образование, обеспечить на различных уровнях подготовку работников нового поколения, способных быстро адаптироваться в производственном процессе и создавать высоко конкурентную продукцию.

Однако в условиях модернизации и высоких темпов развития региональной экономики проделанной работы явно не достаточно. Если традиционные для Липецкой области отрасли уже достаточно активно вовлекаются в процесс интеграции бизнес-сообщества и образования, то такие сферы экономической деятельности, как альтернативная энергетика, логистика, авиационная промышленность, стан-

костроение, фармацевтика и биотехнологии, требуют гораздо большего внимания. Учитывая, что в область не обладает достаточным количеством узко профильных специалистов, возникает потребность усиление интеграции и расширение форм взаимодействия реального сектора экономики и профессиональных образовательных учреждений.

Кроме того, необходимо дальнейшее повышение заинтересованности потенциальных работодателей в качественной подготовке специалистов востребованных профессий, в формировании и постоянной корректировке профессиональных компетенций с учетом динамики спроса на рынке труда, расширение дистанционных форм профессиональной переподготовки и повышения квалификации, развитие системы непрерывного и опережающего профессионального образования.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Администрация Липецкой области – официальный портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://admlip.ru/>
- 2 Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Липецкой области. Липецкстат [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lipstat.gks.ru> Territorial'nyi organ
- 3 Управление труда и занятости [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.utiz.lipetsk.ru/
- 4 Инвестиционный гид по Липецкой области – Deloitte [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www2.deloitte.com>
- 5 Информационно-справочный портал СМИ Липецкой области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.lipetskmedia.ru>
- 6 Итоги работы 2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://deptno.lipetsk.ru/itogi_2013_year/vpo.htm
- 7 Идут на сближение [Электронный ресурс] // Липецкая область. Приложение к «Российской газете». 17 апреля 2015 г. № 82. Режим доступа: http://m.rg.ru/files/special_editions/data/873.pdf
- 8 Страхов В. Эффект лотоса [Электронный ресурс] // Общество. Липецкая газета. Режим доступа: <http://lg.lpgzt.ru/aticle/44916.htm>

REFERENCES

- 1 Administratsiya Lipetskoi oblasti [The administration of the Lipetsk region - the official portal]. Available at: <https://admlip.ru/>. (In Russ.).
- 2 Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki po Lipetskoi oblasti [The territorial body of the Federal State Statistics Service in the Lipetsk region. Lipetskstat]. Available at: <http://lipstat.gks.ru>(In Russ.).
- 3 Upravlenie truda i zanyatosti [The Department of Labor and Employment]. Available at: www.utiz.lipetsk.ru/(In Russ.).
- 4 Investitsionnyi gid po Lipetskoi oblasti [Investment guide to the Lipetsk region – Deloitte]. Available at: <http://www2.deloitte.com>(In Russ.).
- 5 Informatsionno-spravochnyi portal SMI Lipetskoi oblasti [Media information portal of the Lipetsk region]. Available at: <http://www.lipetskmedia.ru>(In Russ.).
- 6 Itogi raboty 2013 [Results of the 2013]. Available at: http://deptno.lipetsk.ru/itogi_2013_year/vpo.htm(In Russ.).
- 7 Go to rapprochement. *Lipetskaya oblast*. “Prilozhenie k Rossiiskoi gazete”. [Lipetsk region. Annex to the "Rossiyskaya Gazeta", April 17th, 2015 № 82]. Available at: http://m.rg.ru/files/special_editions/data/873.pdf(In Russ.).
- 8 Strakhov V. Lotus effect. *Obshchestvo. Lipetskaya gazeta*. [Society. “The Lipetsk newspaper”]. Available at: <http://lg.lpgzt.ru/aticle/44916.htm>(In Russ.).

УДК 338.2

Доцент И.В. Черемушкина, доцент Е.Ю. Давыдова,
аспирант Н.Н. Манилевич

(Воронежский государственный университет инженерных технологий) кафедра теории экономики, товароведения и торговли. тел. (473)255-34-71
E-mail: irinacher2010@yandex.ru

Associate professor I.V. Cheryomushkina,
associate professor E.Yu. Davydova, graduate N.N. Manilevich
(Voronezh state university of engineering technologies) Department of theory economics,
commodity and trade. phone (473)255-34-71
E-mail: irinacher2010@yandex.ru

Инновационные и инвестиционные стратегии управления кризисо-устойчивым развитием фирм

Innovation and investment strategy crisis management, sustainable development firms

Реферат. В статье рассмотрены факторы кризисо-устойчивости инвестиций и показана роль инвестиционных стратегий в современных экономических условиях. Авторами раскрыты особенности обеспечения кризисо-устойчивости фирм на основе применения различных видов инвестиционных стратегий к основным видам которых, в первую очередь, следует отнести стратегии расширения и диверсификации, стабилизации и восстановления, обновления и освоения инноваций. Внедрение практики формирования инвестиционной политики позволит достичь высоких темпов экономического роста и поддержит конкурентоспособность фирм. Инвестиционная политика представляет собой часть общей финансовой стратегии предприятия, заключающуюся в выборе и реализации наиболее эффективных форм инвестиций для обеспечения высоких темпов его развития и постоянного роста рыночной стоимости. С ее помощью предприятие реализует свои возможности к предвосхищению долгосрочных тенденций экономического развития и адаптации к ним. Сложность инвестиционной деятельности во многом обусловлена особенностями организационного и экономического положения предприятий. Инвестиционная стратегия подчиняется базовой стратегии экономического развития предприятия. Положительные результаты инвестиционной стратегии, проявляющиеся в виде наращивания экономического потенциала фирмы, его мобилизации для выхода на качественно новый уровень развития являются основой повышения кризисо-устойчивости. Выявлена определяющая роль инноваций для обеспечения устойчивого развития предприятия. Инновационный потенциал позволяет сформировать необходимую основу системы раннего обнаружения проблем, возникающих при обеспечении устойчивого развития фирмы. Обеспечение устойчивого развития предприятия на основе формирования и использования инновационного потенциала на практике позволяет обоснованно пересмотреть стратегические ориентиры деятельности по внедрению инноваций и получить экономический эффект, выражаемый в устойчивом развитии и повышении эффективности функционирования.

Summary. The article describes the factors of the crisis, the sustainability of investment and shows the role of investment strategies in the current economic conditions. The authors have disclosed features to ensure the crisis-stability of firms based on the use of different types of investment strategies to basic, which, first of all, should include a strategy of expansion and diversification, stabilization and reconstruction, renovation and development of innovations. The introduction of the practice of formation of the investment policy will achieve high rates of economic growth and support the competitiveness of firms. Investment policy is a part of the overall financial strategy of the enterprise, is to select and implement the most effective forms of investment to ensure high rates of development and constant growth of the market value. With it, the company implements its ability to anticipation of long-term economic trends and adapt to them. The complexity of the investment activities is largely due to the peculiarities of the organizational and economic situation of enterprises. The investment strategy is subject to the basic strategy of economic development of the enterprise. The positive results of the investment strategy, manifested in the form of increasing the economic potential of the company, its mobilization for achieving a qualitatively new level of development are the basis for increasing the crisis-stability. Revealed the decisive role of innovation to ensure sustainable development of the enterprise. Innovation potential allows to form the necessary basis of early detection of problems in the sustainable development of the company. Ensuring sustainable development of the enterprise on the basis of the formation and use of innovative potential in practice can reasonably review the strategic guidelines for innovation activities and the economic effect, expressed in the sustainable development and effective functioning.

Ключевые слова: инновационные и инвестиционные стратегии, кризисо-устойчивость, стратегическое планирование

Keywords: innovation and investment strategy, and crisis, strategic planning

В результате возрастания значимости факторов неустойчивости возникают тенденции, связанные со снижением финансовых результатов и масштабов деятельности фирм. Итогом крайней экономической неустойчивости фирм становится их банкротство и уход с рынка. В пищевой промышленности сокращение числа действующих фирм составило –10 %, в производстве оборудования –13 %, в сфере обработки древесины – 9 %. Также наблюдаются тенденции увеличения износа основных фондов предприятий различных отраслей (рисунок 1). Для сохранения действующих фирм и упреждения банкротства возникает необходимость формирования стратегии, обеспечивающей кризисо-устойчивость инвестиционной деятельности фирм.

Кризисо-устойчивость инвестиционной деятельности фирм определяется множеством различных факторов и условий, от учёта которых зависит возможность сохранить предприятие как целостную систему способную поддерживать сбалансированность развития биз-

нес-деятельности; сохранение целостности; обеспечение постоянной финансовой устойчивости; поддержание эффективности функционирования производственной системы.

Проведенное исследование «механизма кризисо-устойчивости» позволяет сделать вывод, что это такая совокупность средств регулирования состояния и движения ресурсов, которая позволит не только предотвратить, но и исключить крайнюю степени неустойчивости фирмы, а также обеспечить неснижаемые темпы роста и прироста показателей экономической деятельности.

Решающее значение при построении данного механизма имеет учет ранних признаков неустойчивости. К числу таких признаков, прежде всего, относятся: неудовлетворительное состояние и качество инвестиционной деятельности, которые проявляются в снижении загрузки мощностей; ухудшении качества основных фондов; уменьшении ресурсных фондов и потере позиций на рынке. Данные признаки наблюдаются в разных отраслях.

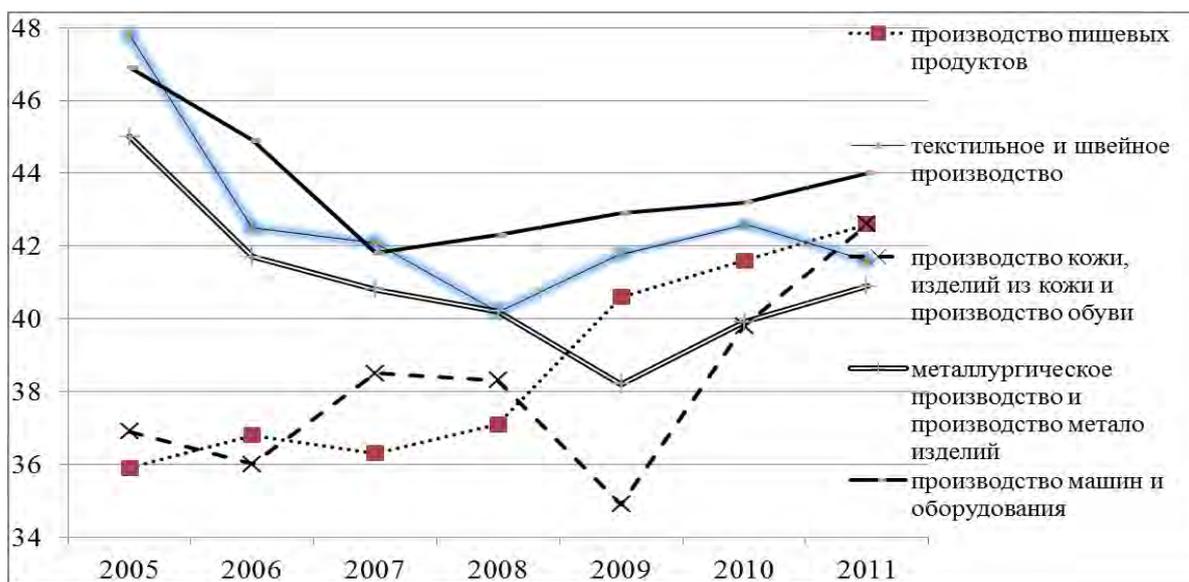


Рисунок 1. Динамика износа основных фондов предприятий
[Источник: выборка авторов из данных ФСГС РФ, <http://www.gks.ru>]

Индексы физического объёма инвестиций в основной капитал составили в 2010 году 6 % (1176,1 млн. р.), а в 2011 году 8,3 % (1624,7 млн. р.). При этом не были решены основные проблемы инвестиционной деятельности. Среди проблем, одна из основных не сформированные эффективные механизмы межотраслевого перелива капиталов и трансформации сбережений в инвестиции [2].

К концу 2014 года общее состояние и результаты инвестиционной деятельности в

промышленности характеризовались последствиями спада. Значительное сужение масштабов инвестиционной деятельности наблюдалось в машиностроении и металлообработке, а также в легкой промышленности, что сокращает возможности обновления весьма изношенного оборудования. Возрастание роли инновационной перспективы в программах выхода из кризиса, требует формирования механизма управления с высокой подвижностью и быстрыми корректировками.

Формирование механизма кризисоустойчивости позволяет обеспечить устойчивую инвестиционную деятельность, основанную на адаптивности к изменениям во внешней среде и учете особенностей движения инвестиций. В рамках данного механизма особенно значимую роль выполняют инвестиционные стратегии, которые представляются, как система долгосрочных целей инвестиционной деятельности предприятия, определяемая общими задачами развития и инвестиционной идеологией, а также эффективными путями их достижения [3, 4]. Такие стратегии необходимы для обновления основных фондов новыми производственными активами, путём концентрации отчислений амортизации и их использования для модернизации производственного потенциала. определяется Изменениями условий внешней и внутренней среды определяют необходимость разработки инвестиционной стратегии пред-

приятия [5]. В зависимости от стадий жизненного цикла фирмы цели инвестиционной стратегии и типы проблем могут изменяться, что продемонстрировано в таблице 1.

К основным видам инвестиционной стратегии фирмы на наш взгляд в первую очередь следует отнести стратегии расширения и диверсификации; стабилизации и восстановления; обновления и освоения инноваций.

Для усиления ресурсного потенциала, расширения масштабов и сфер инвестиционной деятельности могут использоваться стратегии диверсификации, к которым относят создание новой компании или совместного предприятия; слияние с признанным лидером или с начинающей компанией, приобретение предприятия, испытывающего трудности и в любом случае требует от организации достаточной ресурсной базы [6].

Т а б л и ц а 1

Цели инвестиционной стратегии в жизненном цикле фирмы

	Рождение фирмы	Становление фирмы	Рост фирмы	Зрелость фирмы	Упадок фирмы
Цели инвестиционной деятельности	- выход на безубыточные объёмы продаж; - освоение стартовых инвестиций.	-освоение критических размеров реальных инвестиций; -выход на стартовые уровни прибыли; -узкая диверсификация инвестиций.	-обеспечение контролируемого роста инвестиций; -формирование ресурсного потенциала для роста инвестиций; - инвестиционная поддержка диверсификации бизнеса.	-обновление производства; -обеспечение доходности выше среднеотраслевой; -инвестиции для неэкономических задач; -широкая диверсификация реальных инвестиций.	-пересмотр инвестиционных проектов для последующих реинвестиций или дивестиции; -сокращение дополнительных ресурсов; -обеспечение контролируемого спада.
Типы инвестиционных проблем	Проблемы лидерства (потребность в руководстве), кризис утверждения на рынке (проблемы убытков, конфликты).	Проблемы, вызванные внешними причинами, а также недостаточным делегированием полномочий и координацией структурных подразделений.	Проблемы автономии (бюрократизация, ограничение инноваций), кризис контроля (усложнение структуры, снижение эффективности контроля).	Проблемы старения и формализации, чрезмерная диверсификация, усложнение структуры, омертвление капитала в неперспективных бизнесах, бюрократизация.	Проблемы исхода (неконтролируемого спада). Структура не соответствует требованиям среды, что при неэффективном управлении ведёт к упадку.

В зависимости от отраслевых приоритетов, возможна диверсификация в различные отрасли. Проведение диверсификации в родственные отрасли позволяет предприятию использовать эффект дополнения, т.е. обмениваться опытом и навыками, копировать технологии, использовать производственные мощности, что ведёт к укреплению конкурентных позиций. В случаях диверсификации в неродственные отрасли открываются новые возможности повышения по-

ребительской ценности товаров компании или упрочения её конкурентного положения, что позволяет использовать накопленный опыт в области маркетинга, производственных технологий и тем самым снизить риски и повысить эффективность инвестиций.

Выбор между стратегиями концентрации и диверсификации возможен в зависимости от предпочтений инвесторов. На начальных стадиях деятельности фирмы, как правило, ис-

пользуется стратегия концентрации инвестиций, которая позволяет использовать возможности отдельных отраслей. На стадиях роста и зрелости фирмы более предпочтительной для инвесторов является стратегия диверсификации инвестиций.

В условиях высокой неустойчивости в деятельности фирмы возрастает роль инвестиционных стратегий стабилизации и восстановления. Данные стратегии позволяют обеспечить период паузы путем замораживания ситуации, прекращения перспективных инвестиций, снятия прибыли путем прекращения текущих инвестиций. Такие стратегии используются в условиях не перспективности бизнеса или в период антикризисного управления.

Так как неустойчивость несёт угрозу организации, потери управления, отрицательных социальных последствий, то необходимо усилить систему стратегического планирования по ключевым направлениям инвестиционной деятельности фирмы

Для максимизации денежных поступлений могут использоваться стратегии постепенного выхода из бизнеса. Необходимость быстрого выхода из бизнеса связана с проведением реструктуризации предприятия и минимизацией убытков. Использование таких стратегий не исключает в дальнейшем пересмотр направлений действий в зависимости от перспектив и трудностей развития.

Для преодоления тенденций разрушения производственного потенциала фирмы необходимы инвестиционные стратегии обновления имущественного комплекса. При этом значительный потенциал повышения устойчивости развития фирмы в современных отечественных условиях имеет стратегия обновления производства на основе лизинга.

При использовании в качестве основы инвестиционной стратегии операционного лизинга, обязательства по техническому обслуживанию, ремонту и страхованию принимает на себя лизингодатель. Нередко операционный лизинг предусматривает возможность досрочного возврата арендуемого имущества по желанию арендатора. Быстрые результаты инвестиционной деятельности способны обеспечить лизинг различных элементов имущественного комплекса. При этом от структуры и масштаба инвестиций в имущественный комплекс, зависят результаты бизнеса.

В современных экономических условиях освоение инновационных возможности служит основой обеспечения эффективного управления.

Предприятия, выдвигающие своим приоритетом обновление производственных и маркетинговых систем фирмы, делают акцент именно на инновациях.

В условиях повышения значимости инновационных факторов следует особое внимание уделить их инвестиционной поддержке. Использование возможностей инновационной экономики становится основой инвестиционной стратегии. Такая стратегия — это стимул развития инновационной деятельности на основе использования ресурсных возможностей инвестиционной среды.

Основой получения высоких результатов инвестиционной стратегии служит коллективный труд различных групп персонала. При этом координирующую роль в успехе производственных и финансовых результатов обеспечивают механизмы стратегического планирования в рамках, которых могут быть выделены инновационные ориентиры устойчивого развития фирм.

Для повышения устойчивости развития эффективны стратегии усиления инновационной роли бизнес-партнерств. Основную роль в этом играет не только заимствование технологий зарубежных корпораций, но и положительный опыт работы отечественных предприятий. Использование инновационных достижений других фирм может основываться на усилении кооперационных отношений внутри бизнес-партнерств. Результаты инвестиционной стратегии проявляются в виде наращивания экономического потенциала, его мобилизации для выхода на качественно новый уровень развития, экономии за счёт использования масштабов деятельности. Высокие масштабы инвестиционной деятельности становятся основой повышения кризисо-устойчивости фирм.

Сложность инвестиционной деятельности во многом обусловлена особенностями организационного и экономического положения предприятий. Система базируется на факторах, которые могут вступать в противоречия, что в свою очередь способствует возникновению неустойчивости в деятельности фирмы и повышается сложность выполнения задач из-за понижения гибкости движения ресурсов и смены требований к системе управления.

Для преодоления представленных противоречий и факторов неустойчивости, следует выделить четыре блока стратегических направлений:

Первый блок включает процедуры оценки рисков явлений. С целью предотвращения

негативных факторов возникает необходимость в мониторинге кризис-устойчивости на основе системы оценки отклонений от траектории устойчивого развития. Данная система предполагает, ряд общих мер: возникающие отклонения в точках неустойчивости оцениваются с позиции рисков. Оценка тенденций пост-рисковых явлений проводится с позиции точек неустойчивости конкретного предприятия. Основное внимание уделяется мероприятиям по минимизации и распределению возможных рисков по основным точкам неустойчивости.

Второй блок предполагает формирование ресурсного потенциала инвестиционной стратегии. Ресурсный потенциал обеспечивают инвестиции в новые сферы деятельности, связанные с разным уровнем риска. Особенно необходимо привлекать средства для осуществления начальных стадий инновационных проектов с возможностью существенного возрастания стоимости предприятия, что, однако, связано с высокими рисками.

Третий блок включает процедуры регулирования инвестиций в условиях экономической неустойчивости фирмы и связан с определяющей ролью внешнего управления инвестиционной деятельности фирмы. Как прави-

ло, инвестиционные стратегии в период кризиса носят сложный характер, направленный на реструктуризацию деятельности фирмы.

Четвёртый блок - процедуры поиска точек роста экономической устойчивости предприятия. Целью таких процедур является восстановление докризисного уровня устойчивости экономического развития фирмы. По мере выделения точек роста определяются приоритетные инвестиционные проекты. Для финансирования, таких проектов привлекаются ресурсы стратегических инфраструктурных инвесторов.

Таким образом, в современных условиях хозяйствования инвестиционная стратегия становится одним из определяющих факторов, регулирующих кризисо-устойчивость долгосрочной деятельности фирм. Для её обеспечения необходимо использование не только внутренних возможностей саморегулирования, мобилизации ресурсов, но и активное вовлечение ресурсов банков, институциональных инвесторов и частно-государственных структур. Достижению высокой кризисо-устойчивости инвестиционной деятельности, способствуют стратегии развития ресурсного потенциала, диверсификации и освоения производства новых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дафт Р., Мерфи Дж., Уилмотт Х. Организационная теория и дизайн. СПб.: Питер, 2013. 640 с.
- 2 Игошин Н.В. Инвестиции: учебник. М.: Юнити-Дана, 2012. 447 с.
- 3 Грачева М.В., Секерин А.Б. Риск-менеджмент инвестиционного проекта: учебник. М.: Юнити-Дана, 2012. 544 с.
- 4 Черемушкина И.В., Ожерельева О.Н., Кривенко Е.И. Развитие предприятий, отраслей, комплексов: инновационный взгляд: коллективная монография. Одесса: КУПРИЕНКОСВ, 2014. 149 с.
- 5 Валов И.И. Международная инвестиционная деятельность инфраструктурных ТНК в условиях глобализации: монография. М.: Научная книга, 2011. 159 с.
- 6 Томпсон А.А., Стрикленд А.Дж. Стратегический менеджмент. М.: ИНФРА-М, 2007. 928 с.

REFERENCES

- 1 Daft R., Murphy J., Wilmott J. Organizatsionnaya teoriya i dizain [Organizational Theory and Design]. Saint-Petersburg, Piter, 2013. 640 p. (In Russ.).
- 2 Igoshin N.V. Investitsii [Investments: a textbook]. Moscow, Uniti-Dana, 2012. 447 p. (In Russ.).
- 3 Gracheva M.V., Sekerin A.B. Riskmenedzhment investitsionnogo projekta [Risk management of the investment project]. Moscow, Unit-Dana, 2012. 544 p. (In Russ.).
- 4 Cheryomushkina I.V., Ozhereleva O.N., Krivenko E.I. Razvirie predpriyatii, otraslei, kompleksov [The development of enterprises, branches, complexes innovative look: collective monograph]. Odessa: KUPRIENKOSV, 2014. 149 p. (In Russ.).
- 5 Valov I.I. International investment activity infrastructure TNCs in the context of globalization [International investment activity infrastructure TNCs in the context of globalization: a monograph]. Moscow, Nauchnaya kniga, 2011. 159 p. (In Russ.).
- 6 Thompson A.A., Strickland A.J. Strategicheskii menedzhment [Strategic management]. Moscow INFRA-M, 2007. 928 p. (In Russ.).

Доцент А.В. Ендовицкая, доцент Т.А. Волкова
(Воронеж. ВФ РЭУ им. Г.В. Плеханова)
E-mail: volkovata14@mail.ru

Associate professor A.V. Endovitskaya, associate professor T.A. Volkova
(Voronezh. VF Plekhanov Russian University of Economics (PRUE))
E-mail: volkovata14@mail.ru

Финансовая устойчивость как фактор экономической безопасности предприятия

Financial stability as a factor economic security

Реферат. В статье исследуются вопросы взаимосвязи финансовой устойчивости предприятия и уровня его экономической безопасности. Рассмотрено содержание финансовой устойчивости, представлено ее авторское определение, исследованы основные условия ее достижения. Представлена логическая схема, отражающая место финансовой устойчивости и финансовой безопасности в обеспечении экономической безопасности хозяйствующего субъекта. Рассмотрена система внешних и внутренних факторов, воздействующих на финансовую устойчивость и создающих угрозы финансовой устойчивости и финансовой безопасности предприятия. Установлено, что именно внутренние факторы, такие как наличие финансовых ресурсов и финансовое положение, структура капитала, способность предприятия генерировать прибыль определяют уровень его экономической безопасности и способность противостоять негативным воздействиям внешних и внутренних угроз. Обоснована необходимость повышения финансовой устойчивости с целью повышения уровня экономической безопасности предприятия. На основе проведенного исследования предложена матрица рисков, влияющих на финансовую устойчивость и экономическую безопасность предприятия, позволяющая определить вероятность их проявления и степень воздействия. Представлены экономические, социальные, кадровые, финансовые, организационно-экономические, инновационные и производственные инструменты повышения устойчивости и финансовой безопасности хозяйствующего субъекта. Перечень рассмотренных типовых мероприятий позволит составить план действий по минимизации неблагоприятных воздействий и повышению финансовой устойчивости и безопасности. В заключении сделан вывод, что устойчивое развитие и стабильное состояние хозяйствующих субъектов в современных условиях определяется их способностью своевременно реагировать на изменение условий среды функционирования, что отражают показатели финансовой устойчивости. Поэтому необходимым условием экономической безопасности предприятия является достижение им финансовой устойчивости.

Summary. The article examines the linkages between financial stability and the level of its economic security. Considered the content of financial stability, represented by its own definition, we studied the basic conditions to achieve it. The logic diagram showing the location of financial stability and financial security to ensure the economic security of the business entity. A system of internal and external factors affecting the financial stability and endanger financial stability and financial security company. It has been established that it is the internal factors such as the availability of financial resources and financial position, capital structure, the company's ability to generate profits determine the level of economic security and its ability to withstand the negative impact of external and internal threats. The necessity of improving the financial sustainability in order to improve the economic security of the enterprise. On the basis of the research proposed matrix of risks affecting the financial stability and economic security, which allows to determine the probability of their occurrence and impact. It presents the economic, social, human, financial, organizational, economic, innovative and productive tools to increase the stability and financial security of an economic entity. List considered standard measures will make a plan of action to minimize the adverse impacts and enhance financial stability and security. Therefore, a prerequisite for the economic security of the enterprise is the attainment of financial stability.

Ключевые слова: финансовая устойчивость, финансовая безопасность, факторы финансовой устойчивости.

Keywords: financial stability, financial security, factors financial stability.

Обеспечение экономической безопасности и финансовой устойчивости предприятия в настоящее время является особенно актуальным, что обусловлено глобализацией экономического пространства и, как следствие, увеличением количества угроз в виде волатильности финансовых рынков, существенных колебаний цен на энергоносители и т.д. В таких условиях необходима разработка принципиально нового подхода к обеспечению экономической безопасности и устойчивости развития хозяйствующего субъекта.

Уровень экономической безопасности предприятия определяется в процессе монито-

ринга ее показателей и предполагает выявление таких условий и ситуаций, при которых потенциальные риски перерастает в реальную угрозу для финансовой безопасности предприятия [4, с. 63]. Способность хозяйствующего субъекта противостоять неблагоприятным воздействиям и угрозам напрямую зависит от его финансового состояния и финансовой устойчивости, поскольку для реализации любых мероприятий превентивного или компенсационного характера необходимы финансовые ресурсы.

Финансовая устойчивость предприятия представляет собой комплексную характеристику качества управления финансовыми ресурсами, которое обеспечивает предприятию возможность стабильно развиваться и сохранять свою финансовую безопасность. Финансовую устойчивость хозяйствующего субъекта также можно рассматривать как его способность осуществлять основные и прочие виды деятельности в условиях предпринимательского риска и изменяющейся среды бизнеса, с целью максимизации благосостояния собственников, укрепления конкурентных преимуществ организации, с учетом интересов общества и государства [3, с.14].

Финансовая устойчивость предприятия достигается при соблюдении нескольких условий. Основным критерием финансовой устойчивости хозяйствующего субъекта является платежеспособность. Предприятие платежеспособно если может своевременно погашать свои обязательства, его денежные потоки синхронизированы, а деятельность рентабельная. Важным условием обеспечения финансовой устойчивости является достаточность финансовых ресурсов для текущей деятельности и развития.

Таким образом, финансовая устойчивость и стабильность развития предприятия зависят от наличия ресурсов и результатов его хозяйственной деятельности. Если производственный и финансовый планы выполняются, то это благотворно влияет на финансовое положение хозяйствующего субъекта и наоборот, в результате спада производства и снижения объемов реализации продукции растет ее себестоимость, сокращается выручка и сумма прибыли и, как следствие, ухудшается финансовое состояние предприятия. Следовательно, устойчивое финансовое состояние достигается посредством умелого управления комплексом факторов, определяющих результаты финансово-хозяйственной деятельности.

Финансовая устойчивость организации формируется под воздействием ряда факторов внутренней и внешней среды. Их можно подразделить на экономические и неэкономические (политические, правовые, экологические), которые, в свою очередь, по способам воздействия могут быть прямыми и косвенными. Их соотношение, степень влияния, взаимодействие и взаимосвязь важны как для отдельно взятых хозяйствующих субъектов, так и для всей экономической системы. Рассмотрим основные факторы финансовой устойчивости более подробно.

Факторы внешней среды по уровню возникновения и направленности воздействия можно разделить на три уровня: региональный,

страновой и международный. К числу региональных факторов относятся уровень поддержки предпринимательства в регионе, наличие специальных экономических зон и т.д. В число внешних факторов международного характера входят: глобализация хозяйственной деятельности; распространение интернет-технологий; нестабильность развития национальных экономик, высокая волатильность курса рубля и др. Не менее важными являются внутринациональные (страновые) факторы развития и финансовая среда экономического субъекта.

Факторы прямого воздействия непосредственно влияют на функционирование и результаты деятельности предприятия. К факторам прямого влияния относятся состояние кредитного рынка и уровень процентной ставки; конъюнктура товарного рынка; доходность инвестиционных проектов и т. д.

Факторы косвенного воздействия оказывают влияние на состояние среды функционирования предприятия и выполняют роль фоновых факторов, повышающих или снижающих финансовую устойчивость. К данной группе факторов относят уровень платежеспособного спроса, природно-экологические, социально-политические, правовые факторы и т.д.

В целом, внешние факторы, влияющие на финансовую устойчивость предприятия, характеризуют экономические условия ведения хозяйственной деятельности. Если экономика находится в нестабильном состоянии, то это отражается и на состоянии отдельной хозяйственной единицы. Вместе с тем, степень влияния внешних факторов зависит от внутреннего состояния предприятия (наличия ресурсной базы, профессионализма управления, квалификации персонала, социальной атмосферы и др.), благодаря которому предприятие может успешно справляться с внешними кризисными явлениями или, наоборот, реагировать на них в сторону усиления отрицательных последствий [1]. Таким образом, способность хозяйствующего субъекта преодолевать кризисы и сохранять свою финансовую устойчивость во многом зависит от действия группы внутренних факторов – от состояния его внутренней среды.

Определяющими внутренними факторами являются: отраслевая принадлежность предприятия; ассортимент и структура выпускаемой продукции; возможность диверсификации деятельности; величина собственного капитала; возможность привлечения заемных средств; объем и динамика расходов; способность хозяйствующего субъекта генерировать прибыль и множество других факторов. Неустойчивое финансовое состояние предприя-

тия является, как правило, следствием совместного действия внутренних и внешних факторов. Вместе с тем, необходимо отметить, что результаты исследований многих экономистов подтверждают, что именно внутренние факторы оказывают определяющее влияние и усугубляют воздействие на финансовую устойчивость предприятия внешних факторов.

Степень влияния указанных факторов на финансовую устойчивость и безопасность предприятия зависит не только от соотношения их самих. Риск-фактор генерирует возникновение риска; риск, в свою очередь, определяет вероятность проявления угроз экономической безопасности. Для эффективного управления предприятием необходимо выявление таких условий и

ситуаций, при которых потенциальный риск перерастает в угрозу для финансовой устойчивости предприятия, а потом и его безопасности. Вследствие того, что в процессе осуществления экономических операций хозяйствующие субъекты регулярно сталкиваются с различного вида рисками, которые влияют на их финансовую устойчивость и угрожают безопасности хозяйственной деятельности, необходимо для оценки и идентификации угроз составить матрицу рисков для предприятий (таблица 1).

Представленная матрица характеризует основные виды рисков и позволяет оценить степень их влияния на финансовую устойчивость и безопасность функционирования предприятия.

Т а б л и ц а 1

Матрица рисков хозяйствующих субъектов

Вероятность проявления	Степень влияния на финансовую устойчивость и экономическую безопасность предприятия		
	Низкая	Средняя	Высокая
Низкая	Риск потери доходности бизнеса в результате снижения уровня репутации фирмы	Риск сокращения объемов продаж в результате нарушения договорных обязательств	Риск потери профессиональных кадров; Риск сокращения объемов продаж и недополучения прибыли в результате высокой конкуренции.
Средняя	Риск снижения прибыли в результате повышения цен на материалы	Риск возникновения дополнительных расходов в результате изменения законодательства и роста инфляции; Появление новых конкурентов.	Снижение покупательной способности населения; Риск снижения спроса на продукцию со стороны основных потребителей.
Высокая	Риск возникновения потерь в результате обстоятельств непреодолимой силы; Появление новых технологий.	Риск сокращения объемов производства в результате использования устаревшего оборудования;	Изменение валютного курса; Риск неплатежа со стороны контрагентов; Риск потери ликвидности; Риск потери финансового равновесия.

Процесс управления финансовой устойчивостью организации реализуется на протяжении всей ее финансовой деятельности и, в первую очередь, при планировании будущих денежных поступлений и расходов. Соблюдение баланса между приходом и оттоком денежных средств, с обеспечением достаточного запаса устойчивости, может позволить предприятию находиться в относительной безопасности в плане выполнения

своих финансовых обязательств и обеспечения отсутствия дискретности деятельности [6].

Финансовая устойчивость предприятия тесно взаимосвязана с категориями финансовой безопасности, экономической безопасности, стабильности и равновесия. Теоретическая схема взаимосвязи данных понятий представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Теоретическая схема взаимосвязи финансовой устойчивости и экономической безопасности предприятия

Финансовая устойчивость – неотъемлемой элемент финансовой безопасности, которая, в свою очередь является составляющей экономической безопасности и имеет при этом собственный механизм реализации, отличный от других видов экономической безопасности. Кроме того, финансовая безопасность неотделима от процессов обеспечения других видов экономической безопасности. Она выступает объединяющей основой при создании условий экономической безопасности [5].

Для обеспечения финансовой безопасности предприятия должны иметь финансовую гибкость, осуществляя диверсификацию финансовой и производственной деятельности, способствующие росту прибыли и достижение финансовой стабильности и равновесия.

На основе изучения и анализа отечественного и зарубежного опыта определен

комплекс первоочередных, характерных для организаций всех отраслей экономики инструментов повышения финансовой безопасности (таблица 2). На основе перечня типовых мероприятий, представленных в таблице можно составить план мероприятий по повышению уровня финансовой устойчивости посредством нивелирования угроз для последующей оценки уровня финансовой устойчивости предприятия. После внедрения в деятельность хозяйствующего субъекта мероприятий по повышению финансовой устойчивости и экономической безопасности необходимо регулярно (ежеквартально) осуществлять контроль их исполнения. Также важным является постоянный мониторинг финансовой устойчивости для определения проблемных сфер деятельности на самом раннем этапе их возникновения.

Т а б л и ц а 2

Инструменты повышения финансовой устойчивости и безопасности предприятия

Инструменты повышения финансовой устойчивости и безопасности предприятия	
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ	Совершенствование методов управления активами; прогнозирование, стратегическое и тактическое планирование.
СОЦИАЛЬНЫЕ	Создание условий для высокопроизводительного труда; повышение заработной платы работников в соответствии с ростом эффективности производства. Применение методов нематериального стимулирования труда.
ФИНАНСОВЫЕ	Совершенствование структуры капитала, модернизация политики управления оборотными активами; использование финансовых инструментов.
КАДРОВЫЕ	Кадровая политика, направленная на развитие человеческого капитала и повышение квалификации персонала.
ИННОВАЦИОННЫЕ	Разработка и внедрение в производство новых технологий, производство инновационной продукции и высокопроизводительных средств производства. Снижение потребления материалов за счет внедрения новых технологий
ОРГАНИЗАЦИОННО ЭКОНОМИЧЕСКИЕ	Расширение рынков сбыта; внутренний контроль за исполнением договоров.
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ	Модернизация основных фондов и средств производства.

Таким образом, устойчивое функционирование и развитие хозяйствующих субъектов в условиях рыночной экономики определяется, прежде всего, их способностью своевременно и адекватно реагировать на изменение внешней и внутренней среды, что проявляется в показателях, характеризующих финансовую устойчивость. Поэтому очевидна необходимость систематического проведения комплексного экономического

анализа финансового состояния предприятия, мониторинга тенденции изменения основных показателей хозяйственной деятельности. Только такой подход позволит обеспечить эффективное управление, направленное на успешное функционирование и развитие субъектов бизнеса. Можно сказать, что необходимым условием экономической безопасности предприятия является достижение им финансовой устойчивости.

ЛИТЕРАТУРА

1 Бадаева О.Н., Цупко Е.В. Оценка финансовой безопасности малых и средних предприятий // Российское предпринимательство. 2013. № 14 (236). С. 71-83.

2 Біломістна І.І., Біломістний О.М., Ковальчук А.В. Сутність структури механізму забезпечення фінансової безпеки підприємства // Інноваційна економіка. 2013. № 11. С. 51-56.

3 Гиляровская Л.Т., Ендовицкая А.В. Анализ и оценка финансовой устойчивости коммерческих организаций. М: Юнити-Дана, 2012, 168 с.

4 Ендовицкая А.В., Волкова Т.А., Балиашвили Д.У. Теоретико-методологические подходы к определению сущности экономической безопасности предприятия и ее оценке // Современная экономика: проблемы и решения. 2014. № 10 (58) С. 62-68

5 Капанадзе Г.Д. Финансовая устойчивость российских компаний и экономическая безопасность // Российское предпринимательство. 2012. № 22 (220). С. 10-16.

6 Grishova I. Financial mechanism of economic security company // The collection includes material reports 3rd International Scientific and Practical Conference "Science and Society". London 20-21 March 2013. V. 2. P. 167-181.

REFERENCES

1 Balaeva O.N., Dudko E.V. Evaluation of the financial security of small and medium enterprises. *Russkoe predprinimatel'stvo*. [Russian Entrepreneurship], 2013, no. 14 (236), pp. 71-83. (In Russ.).

2 Bilomistna I.I., Bilomistnii O.M., Kovalchuk A.I. The essence of the structure of the mechanism of financial security business. *Inno-*

vatsionnaya ekonomika. [Innovation economic], 2013, no. 11, pp. 51-56. (In Ukr.).

3 Gilyarovskaya LT, Endovitsky AV The analysis and assessment of financial stability of commercial organizations. M: Unity-Dana, 2012 168 c.

4 Endovitskii A.V., Volkova T.A. Baliashvili D.U. Theoretical and methodological approaches to defining the essence of economic security and its assessment. *Sovremennaya ekonomika*. [Modern Economy: Problems and Solutions], 2014, no. 10 (58), pp. 62-68. (In Russ.).

5 Kapanadze G.D. Financial stability of Russian companies and economic security. *Russkoe predprinimatel'stvo*. [Russian Entrepreneurship], 2012, no. 22 (220), pp. 10-16. (In Russ.).

6 Grishova I. Financial mechanism of economic security company. The collection includes material reports 3rd International Scientific and Practical Conference "Science and Society". London 20-21 March 2013, vol. 2, pp. 167-181. (In Russ.).

УДК 378.2

Магистр Н.А. Шипилова

(Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации. Воронежский филиал.)
тел. (473) 212-75-39
E-mail: shipilovanina@yandex.ru

Master student N.A. Shipilova

(Russian Academy of National Economy and Public Administration
the President of the Russian Federation. Voronezh Branch)
phone (473) 212-75-39
E-mail: shipilovanina@yandex.ru

Законодательная база контроля качества образования

The legal framework of quality control Education

Реферат. В статье рассматриваются процессы формирования и изменения понятия «контроль качества образования», которое используется при государственном контроле за качеством образования в аккредитованных образовательных учреждениях согласно статьи 38 Закона об образовании от 10.07.1992 № 3266-1. В 2005 году были внесены изменения в закон, которые положили начало постепенному выделению контроля качества образования в отдельный вид контроля, осуществляемый федеральными органами государственной власти и органами управления образованием с полномочиями по надзору и контролю, а также с правом принимать меры по устранению нарушений законодательства РФ в области образования. В 2007 году введено понятие «государственный контроль качества образования», осуществляемый федеральным органом исполнительной власти или органом исполнительной власти субъекта РФ в форме аттестации выпускников аккредитованных образовательных учреждений, плановых и внеплановых проверок содержания и качества подготовки обучающихся, а также уровня и направленности образовательных программ. В 2008 году позволено органам, осуществляющим контроль в сфере образования, упорядочить и унифицировать осуществление государственного контроля качества образования. В 2009 году приказом № 2374 Федеральной службы по надзору в сфере образования поручено ФГУ «Росаккредагентство» осуществление информационно-методического, аналитического и организационно-технического обеспечения экспертизы соответствия качества подготовки выпускников образовательных учреждений федеральным государственным образовательным стандартам. В 2008 году позволено органам, осуществляющим контроль в сфере образования, упорядочить и унифицировать осуществление государственного контроля качества образования. Основным нормативным документом, который определяет осуществление государственного (контроля) в сфере образования в настоящее время является Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Таким образом, на законодательном уровне происходит постепенное формирование самого понятия «государственный контроль качества образования» и формирование механизмов его осуществления.

Summary. The article examines the processes of formation, and changes in the concept of "control the quality of education", which is used for state control over the quality of education at accredited educational institutions in accordance with Article 38 of the Education Act of 10.07.1992 № 3266-1. In 2005, changes were made to the law, which initiated the gradual release of control of quality of education as a separate type of control exercised by federal authorities and the education authorities with the powers of supervision and control, as well as the right to take measures to eliminate violations of Russian legislation Education. In 2007 it introduced the concept of "state control of the quality of education", carried out by the federal executive authority or executive authority of the Russian Federation in the form of certification of graduates of accredited educational institutions, scheduled and unscheduled inspections of content and quality of training of students, as well as the level and direction of educational programs. In 2008 it allowed monitoring bodies in the field of education, to streamline and standardize the implementation of state control of education quality. In 2009, by order number 2374 of the Federal Service for Supervision of Education instructed FSI «Rosakkredagentstvo» implementation of information-methodical, analytical, organizational and technical expertise to ensure that the quality of training of graduates of educational institutions of the federal state educational standards. In 2008 it allowed monitoring bodies in the field of education, to streamline and standardize the implementation of state control of education quality. The main regulatory document, which determines the implementation of the state (control) in the field of education is currently the Federal Law of 29.12.2012 № 273-FZ "On Education in the Russian Federation." Thus, at the legislative level, there is a gradual formation of the concept of "state control of the quality of education" and establish mechanisms for its implementation.

Ключевые слова: контроль качества образования, закон об образовании, государственные образовательные стандарты.

Keywords: control of the quality of education, the law on education, public education standards.

Впервые упоминание о государственном контроле за качеством образования в законодательстве Российской Федерации появилось в Законе «Об образовании» в 1992 году [2]. Государственному контролю за качеством образования в аккредитованных образовательных учреждениях посвящена статья 38 данного закона, в которой самого определение понятия «контроль качества образования» не дается. Согласно указанному закону объективный контроль качества подготовки выпускников по завершении каждого уровня образования обеспечивается в соответствии с государственными образовательными стандартами государственной аттестационной службой, независимой от органов управления образованием. Государственная аттестационная служба могла направить образовательному учреждению, имеющему государственную аккредитацию, рекламацию на качество образования и (или) несоответствие образования требованиям соответствующего государственного образовательного стандарта. Повторная в течение двух лет рекламация автоматически влекла за собой лишение образовательного учреждения его государственной аккредитации. Однако механизмы, определяющие процесс установления соответствия качества образования в том или ином учреждении государственным образовательным стандартам, не были законодательно разработаны.

В связи с изданием Федерального закона от 31.12.2005 № 199-ФЗ в статью 28 Закона Российской Федерации от 10.07.1992 № 3266-1 «Об образовании» были внесены изменения, которые положили начало постепенному выделению контроля качества образования в отдельный вид контроля [3]. С этого момента федеральные органы государственной власти и органы управления образованием стали осуществлять полномочия по надзору и контролю исполнения законодательства Российской Федерации в области образования и качества образования (в части федеральных компонентов государственных образовательных стандартов), а также получили право принимать меры по устранению нарушений законодательства Российской Федерации в области образования, в том числе путем направления обязательных для исполнения предписаний образовательным учреждениям и органам управления образованием. До этого времени осуществлялся лишь контроль исполнения законодательства Российской Федерации в области образования и федеральных компонентов государственных образовательных стандартов.

В 2007 году были внесены изменения в статью 38 Закона Российской Федерации от 10.07.1992 № 3266-1 «Об образовании», в которой сделана попытка определения понятия «государственный контроль качества образования». Согласно данной статье, государственный контроль качества образования осуществляется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере образования, или органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации, осуществляющим управление в сфере образования, по результатам государственной (итоговой) аттестации выпускников аккредитованных образовательных учреждений, а также в форме плановых и внеплановых проверок содержания и качества подготовки обучающихся, уровня и направленности образовательных программ, реализуемых в аккредитованных образовательных учреждениях или научных организациях и их филиалах [4].

Помимо этого, в данной редакции закона появляются отдельные положения, регламентирующие проведение государственного контроля качества образования:

- устанавливается периодичность проведения проверок (плановая проверка может быть проведена не более одного раза в два года);

- определяются основания для проведения внеплановой проверки содержания и качества подготовки обучающихся, уровня и направленности образовательных программ, реализуемых в аккредитованном учреждении или его филиале либо научной организации или ее филиале (по обращению органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций, граждан);

- определяются меры, которые должны приниматься федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими функции по контролю и надзору в сфере образования, или органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации, осуществляющими управление в сфере образования, в случае выявления в результате проверки по контролю качества образования несоответствия содержания и качества подготовки обучающихся требованиям государственных образовательных стандартов или несоответствия реализуемых образовательных программ их уровню и направленности (направление обязательных для исполнения предписаний в образовательные учреждения или научные организации и их учредителям об устранении такого несоответствия).

Приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 21.12.2009 № 2374 «Об обеспечении предоставления Рособрнадзором государственной услуги по государственной аккредитации образовательных учреждений и научных организаций» ФГУ «Росаккред-агентство» поручено осуществление информационно-методического, аналитического и организационно-технического обеспечения экспертизы соответствия качества подготовки выпускников образовательных учреждений федеральным государственным образовательным стандартам [8].

Одним из методов установления соответствия качества подготовки выпускников образовательных учреждений требованиям государственных образовательных стандартов является компьютерное тестирование обучающихся и выпускников образовательных учреждений.

Федеральный закон от 08.11.2010 № 293-ФЗ внес очередные изменения в пункт 2 статьи 38 Закона Российской Федерации «Об образовании» [6]. Понятие «государственного контроля качества» уточняется. Согласно данной статье государственный контроль качества образования осуществляется посредством проводимых органами по контролю и надзору в сфере образования плановых и внеплановых проверок соответствия содержания и (или) качества подготовки обучающихся и выпускников образовательного учреждения или научной организации требованиям федеральных государственных образовательных стандартов или федеральным государственным требованиям. В данной статье более подробно описываются действия, которые должны быть произведены в отношении образовательных учреждений или научных организаций в случае выявления нарушения требований федерального государственного образовательного стандарта или федеральных государственных требований:

- уточняется срок, на который может быть выдано предписание (не может превышать шесть месяцев);

- описывается, как должно отчитываться образовательное учреждение или научная организация об исполнении предписания (представляют в орган по контролю и надзору отчет об исполнении предписания, включающий в себя документы, содержащие сведения, подтверждающие его исполнение), какие меры принимаются в случае неисполнения предписания (орган по контролю и надзору в сфере образования возбуждает дело об административном правонарушении в порядке, установленном Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях [1];

- приостанавливается действие свидетельства о государственной аккредитации полностью или в отношении отдельных образовательных программ, укрупненных групп направлений подготовки и специальностей;

- лишается образовательное учреждение или научная организация государственной аккредитации полностью или в отношении отдельных образовательных программ, укрупненных групп направлений подготовки и специальностей, реализуемых в этом образовательном учреждении или научной организации и (или) их филиале).

Важным в данной редакции закона является и то, что с этого момента к отношениям, связанным с осуществлением государственного надзора за соблюдением законодательства Российской Федерации в области образования, государственного контроля качества образования посредством проводимых органами по контролю и надзору в сфере образования плановых и внеплановых проверок, применяются требования Федерального закона от 26 декабря 2008 года № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [5]. Это позволяет органам, осуществляющим контроль в сфере образования, упорядочить и унифицировать осуществление государственного контроля качества образования.

С этого момента становится возможным привлечение к проведению проверок по контролю качества образования экспертов и экспертных организаций в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

В 2011 году были внесены очередные изменения в статью 38 Закона Российской Федерации «Об образовании»: понятие «государственный контроль качества» заменено на «федеральный государственный контроль качества образования». Федеральный государственный контроль качества образования стал рассматриваться как один из видов государственного контроля (надзора) в области образования. Именно в этой редакции закона появилось наиболее полное определение федерального государственного контроля качества образования: «Под федеральным государственным контролем качества образования понимается деятельность уполномоченных федерального органа исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, направленная на оценку соответствия содержания и (или) качества подготовки обучающихся и выпускников образовательного учреждения или научной организации требованиям федеральных государ-

ственных образовательных стандартов или федеральным государственным требованиям посредством проведения проверок качества образования и принятия предусмотренных законодательством Российской Федерации мер по пресечению и (или) устранению выявленных нарушений требований федеральных государственных образовательных стандартов или федеральных государственных требований».

Основным нормативным документом, который определяет осуществление государственного (контроля) в сфере образования в настоящее время является Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [7].

Согласно действующему законодательству, государственный контроль (надзор) в сфере образования включает в себя федеральный государственный контроль качества образования и федеральный государственный надзор в сфере образования, осуществляемые уполномоченными федеральными органами исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющими переданные Российской Федерацией полномочия по государственному контролю (надзору) в сфере образования.

Под федеральным государственным контролем качества образования понимается деятельность по оценке соответствия образовательной деятельности и подготовки обучающихся в организации, осуществляющей образовательную деятельность по имеющим государственную аккредитацию образовательным программам, требованиям федеральных государственных образовательных стандартов посредством организации и проведения проверок качества образования и принятия предусмотренных законодательством Российской Федерации мер по пресечению и устранению выявленных

нарушений требований федеральных государственных образовательных стандартов.

В ходе проведения проверки качества образования могут быть выявлены нарушения требований федерального государственного образовательного стандарта к результатам освоения основных образовательных программ. В этом случае орган по контролю и надзору в сфере образования выдает организации, осуществляющей образовательную деятельность, предписание об устранении выявленного нарушения требований федерального государственного образовательного стандарта.

Нарушения, выявленные в ходе проверок, влекут за собой для организаций, осуществляющих образовательную деятельность, достаточно серьезные последствия:

- возбуждение дела об административном правонарушении в порядке, установленном Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях [1];

- запрет приема в организацию;

- приостановление действия государственной аккредитации полностью или в отношении отдельных уровней образования, укрупненных групп профессий, специальностей и направлений подготовки;

- лишение организации, осуществляющей образовательную деятельность, государственной аккредитации полностью или в отношении отдельных уровней образования, укрупненных групп профессий, специальностей и направлений подготовки.

Таким образом, на законодательном уровне происходит постепенное формирование самого понятия «государственный контроль качества образования» и формирование механизмов его осуществления.

ЛИТЕРАТУРА

1 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ от 30.12.2001 № 195-ФЗ): принят ГД ФС РФ 20.12.2001 (Действующая редакция от 13.07.2015).

2 Закон Российской Федерации от 10.07.1992 № 3266-1 (ред. от 12.11.2012) «Об образовании»: вступил в силу с 1 декабря 2012 года.

3 Федеральный закон от 31.12.2005 № 199-ФЗ (ред. от 22.10.2014) «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием разграничения полномочий»: принят ГД ФС РФ 27.12.2005.

4 Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».

5 Федеральный закон от 08.11.2010 № 293-ФЗ (ред. от 22.10.2014) «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием контрольно-надзорных функций и оптимизацией представления государственных услуг в сфере образования»: принят ГД ФС РФ 27.10.2010.

6 Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»: принят ГД ФС РФ 29.12.2012.

7 Приказ Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 21.12.2009 № 2374 «Об обеспечении предоставления Рособrnадзором государственной услуги по государственной аккредитации образовательных учреждений и научных организаций» ФГУ « Росаккредагентство».

8 Самойлов П.В., Федосеев А.И., Шереметов А.Ю. Источники формирования кадрового потенциала сферы образования и науки // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2014. № 12 (122). С. 149-154.

REFERENCES

1 Kodeks RF ob administrativnykh pravonarusheniyakh [The Russian Federation Code of Administrative Offences (CAO Russian Federation of 30.12.2001 № 195-FZ) : adopted the State Duma 20.12.2001 (current edition of 07.13.2015)]. (In Russ.).

2 Zakon RF ot 10.07.1992 № 3266-1 “Ob obrazovanii” [The Law of the Russian Federation of 10.07.1992 № 3266-1 (Ed. By 12.11.2012) «On education»: entered into force on December 1, 2012]. (In Russ.).

3 FZ 31.12.2005 № 199-FZ “O vnesenii izmenenii v ot del’nye zak inidatel’nye akty RF” [Federal Law of 31.12.2005 № 199-FZ (ed. By 10.22.2014) «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation in connection

with further delineation of jurisdiction)» : adopted by the State Duma 27.12.2005]. (In Russ.).

4 FZ ot 26.12.2008 № 294-FZ “O zashchite prav yuridicheskikh lits i individual’nykh predprinimatelei pri osushchestvlenii gosudarstvennogo kontrolya” [The Federal Law of 26.12.2008 № 294-FZ «On the Protection of the Rights of legal entities and individual entrepreneurs in the exercise of state control (supervision) and municipal control»].(In Russ.).

5 FZ ot 8.11.2010 № 293-FZ [Federal Law of 08.11.2010 № 293-FZ (ed. by 10.22.2014) «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation in connection with the improvement of control and supervisory functions and optimizing the submission of sovereigns, public services in the field of education»: adopted the State Duma 27.10.2010]. (In Russ.).

6 FZ ot 29.12.2012 № 273 [Federal Law of 29.12.2012 № 273-FZ «On Education in the Russian Federation» : adopted the State Duma 29.12.2012]. (In Russ.).

7 Prikaz Federal’noi sluzhby po nadzoru v sfere obrazovaniya i nauki ot 21.12.209 № 2374 [Order of the Federal Service for Supervision in Education and Science from 21.12.2009 № 2374 «On provision of pre-representations Rosobrnadzor public services the state accreditation of educational institutions and scientific organizations» FSI «Rosakkredagentstvo»].(In Russ.).

8 Samo ilov P.V., Fedoseev A.I., Sheremet A.Yu. Sources of human capacity of education and science. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* [Bulletin of the Samara State University of Economics], 2014, no. 12 (122), pp. 149-154. (In Russ.).

УДК 338.2:316.334

Доцент М.Н. Гринева, аспирант Д.Н. Горобцова
(ФГБОУ ВПО Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I)
кафедра экономической теории и мировой экономики.
тел. 8-950-775-91-04
E-mail:grinevamn@yandex.ru

Associate professor M.N. Grineva, graduate D.N. Gorobtsova
(Voronezh state agrarian university of a name of emperor Peter I)
Department of economic theory and world economy.
phone 8-950-775-91-04
E-mail grinevamn@yandex.ru

Особенности государственной политики перераспределения в современных макроэкономических условиях

Features of a state policy of redistribution in modern macroeconomic conditions

Реферат. В статье акцентируется внимание на том, что главной целью социальной политики государства является обеспечение стабильного роста уровня и качества жизни населения и создание условий для развития человеческого потенциала. При этом аргументируется необходимость предоставления государством каждому трудоспособному человеку условий, позволяющих ему собственным трудом и предприимчивостью обеспечить свое благосостояние и благосостояние своей семьи, полностью выполнить социальные обязательства перед пенсионерами, инвалидами, многодетными семьями, нетрудоспособными и другими малообеспеченными слоями населения и др. Кроме того, обосновано, что уровень доходов членов общества является важнейшим показателем их благосостояния, так как определяет возможности материальной и духовной жизни индивидуума: отдыха, получения образования, поддержания здоровья, удовлетворения насущных потребностей. Также выявлены основные факторы, оказывающие непосредственное влияние на величину доходов населения, кроме размеров самой заработной платы, выступает динамика розничных цен, степень насыщенности потребительского рынка товарами и пр. Доказано, что при социально ориентированном подходе политика регулирования доходов в силу особенности такого вида экономической системы занимает очень важное место. Ее главная задача — не допускать или на первом этапе минимизировать ту часть населения, которая оказывается за чертой бедности. С этим связана и вторая задача — уменьшить поляризацию населения по доходам, снизив в меру экономической необходимости и возможности децильный коэффициент его дифференциации.

Summary. Article focuses on the fact that the main goal of social policy is to ensure the steady growth of level and quality of life of the population and creation of conditions for human development. This article argues for the need to provide government for every person of environment for own work and resourcefulness to ensure their welfare and well being of their families, completely fulfill social obligations to pensioners, invalids, large families, disabled and other needy layers of population, etc. In addition, it is proved that the level of income members of society is an important indicator of their welfare, because it determines the possibilities of material and spiritual life of the individual: recreation, education, health maintenance, satisfaction of pressing needs. Some major factors that have a direct impact to incomes of the population, beside the size of salary, stands dynamics of retail prices, and the degree saturation of consumer market with goods and etc. It is proved when the socially oriented policy of regulation of the income owing to features of such type of economic system takes very important place. Its main task don't allow or at the first stage minimize the portion of the population which below the poverty line. It connect with the second task to reduce polarization of the population income, decreasing in the measure of economic need and opportunities decile coefficient of differentiation.

Ключевые слова: государственное регулирование, уровень жизни, доходы населения, неравенство, перераспределение доходов, трансфертные платежи

Key words: government regulation, standard of living, income of the population, inequality, redistribution of income, transfer payments.

Особенно большое значение в социальной политике государства имеет выработка и применение наиболее эффективного механизма формирования доходов граждан. Главным ее содержанием является создание благоприятных условий, позволяющих экономически активной части населения за-

рабатывать средства, величина которых состоит из суммы получаемой заработной платы, поступлений от владения собственностью, выплат из общественных фондов потребления и некоторых других.

© Гринева М.Н., Горобцова Д.Н., 2015

В связи с тем, что на данном этапе своего развития Российская Федерация переживает очень тяжелые времена, которые оказывают существенное влияние на развитие ее экономической, социальной и политической сфер жизни, актуальность государственной политики перераспределения доходов весьма велика. Самым главным «ударом» послужили введенные санкции против российского государства, это решение было принято в связи событиями в Крыму и на востоке Украины.

Эти факторы привели к таким негативным последствиям как значительное снижение курса рубля относительно иностранных валют, а затем увеличение инфляции (к концу 2015 года уровень инфляции составит, как минимум, 10-12 %) и замедление роста реальных доходов населения. Мировые компании, ведущие бизнес в России, зафиксировали снижение прибыли из-за снижения потребительских настроений граждан России, а часть из них сообщила о вывозе своего капитала из России.

Рост ВВП в нашей стране по итогам 2014 года составил 0,6 %. Эти цифры являются одними из самых низких показателей, начиная с 2009 года, что подтверждает успех проводимой политики США. На рисунке 1 представлены данные об уровне валового внутреннего продукта Российской Федерации за последние годы. С каждым годом уровень ВВП в России становится ниже, а, следовательно, падает и уровень жизни населения.

Уже несколько лет подряд ученые института Legatum Institute составляют рейтинг уровня жизни населения в различных странах мира. При этом учитывают не только статистические показатели (экономические, климатические, экологические и т.п.), но и результаты опросов жителей. На наш взгляд, этот рейтинг наиболее точно отражает реальность. По данным 2015 года Россия занимает 91 место из 142 стран, между Гватемалой и Лаосом. По экономическим показателям Россия находится на 95 месте, свободе предпринимательства – 88 месте, по уровню коррупции и эффективность управления страной – 99 место, уровню безопасности на 92 месте, по качеству образования на 35 месте, и уровне свободы граждан – на 89 месте среди стран мира. Норвегия находится на первом месте в мировом рейтинге уровня жизни, на последнем месте – Чад.

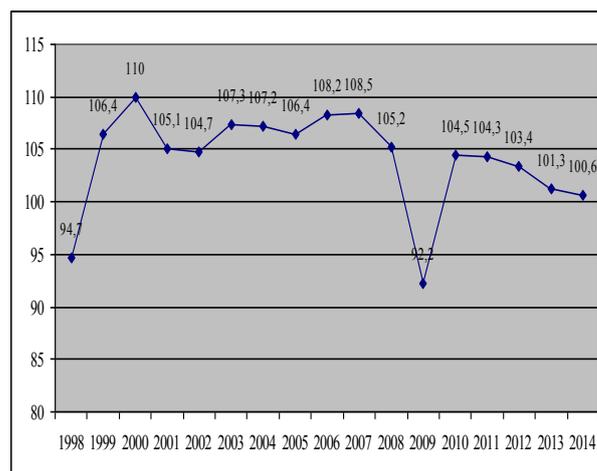


Рисунок 1. Динамика темпов роста ВВП Российской Федерации, %

На данный момент, большая часть населения не может обеспечить себе товары длительного пользования. А число малообеспеченного населения относительно высокое, то есть немалому количеству населения затруднительно приобрести даже одежду. Это говорит о низком уровне жизни населения Российской Федерации. Главным фактором, определяющим высокий уровень бедности в России, является низкий уровень заработной платы, не обеспечивающий реализацию воспроизводственной и стимулирующей функций оплаты труда. Сегодня даже средняя заработная плата не обеспечивает нормальные условия воспроизводства работников и членов их семей и скорее выполняет роль социального пособия.

За последние четыре года темпы сокращения бедности в России резко замедлились. Более того, по данным 2013-2014 гг. численность бедняков в стране вновь увеличилась (рисунок 2).

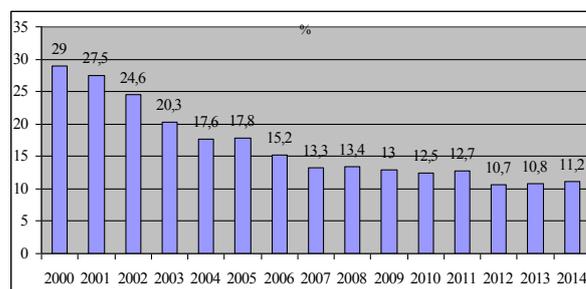


Рисунок 2. Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума, %

Во-первых, 11,2 % – это 16,1 млн. человек – те, кто живет в крайней нищете, поскольку на установленный правительством прожиточный минимум нельзя жить, а можно только существовать. Цифра, как видим, немаленькая.

Во-вторых, по разным оценкам в нищете и бедности в стране сегодня живет более половины россиян. Подавляющее число россиян роста благосостояния так и не заметили. Вызывает сомнение оправданность методики определения бедных именно по уровню прожиточного минимума, который эксперты очень часто называют «прожиточным минимумом бомжа». Поскольку в России этот минимум явно не предполагает наличия у гражданина квартиры, в которой надо ежемесячно оплачивать коммунальные услуги. Так, по данным ВЦИОМ, более 40 % жителей страны тратят на оплату коммунальных услуг от 25 % до 50 % общих доходов семьи. А каждый седьмой отдает за квартиру от половины до трех четвертей заработка. Еще одно лукавство статистики в том, что те граждане, которые получают доход в два-три раза выше прожиточного минимума, из статистики бедных уже выпадают, однако на практике они остаются малоимущими, реальные доходы у них не только не растут, но и в условиях постоянной инфляции и роста всевозможных тарифов постоянно сокращаются.

В сложившейся ситуации не обойтись без эффективного механизма государственного перераспределения доходов граждан. Перераспределение доходов – изъятие части доходов у одних лиц с целью их передачи другим лицам или добровольная передача доходов одними лицами другим, более в них нуждающимся.

Для сокращения числа бедных и уровня неравенства государство в рамках перераспределения доходов использует три основных способа:

1. Трансфертные платежи. Посредством их, в соответствии с социальными программами, часть доходов государства, формирующихся в основном путем налогообложения, в том числе социального страхования, передается в виде пособий и субсидий неполным семьям, многодетным семьям, сиротам, престарелым, безработным, инвалидам и другим категориям лиц, которые (в противном случае) или вообще не имели бы средств существования, или получали бы их слишком мало.

2. Государственное воздействие на цены и тарифы, устанавливаемые рыночными силами (взаимодействием спроса и предложения). Рыночные цены могут оказаться на слишком обременительном уровне (высоком или низком) для определенных категорий граждан. Чтобы облегчить реализацию их интересов, государство вмешивается в ценообразование, вторгаясь в рынок труда не только в плане законодательного ограничения длительности

рабочего дня или недели, но и в разрезе установления минимальной заработной платы.

3. Прогрессивная шкала индивидуального налогообложения. Дифференциация ставок подоходного налога и налога на личное имущество создает эффект «Робин Гуда», т. е. изымает чрезмерную часть доходов богатых в пользу бедных.

В сложившейся ситуации особенно нуждаются в эффективной системе перераспределения доходов те социальные группы, которые по тем или иным причинам оказываются не в состоянии своими силами обеспечить удовлетворение минимальных потребностей:

- в социально-демографическом плане это пенсионеры, дети-сироты, инвалиды и др.;
- в территориальном плане – жители малых сел и особо удаленных районов;
- в социально-профессиональном плане – низкооплачиваемые работники;
- в экономическом плане – семьи, не имеющие жилья, беженцы и т.п.

Таким образом, по нашему мнению, в современных условиях главными целями политики государства должно стать:

- 1) создание условий для лучшего удовлетворения потребностей всех социальных групп;
- 2) укрепление социальной справедливости системы экономических, юридических, нравственных отношений;
- 3) содействие экономическому развитию. Реализация данной функции предполагает нахождение формы движения и разрешения объективно существующего противоречия между экономической эффективностью и социальной справедливостью.

По нашему мнению, организуя перераспределение доходов, государство, должно принять на себя значительную долю ответственности за соблюдение неотъемлемого права человека на достойную жизнь.

В сложившейся макроэкономической ситуации Правительство Российской Федерации уже предприняло ряд мер, направленных на недопущение резкого снижения уровня жизни населения. Так, в связи с увеличением стоимости ряда продуктов принято решение об увеличении прожиточного минимума. Теперь эта сумма составляет 8192 рубля на душу населения. В первом квартале 2014 года прожиточный минимум на душу населения был на уровне 7688 рублей. Таким образом, 6,6 % больше, чем было в прошлом году.

Что же делать, чтобы поднять уровень жизни граждан? На наш взгляд, прежде всего, нужно повысить уровень социального обеспече-

ния: повысить детские пособия, по безработице, пенсиям, пособиям по материнству и медицинской помощи, независимо от заработной платы и социального статуса; заработная плата должна сравняться с расходами на проживание (в России же, прожиточный минимум на одного человека никак не соответствует расходам на проживание).

На наш взгляд, стратегия повышения уровня жизни и справедливой системы перераспределения доходов граждан будет эффективна только в том случае, если ее основу составят следующие три направления:

1. Создание условий, позволяющих работающему населению зарабатывать достаточно для того, чтобы семья не пребывала в состоянии бедности.

2. Создание эффективной системы поддержки социально уязвимых групп населения (престарелые, инвалиды, семьи с высокой

иждивенческой нагрузкой, семьи в экстремальной ситуации, беженцы и т.п.).

3. Противостояние дискриминации бедных при доступе к бесплатным или дотируемым социальным услугам.

Эффективная социально-ориентированная рыночная экономика немыслима без демократической системы распределения доходов граждан. Доходы населения определяют социальное положение в обществе, также уровень доходов каждого человека зависит от экономики страны, в которой он проживает. Таким образом, реализация результативного перераспределения доходов должна осуществляться посредством разработки государственных программ, предусматривающих конкретные меры, в области регулирования доходов граждан, справедливого налогообложения и социальной защиты граждан.

ЛИТЕРАТУРА

1 Гринева М.Н., Горобцова Д.Н. Распределение доходов и проблема справедливости в современной экономике России // Общество в эпоху перемен: формирование новых социально-экономических отношений: материалы 5-й Международной научно-практической конференции (Международный центр профессионального менеджмента Академия бизнеса) (2014 г.) Саратов: Изд-во ЦПМ «Академия бизнеса», 2014. С. 70-74.

2 Калинина Т.В. Влияние государства на процесс формирования потребностей в общественных благах в современной экономике // Экономический анализ: теория и практика. 2013. №22. С. 54-59

3 Прокофьев А. В. Социальная справедливость и окружающая среда // Вестник Московского университета. Серия 7. Философия. 2012. № 3. С. 64-78.

4 Legatum Institute. Available at: <http://www.li.com>.

5 Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru/>

REFERENCES

1 Grineva M.N., Gorobtsova D.N. The distribution of income and the issue of justice in the modern economy of Russia. *Obshchestvo v epokhu peremen: formirovanie novykh sotsial'no-ekonomicheskikh otnoshenii* [Society in Times of Change: the formation of the new socio-economic relations materials 5th International scientific conference (International Centre for Professional Management Business Academy) (2014)]. Saratov, Izd MTC "Business Academy", 2014. pp. 70-74. (In Russ.).

2 Kalinina T.V. The state's Influence on the process of creation of the demand for public goods in the modern economy. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika*. [Economic analysis: theory and practice], 2013, no. 22, pp. 54-59. (In Russ.).

3 Prokof'ev A. V. Social justice and the environment. *Vestnik MGU*. [Bulletin of Moscow University. Series 7. Philosophy], 2012, no. 3, pp. 64-78. (In Russ.).

4 Legatum Institute. Available at: <http://www.li.com>.

5 Federal'naya sluzhba gosstatistiki [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru/>. (In Russ.).

УДК 338.2

Соискатель А.И. Алёшин

(Институт проблем региональной экономики Российской академии наук)

тел. (989) 1691873

E-mail: info@iresras.ru

Applicant A.I. Aleshin

(Institute of Regional Economics Problems of the Russian Academy of Sciences)

phone (989) 1691873

E-mail: info@iresras.ru

Механизм совершенствования управления деятельностью региона как организационное новшество

The mechanism of improving the management of the region as an organizational innovation

Реферат. Организационно-экономический механизм совершенствования управления инновационным, инвестиционным и экономическим видами деятельности регионального хозяйства, как комплексный инструмент реализации и повышения уровня принимаемых управленческих решений, организационное новшество, позволяет менеджменту региона достигать планируемого экономического результата, целевых установок в процессе инновационных и экономических изменений состояния внешней среды. Структура статьи сформирована таким образом, чтобы раскрыть: сущность; функциональное назначение и целевую ориентацию механизма совершенствования управления видами деятельности региона, исходя из сложившихся тенденций, действующих правил и соблюдаемых принципов рационализации взаимодействия технологических элементов (методов, стратегий, предпринимаемых комплексных мер); классификационные признаки функции планирования системы управления деятельностью региона. Особенности формирования организационно-экономического механизма совершенствования управления видами деятельности региона состоят в способности механизма предусматривать меры влияния не только на уровень взаимодействия технологических элементов системы управления, но и на их классификационные характеристики в рамках устанавливаемых признаков. Вклад автора статьи состоит в раскрытии основного состава технологических элементов системы управления региональным хозяйством, дополняющих их количественных и качественных характеристик и определения организационно-экономических мер воздействия, повышающих уровень управляемости и экономические результаты деятельности региона.

Summary. Organizational-economic mechanism of innovation, investment and economic activities of the regional economy management improving as a comprehensive toolkit implement and increasing the level of management decisions, organizational innovation, allows the region management to achieve the planned economic results of targets in the process of innovation and economic change of the state of the external environment. The structure of the article formed to explain: the essence; functionality and target orientation mechanism for improving the management of activities in the region, based on current trends, existing rules and respect the principle of rationalizing the interaction between technological elements (methods, strategies undertaken comprehensive measures); classification features of the planning function of management of the region. Features of formation of the organizational-economic mechanism of management activities development in the region is the ability of the mechanism to provide measures of influence, not only on the level of interaction of technology management system elements, but also on the characteristics of their classification within the framework established by the signs. The contribution of the author is to reveal the basic structure of the technological elements of the management of the regional economy to complement their quantitative and qualitative characteristics and to determine the organizational and economic measures that increase the level of control and economic performance of the region.

Ключевые слова: организационно-экономический механизм, управление деятельностью региона, технологические элементы системы управления, классификационные признаки

Keywords: organizational and economic mechanism, management of activity of the region, technological elements of a control system, classification signs of elements

Решение конкретных производственно-хозяйственных проблем деятельности предприятий, отраслевых составляющих и в целом регионального хозяйства, связанных с повышением темпов экономического роста, эффективности производства, совершенствованием управления, в доминирующей степени зависит от такого комплекса технологических составляющих процесса управления, как предпринимаемые организационно-экономические, финансово-инвестиционные, маркетинговые и

иные меры, действия в рамках функций, методов, способов и стратегий управления текущей деятельностью и долгосрочным развитием структурных составляющих сферы услуг.

Технологический инструментальный принятый обоснованный и экономически соответствующего ресурсному потенциалу управленческого решения в процессе деятельности объекта управления в условиях динамики изменений состояния внешней и внутренней

© Алёшин А.И., 2015

сред может быть применён менеджментом региона, исходя как из сложившихся тенденций, действующих правил и соблюдаемых принципов рационализации взаимодействия технологических элементов системы управления структурными составляющими и в целом регионального хозяйства, так и из использования организационного новшества, позволяющего на основе установления соответствий функциональных назначений и целевой ориентации каждого из технологических элементов на достижение планируемого экономического результата, эффективности производства, с учётом влияния изменяющихся инновационных и экономических состояний макро-, микросред, стадий жизненного цикла экономических видов деятельности региона количественным и качественным характеристикам поставленной перед региональным хозяйством целевой установки [1].

В качестве такого организационного новшества, на наш взгляд, может выступать организационно-экономический механизм совершенствования управления деятельностью региональной социально-экономической системы. Функциональное назначение организационно-экономического механизма состоит в том, чтобы наполнять конкретными ресурсообеспеченными мерами и действиями технологические составляющие процесса управления текущим функционированием и перспективным развитием региона [2].

Функциональные назначения таких технологических элементов системы управления региональным хозяйством как функции, методы, стратегии в организационно-экономическом механизме совершенствования управления экономической, инновационной и инвестиционной деятельностью призваны обеспечивать соблюдение и единство присущих им индивидуальных признаков, способствующих выражению свойств и функциональных возможностей того или иного технологического элемента системы управления.

В том случае, если в организационно-экономическом механизме совершенствования управления видами деятельности региона сформулированное и всесторонне обоснованное его функциональное назначение не соблюдается, то возникающее при этом снижение качественных и количественных характеристик взаимодействия технологических элементов системы управления существенно влияет на адекватность принимаемых управленческих решений реальным условиям изменяющихся экономических, инновационно-инвестиционных состояний внешней и внутренней сред.

Вместе с этим, организационно-экономический механизм совершенствования (рационализации и гармонизации) управления

деятельностью регионального хозяйства выступает интегратором всех комплексных мер и действий, предпринимаемых менеджментом регионального хозяйства в рамках технологических составляющих процесса управления видами инновационной, инвестиционной и экономической деятельности.

Качественный характер интегрирования функциональных назначений и целевой направленности технологических элементов системы управления экономической, инновационной и инвестиционной деятельностью в организационно-экономическом механизме проявляется не только в высокой степени адаптации видов деятельности регионального хозяйства к изменениям инновационного, экономического состояния внешней среды, но и в соблюдении сбалансированности расходуемых объёмов ресурсного потенциала с экономическими результатами управления инновационной и инвестиционной деятельностью региона.

Излагаемые точки зрения ряда авторов в экономической литературе на решение проблем повышения уровня управления деятельностью локальной или региональной социально-экономической системой в основном состоят в изменении организационной структуры объекта управления, позволяющей оперативно и целенаправленно реагировать на: влияние факторов внешней среды на изменение соответствия объёмов ресурсопотребления с экономическими результатами; повышение конкурентоспособности продукции и в целом предприятия регионального хозяйства; соблюдение динамики эффективности используемых ресурсов, проектов инвестирования в основной капитал, технологические, продуктовые, процессные, маркетинговые новшества [4]. В том случае, если данный подход к совершенствованию управления деятельностью региона является основным, то для решения поставленных организационно-экономических задач должен формироваться комплекс мер, отвечающий требованиям, предъявляемым к решению конкретной задачи совершенствования уровня управления региональным хозяйством, повышения эффективности управленческих воздействий на тот или иной вид деятельности региона.

В какой-то степени наполнение организационно-экономическими и иными мерами исполняемого конкретного управленческого решения о повышении уровня управляемости регионального хозяйства соответствует определению понятия «механизм», так как декларируемое управленческое решение реализуется на основе распределения для этой цели соответствующей доли ресурсного потенциала в составе конкретных мер и действий.

Сущностное представление о механизме исполнения декларируемых положений федеральной, региональной нормативно-правовой регламентации состоит в том, что реализация законодательных положений субъектами управления региональным хозяйством, его структурными составляющими должна обеспечиваться посредством соблюдения определённых условий, правил и принципов в своей деятельности, обеспечения выполнения законодательных положений необходимыми объёмами ресурсов, организационными, стимулирующими, контрольными и иными мерами и действиями.

Однако действующие трактования понятия «механизм» в обеспечении исполнения нормативно-правовых положений, принимаемых управленческих решений, хотя и имеют под собой реальную основу в трансформации декларируемых ими рекомендуемых положений в процессе управления деятельностью регионального хозяйства, что формально соответствует представлению о понятии «механизм реализации нормативно-правовых регламентаций и принимаемых управленческих решений», но, на наш взгляд, не в полной мере раскрывают сущность понятия «организационно-экономический механизм управления» соответствующим видом деятельности (инновационно-инвестиционным, экономическим) региона.

В отличие от общей логико-вербальной характеристики понятия «механизм», более адекватной формой его содержательного выражения может выступать его такое определение, как «Комплексный инструментарий реализации принимаемых управленческих решений, нормативно-правовых положений по соблюдению установленных регламентаций деятельности региона, его структурных составляющих посредством организационно-экономических и иных мер, способов, методов, стратегий текущего функционирования и перспективного развития на основе соблюдения функциональных назначений и целевой ориентации технологических элементов влияния системы управления на достижение экономических результатов, уровня эффективности функционирования объекта совершенствования (управления)».

Общая содержательная характеристика понятия «организационно-экономический механизм», исходя из постановки и решения конкретной задачи рационализации и гармонизации взаимодействия отдельных элементов системы управления, должна детализироваться и расширяться с учётом особенностей деятельности регионального хозяйства, его структурных составляющих. Так, например, в организационно-экономическом механизме, направленном на совершенствование управления инновационной

и инвестиционной деятельностью региональной социально-экономической системы должны быть предусмотрены не только основные технологические элементы системы управления (функции, комплексные меры, способы, методы и стратегии развития), но и основные характеристики их классификационных признаков.

Для признака «функциональное воздействие» должны быть выделены такие основные функции влияния системы управления на экономическую и инвестиционно-инновационную результативность деятельности регионального хозяйства, как планирование, организация, регулирование, стимулирование, прогнозирование, контроль и учёт.

В соответствии с классификационным признаком «ресурсно-трудовое влияние» в таком технологическом элементе системы управления деятельностью региона, как методы управления следует выделить такие их виды, как экономический, социально-психологический, организационно-распорядительный, кластерно-технологический. Классификационным признаком, характеризующим виды предпринимаемых мер и действий менеджментом региона, его структурных составляющих, выступает «меры регулирования деятельности». При этом, в зависимости от видов деятельности регионального хозяйства, регулирующими мерами, определяющими направления и характер видов деятельности, а также устранение отклонений экономических результатов от общего принятого курса развития региональной социально-экономической системы, для рассматриваемого классификационного признака выступают организационно-экономические, инновационно-научные, финансово-инвестиционные, социальные и маркетинговые комплексные меры.

Для классификационного признака «стратегическая ориентация на средне-, долгосрочное развитие» основными характеристиками влияния в системе управления долгосрочным социально-экономическим развитием на достижение планируемых экономических результатов выступает базовая (обобщающая) стратегия и дополняющие её, определяющие целевую направленность обобщающей стратегии, частные (функциональные) стратегии.

Формирование организационно-экономического механизма совершенствования управления видами деятельности региона, в том числе инновационной и инвестиционной деятельностью, рационализирующего взаимодействие технологических элементов системы управления, должно включать весь состав характеристик - составляющих классификационных признаков воздействия технологических элементов системы управления деятельностью

регионального хозяйства на достижение экономических результатов и соблюдения положительной динамики эффективности используемых ресурсов региона [3].

Кроме того, классификационное расширение и дополнение характеристик - составляющих технологических элементов системы управления видами деятельности регионального хозяйства, на наш взгляд, способствует возрастанию роли создаваемого организационно-экономического механизма совершенствования управления деятельностью региональной социально-экономической системы, повышению уровня её управляемости, обоснованности принимаемых решений по соблюдению темпов экономического роста в процессе расширения состава и усиления конкурентных преимуществ инновационно-инвестиционного и организационно-экономического характера [5].

Классификационными характеристиками, дополняющими технологические элементы системы управления текущим функционированием и перспективным развитием региона, например, у функции планирования (технологический элемент - функции управления), являются такие её методы, определяющие уровень адекватности тенденциям развития и реальности достижения экономического результата, эффективности используемых ресурсов, как: балансовый (обеспечение соответ-

ствия объёмов потребления ресурсов региональным производством планируемым экономическим результатам); оптимальный (определение условий производства объёмов располагаемых ресурсов, соответствующих целевому функционалу - максимизации экономического результата по каждому виду выпускаемой продукции, оказываемых услуг); эталонный (бенчмаркинг) - метод планирования социально-экономического развития региона, применяемый в соответствии с тенденциями развития и величинами изменения экономических результатов административно-территориального образования близкого по объёмам ресурсообеспеченности и видами производственно-хозяйственной деятельности к региону планируемой деятельности; прогностический, способствующий на основе точных и адекватных ретроспективным тенденциям оценок прогноза обеспечению практической значимости планирования и реальности достижения экономических результатов, эффективности регионального производства; имитационный, позволяющий на основе схематичного и последовательно-технологического представления процесса достижения планируемых экономических результатов, эффективности регионального производства обосновывать реальность их достижения в средне-, долгосрочном периодах при наличии ресурсов и организации их эффективного использования.

ЛИТЕРАТУРА

1 Евменов А.Д., Кроливецкий Э.Н., Моршагина Н.А. Совершенствование технологии управления телекоммуникационными предприятиями: монография. СПб.: Изд-во "Студия "НП-Принт", 2013.

2 Кроливецкий Э.Н., Панарин А.А. Формирование имитационной модели управления экономическим развитием профессионального образования // Вестник Российской академии естественных наук. 2014. № 2(18). С. 70-72.

3 Панарин А.А. Эффективность функционирования системы управления экономическими и инновационными изменениями профессиональных учебных заведений // Вестник Российской академии естественных наук. 2015. № 2(19). С. 124-128.

4 Неретин О.П. Формирование механизма взаимодействия и моделирования процесса стратегического влияния групп поддержки социально-экономического развития учреждений культуры: монография. СПб.: Изд-во "Студия "НП-Принт", 2012.

5 Рогова И.Н. Совершенствование операционной деятельности – необходимое условие повышения конкурентоспособности российских предприятий в условиях МЭО // Вестник Орловского государственного университета. Серия: Новые гуманитарные исследования. 2012. № 8 (28). С. 152-154.

REFERENCES

1 Evmenov A.D., Krolivetskii E.N., Morschagina N.A. Sovershenstvovanie tekhnologii upravleniya telekommunikatsionnimi predpriatiami. [Improving the management of telecommunication technology enterprises]. Saint-Petersburg, NP-Print, 2013. (In Russ.).

2 Krolivetskii E.N., Panarin A.A. Formation of a simulation model of economic development management professional education. *Vestnik RAEN*. [Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences], 2014, no. 2 (18), pp. 70-72. (In Russ.).

3 Panarin A.A. The effectiveness of the system of economic management and innovative changes in vocational schools. *Vestnik RAEN*. [Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences], 2015, no. 2 (19), pp. 124-128. (In Russ.).

4 Neretin O.P. Formirovanie mekhanizma vzaimodeisvia I modelirovania processa strategicheskogo vliania grup padderzki socialno-economicheskogo razvitia uchrezdenii kulturi. [Formation of the mechanism of interaction and process modeling strategic influence groups support the socio-economic development of cultural institutions]. Saint-Petersburg, NP-Print, 2012. (In Russ.).

5 Rogova I.N. Improving operating performance - a necessary condition for improving the competitiveness of Russian enterprises in the ERI. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta*. *Seria: Novie gummanitarnie issledovania*. [Herald of Oryol State University. Series: New humanitarian research], 2012, no. 8(28), pp.152-154. (In Russ.).

УДК 338.984; 338.26

Доцент В.В. Громов

(ФГБОУ ВО «Мурманский государственный гуманитарный университет»)

кафедра философии и права. тел. (921)1523286

E-mail: vgromow@yandex.ru

Associate professor V.V. Gromov

(FGBOU VO "Murmansk State University for the Humanities")

department of philosophy and law. phone (921) 1523286

E-mail: vgromow@yandex.ru

Анализ и особенности влияния факторов внешней среды на экономические результаты развития объектов стратегического планирования

Analysis and particularities of external factors impact on economical results of strategic objects planning development

Реферат. Актуальность излагаемой научной проблемы статьи состоит в определении изменений экономических результатов, эффективности деятельности отраслевых составляющих сферы услуг от влияния факторов внешней среды, что позволяет достигать им планируемых в долгосрочном периоде экономических результатов. Принятие управленческих решений о проведении структурно-организационных преобразований, выполнение проектов инвестирования в обновление и модернизацию основного капитала, создание технологических, процессных и продуктовых новшеств непосредственно связано с анализом влияния таких факторов внешней среды как экономические, социо-культурные, нормативно-правовые, политические, инновационные. Структура статьи сформирована на основе изложения влияния конкретных групп факторов внешней среды на конкурентоспособность и экономические результаты развития отраслевых составляющих сферы услуг на основе технологии стратегического планирования; соблюдения логической последовательности изложения материала, установления причинно-следственной взаимосвязи, взаимодействия факторов и элементов исследуемых проблем и объектов. Особенности влияния факторов макросреды на эффективность деятельности хозяйствующих субъектов, отраслевых составляющих сферы услуг состоят в адекватности предпринимаемых мер и стратегий противодействия негативным воздействиям на экономическое развитие объектов стратегического развития. Особенности изменения состояний и влияния факторов внутренней среды на локальные и отраслевые социально-экономические системы диктуют необходимость установления в составе располагаемых ресурсов, уровня эффективности использования трудовых ресурсов, основных и оборотных фондов. Вклад автора статьи в научную проблематику данной темы состоит в осуществлении комплексного анализа влияния основных групп факторов внешней среды на развитие экономических видов деятельности сферы услуг; выявление особенностей влияния внутренних факторов на экономическое и инновационное развитие объектов стратегического планирования.

Summary. The relevance of the scientific problem described in the article are: to determine changes in economic performance, the effectiveness of the sectoral components of the service sector from the effects of environmental factors, which allows them to reach the planned long-term economic performance; management decision-making about structural and organizational changes, implementation of investment projects in the renovation and modernization of fixed capital, the creation of technology, process and product innovations directly connected with the impact analysis of such external factors as economic, socio-cultural, legal, political, innovative. The structure of the article is formed on the basis of presentation of the impact of specific groups of environmental factors on the competitiveness and economic performance of industry components of services based on the technology of strategic planning; compliance of logical sequence of presentation of materials, establishing a causal relationship, the interaction of factors and elements of studied problems and objects. Features of external factors impact on the effectiveness of macro-economic entities, sectoral components of services are to the adequacy of the measures and strategies to counter the negative impact on the economic development of the objects of strategic development. Features of status changes and influence of internal factors on local and sectoral socio-economic systems dictate the need for a part of the available resources, the level of efficiency of the use of labor resources, fixed and current assets. The contribution of the author in a scientific perspective of this topic is to carry out a comprehensive analysis of the impact of the main groups of external factors on economic activities of the service sector development; identifying features of internal factors impact on the economic and innovative development of strategic planning objects.

Ключевые слова: организационно-экономический механизм, управление деятельностью региона, технологические элементы системы управления, классификационные признаки

Keywords: organizational and economic mechanism, management of activity of the region, technological elements of a control system, classification signs of elements

Анализ влияния факторов внешней среды как технологический элемент системы стратегического планирования на инновационный уровень, эффективность функционирования субъектов хозяйствования, экономических видов деятельности сферы услуг непосредственно связан с принятием управленческих решений о проведении структурно-организационных преобразований, выполнении проектов инвестирования в обновление и модернизацию основного капитала, создание технологических, процессных и продуктовых новшеств, требующих концентрации как собственных, так и привлеченных средств. Однако такой внешний фактор как высокая банковская процентная ставка не способствует экономическим и инвестиционным преобразованиям в сфере услуг, так как ограничивает объемы и сроки заимствованных средств.

Влияние изменяющихся курсов валют основных промышленно развитых стран на процесс оказания услуг субъектов хозяйствования и отраслевых составляющих сферы услуг также выступает одним из основных факторов изменения спроса на оказываемые услуги. Так, при девальвации рубля, уровень потребления услуг снижается, повышается экспортная составляющая, но только в том случае, когда качество услуг, продукции не снижается, а экономический интерес к повышению качества услуг участников процесса оказания услуг возрастает.

Экономические результаты функционирования народного хозяйства (темпы изменения валового внутреннего продукта), как фактор внешнего воздействия на эффективность деятельности предприятий сферы услуг, при их росте способствуют увеличению расходов потребителей услуг и повышению темпов экономического роста хозяйствующих субъектов и отраслевых составляющих сферы услуг. Данный макроэкономический фактор при его снижении (темпов роста валового внутреннего продукта) воздействует на расходы потребителей, тем самым уменьшая экономический и финансовый результаты деятельности предприятий и в целом экономических видов деятельности сферы услуг.

Наличие высокого уровня инфляции для хозяйствующих субъектов сферы услуг связано со снижением потребления услуг, темпов экономического роста, уровней обновляемости основных фондов, физический износ и моральное старение которых возрастает, квалификации работников, их профессионального мастерства [1].

Влияние социо-культурных факторов макросреды в системе стратегического планирования долгосрочного развития субъектов хозяйствования, основных видов экономической деятельности сферы услуг, обобщающих демографические, культурные, социальные, экономические условия, в которые поставлены хозяйствующие субъекты сферы услуг, состоит в воздействии на изменение предпочтений потребителей услуг, например, потреблять услуги, оказываемые на принципиально новых технологических основах, на высоком профессиональном уровне работников.

Негативные изменения демографии населения (низкий уровень рождаемости, средний предстоящий период жизни мужчин и женщин), образовательного уровня, медико-диагностического обслуживания граждан сказывается на уменьшении размеров экономических и финансовых результатов деятельности хозяйствующих субъектов, экономических видов деятельности сферы услуг, на достижении планируемых экономических, финансовых и социальных результатов развития объектов стратегического планирования сферы услуг.

Кроме того, воздействие социокультурных факторов на субъект хозяйствования сферы услуг проявляется в изменении отношении работников к труду, связанном, например, со снижением их мотивации из-за отсутствия уверенности в устойчивом социально-экономическом развитии хозяйствующего субъекта и в целом отраслевой составляющей сферы услуг.

Социокультурные факторы влияния внешней среды на текущую деятельность, перспективное развитие предприятий и основных видов экономической деятельности сферы услуг проявляются также и в опосредованном влиянии на: размеры планируемых результатов, эффективности использования ресурсов через изменение объемов потребления услуг; уровень социальной ответственности предпринимателей, участников процесса оказания услуг; процесс контроля за состоянием окружающей среды (почвы, воды, атмосферы); отношение к полноценному отдыху, здоровому образу жизни; уровень культуры обслуживания потребителей; размеры социального потребления; качество жизни граждан.

Социокультурные факторы влияния внешней среды могут проявить себя также посредством: отсутствия или доходчиво и ясно провозглашенной национальной идеи социально-экономического развития, аналогичных идей, свойственных развитию административно-территориальных образований; изменения

степени доверия к исполнительным и законодательным органам власти; роста преступности и уровня коррупции в стране.

Внешние факторы нормативно-правового воздействия на текущую деятельность и перспективное развитие субъектов хозяйствования и экономических видов деятельности сферы услуг состоят в постоянном изменении основных положений принятых законов и иных нормативно-правовых документов, регламентирующих деятельность хозяйствующих субъектов сферы услуг, в отсутствии действенных механизмов их реализации.

Вместе с этим, изменение в регулирующих мерах нормативно-правовых документов федерального и регионального характера включает широкий спектр таких направлений законодательного характера как налоговое, бюджетное, таможенное, антимонопольное, патентное, оказывающих воздействие на снижение экономических интересов участников процесса оказания услуг, замедление роста экономических и иных результатов деятельности, уменьшение инвестиционной активности индивидов и субъектов хозяйствования сферы услуг, уровня стимулирования и мотивации к достижению конечных результатов процесса оказания услуг.

Политические факторы влияния на достижение текущих и долгосрочных экономических, финансовых и социальных результатов, планируемого уровня эффективности деятельности, несмотря на то, что в своих декларативных проявлениях через лозунги и призывы следовать одному единственному направлению развития призваны в сочетании с нормативно-правовыми регламентациями деятельности предприятий сферы услуг и рациональными механизмами экономического, организационного и финансового обеспечения повышать темпы роста результатов и эффективности деятельности локальных и отраслевых социально-экономических систем в процессах оказания услуг.

Политические факторы влияния в системе стратегического планирования развития отраслевых составляющих сферы услуг проявляются в недостатке конструктивных взаимоотношений предпринимателей, менеджеров локальных и отраслевых социально-экономических систем, а также исполнительных, законодательных органов власти на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

Отсутствие налаженных внешнеэкономических связей с зарубежными государствами, проявление взаимного протекционизма, действующие негативные тенденции в расстановке внешних и внутренних политических сил, фор-

мирование условий для обеспечения взаимовыгодной торговли выступают как внешние факторы влияния на экономические и финансовые результаты текущей деятельности и перспективного развития хозяйствующих субъектов и отраслевых составляющих сферы услуг [2].

Инновационные факторы внешнего влияния в системе стратегического планирования развития локальных и отраслевых социально-экономических систем сферы услуг состоят в изменениях процесса оказания услуг потребителям. Растущий инновационный уровень внешней среды, непосредственно влияющий на качество и объемы оказания услуг каждого субъекта хозяйствования и в целом экономического вида деятельности, проявляется в создании и реализации кардинально новых (прорывных, радикальных), улучшающих технологических, технических, информационных, структурно-организационных новшеств.

Внедрение принципиально новых технологий, информационных систем и разработка новшеств по структурно-организационным преобразованиям (например, интеграция организационно-правовых структур сферы услуг) позволяют субъектам управления локальными и отраслевыми социально-экономическими системами добиваться значительного роста экономических и финансовых результатов за счет расширения контингента потребителей услуг, создания нового сегмента рынка услуг.

Внедрение улучшающих новшеств технологического и информационного характера в субъектах хозяйствования сферы услуг, занимающих доминирующее место в деятельности образовательных, медицинских, спортивно-оздоровительных, туристских, жилищно-коммунальных, гостиничных учреждений, сервисного обслуживания, позволяет постоянно повышать качество предоставляемых потребителям услуг, эффективно использовать труд персонала, расширять свои конкурентные преимущества, повышать экономические результаты деятельности в течение средне-, долгосрочного периода времени [5].

Создание и использование улучшающих технологий, технических устройств, информационных систем управления в хозяйствующих субъектах сферы услуг предоставляет возможность органам стратегического планирования развития локальных и отраслевых социально-экономических систем сферы услуг на достоверном уровне обосновывать планируемые экономические результаты развития в среднесрочном периоде времени. В то время как использование радикальных новшеств в сфере услуг свя-

зано с риском малопредсказуемых последствий их влияния на экономические результаты.

Экономически обоснованное сочетание уровней использования улучшающих и радикальных новшеств в процессе оказания услуг выступает существенной комплексной мерой согласованного восприятия инновационных изменений внешней среды с расширением состава конкурентных преимуществ, поддержанием темпов экономического роста на основе увеличения стоимостных объемов оказания услуг высокого качества, удовлетворяющих вкусам и новым предпочтениям потребителей услуг [3].

Изменение состояний и влияния факторов внутренней среды на локальные и отраслевые

социально-экономические системы следует устанавливать в составе их располагаемых ресурсов, уровней использования трудовых, финансовых и информационных ресурсов, основных и оборотных фондов. При этом влияние стоимостных и физических объемов ресурсов, их качественных и количественных характеристик, на достижение экономических, финансовых и социальных результатов сказывается в процессе их изменений по объемам в течение определенного периода времени, а также при установлении соответствия планируемых и фактических стоимостных величин используемых ресурсов, уровней их эффективного потребления [4].

ЛИТЕРАТУРА

1 Кроливецкий Э.Н., Лебедев В.В. Взаимодействие форм анализа деятельности учебных заведений дополнительного образования // Вестник Чувашского университета. 2012. № 4. С. 396-399.

2 Евменов А.Д., Кроливецкий Э.Н., Морщагина Н.А. Совершенствование технологии управления социально-экономическим развитием хозяйствующих субъектов сферы телекоммуникационных услуг. СПб.: Изд-во «Студия «НП-Принт», 2013.

3 Рогова И.Н. Теоретические и практические предпосылки развития операционного менеджмента как самостоятельного развития менеджмента // Журнал правовых и экономических исследований. 2015. № 1. С. 153-160.

4 Колобова Е.Ю. Методика анализа конкурентоспособности хозяйствующих субъектов кинопоказа // Петербургский экономический журнал. 2015. № 2. С. 74-80.

5 Азарова В.В. Частные и общие стратегии как разноуровневые составляющие системы стратегического планирования развития субъектов хозяйствования сферы услуг // Вестник Орловского государственного университета. Серия: Новые гуманитарные исследования. 2015. № 3(44). С. 284-286.

REFERENCES

1 Krolivetskii E.N., Lebedev V.V. Interaction analysis of the forms of educational institutions of additional education. *Vestnik Chuvashskogo universiteta*. [Bulletin of the University of Chuvashia], 2012, no. 4, pp.396-399. (In Russ.).

2 Evmenov A.D., Krolivetskii E.N., Morschagina N.A. Sovershenstvovanie technologii upravleniya telekommunikatsionnimi predpriatiami [Improved control technology socio-economic development of economic entities sphere of telecommunications services]. Saint-Petersburg, NP-Print, 2013. (In Russ.).

3 Rogova I.N. Theoretical and practical implications of the development of operational management as an independent management development. *Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy* [Journal of legal and economical sciences], 2015, no. 1, pp.153-160. (In Russ.).

4 Kolobova E.Yu. Methods of analysis of competitiveness of business entities cinema. *Peterburgskii ekonomicheskii zhurnal*. [Petersburg Economic Journal], 2015, no. 2, pp. 74-80. (In Russ.).

5 Azarova V.V. Private and common strategies as the different levels of the system components of the strategic planning of development of economic entities of services. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Novie gumanitarnie issledovania*. [Herald of Oryol State University. Series: New humanitarian research], 2015, no. 3(33), pp. 284-286. (In Russ.).

УДК 332.146.2

Доцент Н.В. Полянская, студент Е.А. Ухтверова
(Самарский государственный экономический университет) кафедра региональной экономики,
государственного и муниципального управления. тел. (846) 933-88-41
E-mail: polynskova@mail.ru

Associate professor N.V. Polyanskova, student E.A. Ukhtverova
(Samara State University of Economics) Department of regional economy, state and municipal
management. phone (846) 933-88-41
E-mail: polynskova@mail.ru

Государственно-частное партнерство в социально-экономическом развитии музеев: неиспользованный ресурс модернизации

Public-private partnership in socioeconomic development of the museums: unused modernization resource

Реферат. Государственно-частное партнерство практически во всех развитых и развивающихся странах мира признано эффективным механизмом реализации социально-экономических задач общества и государства. Наиболее популярно использование данного экономического инструмента взаимодействия власти и бизнеса в таких сферах как создание и модернизация инфраструктурных объектов, транспортная инфраструктура, дорожное строительство, коммунальное хозяйство (ЖКХ), оборонно-промышленный комплекс, рекреационная инфраструктура. Для каждого из названных направлений разработано большое количество научной, учебной, рекомендательной, справочной и прочей литературы отечественных и зарубежных авторов, разработаны и отточены различные модели реализации проектов государственно-частного партнерства. К сожалению, сфере культуры не уделено должного внимания. Государственно-частное и муниципально-частное партнерства на практике вполне успешно используются для повышения эффективности деятельности учреждений и объектов культуры, но данный положительный опыт не систематизирован и нигде не закреплён, также не разработана концептуальная модель ГЧП-проектов в культуре. Таким образом, цель исследования – разработка проектных инициатив и предложений по модернизации сферы культуры на основе инструментов государственно-частного партнерства. Предметом исследования выступают совокупность управленческих, экономических и правовых отношений, возникающих в процессе реализации проектов в сфере культуры Самарской области на основе государственно-частного партнерства. В данной статье представлены результаты изучения государственно-частного партнерства как не задействованного ресурса модернизации сферы культуры и разработанная авторами модель государственно-частного партнерства для проектов в данной сфере.

Summary. Public-private partnership practically in all developed and developing countries of the world is recognized as the effective mechanism of social and economic tasks realization of society and state. The most popular use of the economic cooperation tools between business and government in areas such as the creation and modernization of infrastructure, transport infrastructure, road construction, municipal services (housing and communal services), the military-industrial complex, less social infrastructure. A large number of scientific, educational, recommendatory, reference and other books of domestic and foreign authors is developed for each of the called directions, various models of projects implementation of public-private partnership are developed and perfected. Unfortunately, to the sphere of culture it isn't paid due attention. State-private and municipal and private partnership in practice are quite successfully used for increase of efficiency of activity of establishments and objects of culture, but this positive experience isn't systematized and not fixed anywhere, the conceptual model of public-private partnership projects in culture is also not developed. Thus, a research objective is to design initiatives development and offers on modernization of the culture sphere on the basis of instruments of public-private partnership. The subject of the study is a set of administrative, economic and legal relations arising in the implementation of projects in the sphere of the Samara region culture on the basis of public-private partnerships. This article presents the results of a public-private partnerships study as uninvolved resource of the culture sphere modernization and the public-private partnership model developed by authors for projects in this sphere.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, музей, модель, механизм государственно-частного партнерства, Самарская область, экономическая эффективность, модернизация, культура.

Keywords: public-private partnership, museum, model, public-private partnership mechanism, Samara region, economic efficiency, modernization, culture.

Государственно-частное партнерство с различным успехом развивается во многих странах мира, это универсальный и в то же время эффективный механизм, когда в условиях дефицита бюджетных средств органы власти государств успешно решают стратегические задачи социально-экономического развития. В связи с этим особенно актуальным становится вопрос использования государственно-

но-частного партнерства и в сфере культуры. Вполне логично и оправдано в сложной экономической ситуации рассматривать вопрос о культуре. Ведь не случайно великий русский историк Василий Ключевский утверждал, что экономическому и политическому возрождению народа всегда должно предшествовать духовное, нравственное [1].

© Полянская Н.В., Ухтверова Е.А., 2015

Актуальность и практическая значимость изучения данного вопроса в России вытекает еще из нескольких аспектов.

Во-первых, наблюдается явный интерес органов государственной власти к развитию культуры через механизмы государственно-частного партнерства, например, выступление Президента России В.В. Путина, Председателя Совета Федерации В.И. Матвиенко, Губернатора Московской области А.Ю. Воробьева на совместном заседании Госсовета и Совета по культуре и искусству в Кремле [2].

Во-вторых, имеет место тенденция снижения расходов федерального бюджета на культуру (в 2005 году 2,5% от общего объема расходной части федерального бюджета, в 2011 году - 0,75%, в 2013 году - 1,30% и 0,71% в 2014 году). На основании этого работники культуры и искусства должны сами понимать, что возникла острая необходимость привлекать к реализации проектов в своей отрасли дополнительное финансирование, совместно с экономистами, органами власти и представителями бизнеса нужно разрабатывать модели государственно-частного партнерства, учитывающие интересы всех сторон и специфику данной отрасли. Год культуры (2014 г.) закончился, но это не повод опускать руки и ждать подачек исключительно от государства.

Таким образом, актуальность темы исследования связана со значительным распространением исследуемого явления и заключается в необходимости разработки рекомендаций по совершенствованию работы в рассматриваемой области.

В процессе исследования использовались методы системного и сравнительного анализа, анализ нормативно-правовой базы, зарубежной и отечественной литературы, статистический анализ, расчетно-конструктивный, экономическо-математический, графическое моделирование, метод табличной визуализации и интерпретации данных и другие, совокупность которых обеспечила комплексный подход к изучению проблемы.

Сегодня государственно-частное партнерство (далее ГЧП) находится на пике своей популярности и выступает в роли «спасательного круга» для многих сфер нашей жизни, остро нуждающихся в дополнительном финансировании помимо бюджетных средств. Практически все стратегии и программы развития любой отрасли, региона и страны включают в себя рекомендации либо указания к обязательному применению механизмов ГЧП в реализации крупных проектов.

Например, в Бюджетном послании «О бюджетной политике в 2014 - 2016 годах» одним из основных резервов оптимизации структуры расходов федерального бюджета четко указано «активное использование механизмов ГЧП, позволяющих привлечь инвестиции и услуги частных компаний для решения государственных задач». [3] Специалисты, ученые, органы государственной и муниципальной власти в последние 10 лет неустанно советуют, предписывают и пытаются внедрить использование ГЧП при реализации различных крупномасштабных проектов, но при этом не дают четких определений о том, что это за механизм и какие формы взаимодействия публичной власти и частного сектора можно к нему отнести. Федеральное законодательство очень далеко не только от идеального состояния, но и от нормального, при котором можно было бы работать, вести совместные проекты и при этом оставаться в рамках ГЧП, не бояться ущемления своих интересов [4].

В данной работе за основополагающее будет принято определение Министерства культуры РФ, так как оно наиболее полно соответствует тематике и специфике настоящего исследования. Данная дефиниция, учитывающая возможные риски сторон, предложена в исследовании ООО «Центр развития правовых технологий» по заказу Министерства культуры РФ и определена как *«юридически оформленное на определенный срок взаимовыгодное сотрудничество органов и организаций государства (публичной власти) и частных физических и юридических лиц в отношении объектов, находящихся в сфере непосредственного государственного интереса и контроля, предполагающее распределение рисков между сторонами, основанное на принципах равенства сторон, в целях имеющих важное общественно-государственное значение»* [5, с.8-9].

Как и с понятием ГЧП, в определении конкретных форм ГЧП нет единого мнения. В различных странах наблюдается некоторая разнородность в подходах к выделению форм ГЧП и их классификации. Это зависит от институциональных условий, степени развитости экономики в государстве и прочих аспектов.

Более рациональным будет рассмотреть российскую классификацию форм ГЧП и в частности разновидности механизма ГЧП в сфере культуры, согласно тематике данного исследования.

Несмотря на то, что предпосылки для использования механизмов ГЧП в сфере культуры становятся все очевиднее, позитивных примеров применения форм ГЧП в культуре в России крайне мало, и они пока еще не столь эффективны как за рубежом. Прежде всего, необходимо определиться какая отрасль культуры наиболее остро нуждается во внедрении механизма ГЧП и в какой отрасли данный процесс будет наиболее эффективен.

Статья 4 «Основ законодательства РФ о культуре» №3612-1 к основным объектам и сферам культуры относит памятники истории и культуры; художественную литературу, кинематографию, архитектуру и дизайн, другие виды и жанры искусства; художественные народные промыслы и ремесла; музейное дело и коллекционирование; книгоиздание и библиотечное дело, архивное дело; телевидение, радио; производство материалов, оборудования и других средств, необходимых для сохранения, создания, распространения и освоения культурных ценностей и иная деятельность, в результате которой сохраняются, создаются, распространяются и осваиваются культурные ценности [6]. Таким образом, в качестве области применения механизма ГЧП выделим музеи, театры, библиотеки, объекты культурного наследия и так называемые иные объекты сферы культуры.

Министерство культуры совместно с ООО «Центр развития правовых технологий» предлагают следующие формы ГЧП в сфере культуры [5, с.18]:

- приватизация недвижимых объектов культурного наследия;
- аренда и безвозмездное пользование объектом культуры;
- безвозмездная передача в собственность объектов культурного наследия;
- доверительное управление объектами культуры;
- концессия;
- аутсорсинг (выполнение работ и оказание услуг);
- инвестиционные соглашения.

Приведенные формы ГЧП говорят сами за себя, поэтому не будем подробно останавливаться на их расшифровке.

Хотелось бы также добавить в этот ряд *КЖЦ или концессионное соглашение с "платой концедента" (availability payment concession).*

КЖЦ предполагает плату частному партнеру из бюджета за эксплуатационную готовность на протяжении всего срока проекта. При этом объект по-прежнему находится в государственной или муниципальной собственности, а концессионеру передаются права владения и пользования объектом, права аренды на земельные участки. Фактически публичный партнер (концедент) берет на себя обязанности по возмещению инвестору 100% гарантированного платежа на протяжении всего срока соглашения за соответствие объекта функциональным и техническим характеристикам. Публичный партнер обеспечивает предоставление услуг населению. Сбор платы с пользователей происходит в пользу бюджета [7].

Аренда может активно использоваться при осуществлении ГЧП в отношении музеев и библиотек. В соответствии с Федеральным законом «О Музейном фонде Российской Федерации и музеях в Российской Федерации» в случае сдачи в аренду недвижимого имущества, закрепленного за государственными музеями на праве оперативного управления, арендные платежи остаются в распоряжении музея и направляются исключительно на поддержание технического состояния данного недвижимого имущества.

Обязательным условием заключения договора безвозмездного же пользования объектом культурного наследия, также как и договора аренды указанного объекта, является охранное обязательство пользователя объекта культурного наследия.

Одним словом, формы ГЧП могут значительно варьироваться и одновременно содержать общие черты, но при этом основным условием во всех перечисленных в данном разделе формах является обязательное соблюдение сохранности объектов культуры и по возможности использование их по своему прямому назначению.

Рассмотрим наиболее яркие и успешные примеры проектов ГЧП в сфере культуры, ориентируясь на основные формы, выделенные в исследовании Министерства культуры РФ.

Лидерами в области ГЧП являются Великобритания, США, Франция и Германия, где основной формой партнерства выступают концессионные соглашения и договора. В сфере культуры одними из самых успешных можно признать следующие проекты (рисунок 1).



Рисунок 1. Лучшие мировые проекты ГЧП в сфере культуры [5, с.40-43]

Тадж-Махал и Колонна Победы находятся в государственной собственности, но текущий ремонт и прочие мелкие операции возложены на частный бизнес. Нагасакский культурно-исторический музей находится в муниципальной собственности, но власти г. Нагасаки заключили договор сроком на 5 лет, в соответствии с которым муниципалитет берет на себя расходы на заработную плату, общий менеджмент и научные исследования, а частная сторона покрывает расходы на содержание постоянных экспозиций, музейный магазин, рекламу и пр. Причем муниципалитет выполняет свои финансовые обязательства за счет бюджетных средств, а частная компания – за счет продажи входных билетов, увеличение доходов идет в прибыль этой компании.

Арендатор Дворца Бельведер обязан осуществлять текущий, капитальный ремонт и эксплуатацию. Взамен арендатор получает прибыль за счет потока туристов, сдачи в субаренду объекта культуры для проведения различных торжеств и т.д.

Для строительства нового концертного зала Монреальского симфонического оркестра было принято решение использовать концессионное соглашение. Согласно соглашению частная компания обязана построить объект и взять его под свое управление на 27 лет (*элементы другой формы ГЧП*), Министерство культуры в свою очередь обязано частной стороне соглашения на протяжении этих 27 лет

осуществлять ежегодные платежи. Частной компании также предоставили право на доходы от продажи билетов, использования концертного зала, гардероба, на доходы от деятельности баров в течение 27 лет.

Музей префектуры в г. Симанэ отдал на аутсорсинг частной фирме рекламу, делопроизводство и финансовый менеджмент музея [5, с.40-43].

Перейдем к отечественной практике применения механизмов ГЧП в сфере культуры. В Воронежской области пользуются несколькими формами ГЧП в сфере культуры: ГЧП в проектной деятельности, договор о совместной деятельности, аренда, аутсорсинг. *ГЧП в проектной деятельности* представлено музейными и библиотечными проектами, осуществленными совместно с благотворительными фондами, грантами в рамках конкурсов. В рамках *договора о совместной деятельности* здание Дома офицеров, находящееся в муниципальной собственности, удалось реконструировать лишь с привлечением стороннего общественного фонда. Договор между муниципальной властью и фондом предусматривает возможность совместного целевого использования обновленного здания. *Договор аренды* как форма ГЧП позволил модернизировать и вывести на самофинансирование парк культуры и отдыха в одном из городов Воронежской области. *Аутсорсинг* был применен в отношении охранников ранее упомянутого Дома офицеров [8]. Наиболее ярким и освещенным с СМИ примером ГЧП в форме *доверительного управления* управляющей компанией является проект создания Музейного комплекса «Коломенская пастила. История со вкусом» в Московской области. Инициатором данного проекта выступило ООО Инновационное предприятие «Внедрение технологий современности», а партнерами ГАУК Московской области «Центр культурных инициатив» и венчурный Фонд региональных социальных программ «Наше будущее».

Можно привести еще достаточное количество зарубежных и российских примеров успешной реализации ГЧП-проектов в сфере культуры, чтобы подчеркнуть актуальность и эффективность применения данного механизма. Стоит лишь предложить понятную государству и бизнесу схему такого взаимодействия, как оно «проникнет» в деятельность музеев, памятников истории и культуры, библиотек и прочих объектов культурной отрасли. Внедрение механизма ГЧП в сферу культуры несёт в себе научную новизну. Реализованные

единичные пилотные проекты ГЧП в культуре, Российской Федерации и в мире, научно не обобщены и не систематизированы. Безусловно, требуется разработка методических и организационных подходов для эффективного использования в практике государственного и муниципального управления культурой различных форм и моделей ГЧП.

В связи с отмеченными приоритетными направлениями в данной работе рекомендуются следующие формы ГЧП в культуре Самарской области (рисунок 2).



Рисунок 2. Перспективные формы государственно-частного партнерства в культуре Самарской области

Самарская область примечательна тем, что согласно исследованию Центра развития ГЧП при поддержке Минэкономразвития РФ на 2014 год в Самарской области было реализовано 6 региональных концессионных проектов, причем, все эти проекты принадлежат социальной отрасли региона. Больше на 2 концессионных проекта реализуется только в Республике Башкортостан [9]. Министерство экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области наделено полномочиями по подготовке, сопровождению, координации и мониторингу проектов государственно-частного партнерства.

Взаимодействие по подготовке проектов государственно-частного партнерства между всеми заинтересованными органами исполнительной власти Самарской области,

органами местного самоуправления, государственными учреждениями и потенциальными инвесторами регламентировано в Постановлении Правительства Самарской области «О мерах по развитию государственно-частного партнерства на территории Самарской области».

Механизм подготовки и реализации проектов ГЧП в Самарской области представлен на рисунке 3.

Министерством экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области разработаны 7 типовых форм реализации проектов ГЧП и типовая «дорожная карта», включающая, в том числе, пошаговые действия по выделению земельного участка для реализации проектов ГЧП. При реализации проектов используется механизм проведения конкурсных процедур на право заключения концессионного соглашения или соглашения о государственно-частном партнерстве. Несмотря на наличие разработанных типовых шаблонов, каждый проект требует индивидуального подхода и структурирования с выявлением возможных рисков и средств их минимизации. С целью проведения данной работы формируется межведомственная рабочая группа по сопровождению инвестиционного проекта, состав которой устанавливается в соответствии с его отраслевой и территориальной принадлежностью.

В то же время, к основным проблемам реализации механизма ГЧП в культуре Самарской области можно отнести следующие:

1) механизмы ГЧП до сих пор законодательно не проработаны должным образом на федеральном уровне (отсутствует единый ФЗ). В региональном законодательстве относительно ГЧП есть определенные пробелы. В частности, необходима ясная юридическая позиция относительно собственности, структуры налогообложения и регулирования потенциальных конфликтов интересов. Оно должно также установить приемлемую структуру для принятия государственным сектором связанных с риском обязанностей;

2) отсутствие соответствующей квалификации государственных и муниципальных служащих для эффективного функционирования системы ГЧП;

3) сложность и непрозрачность, конкурсных процедур доступа участников рынка к механизмам ГЧП;

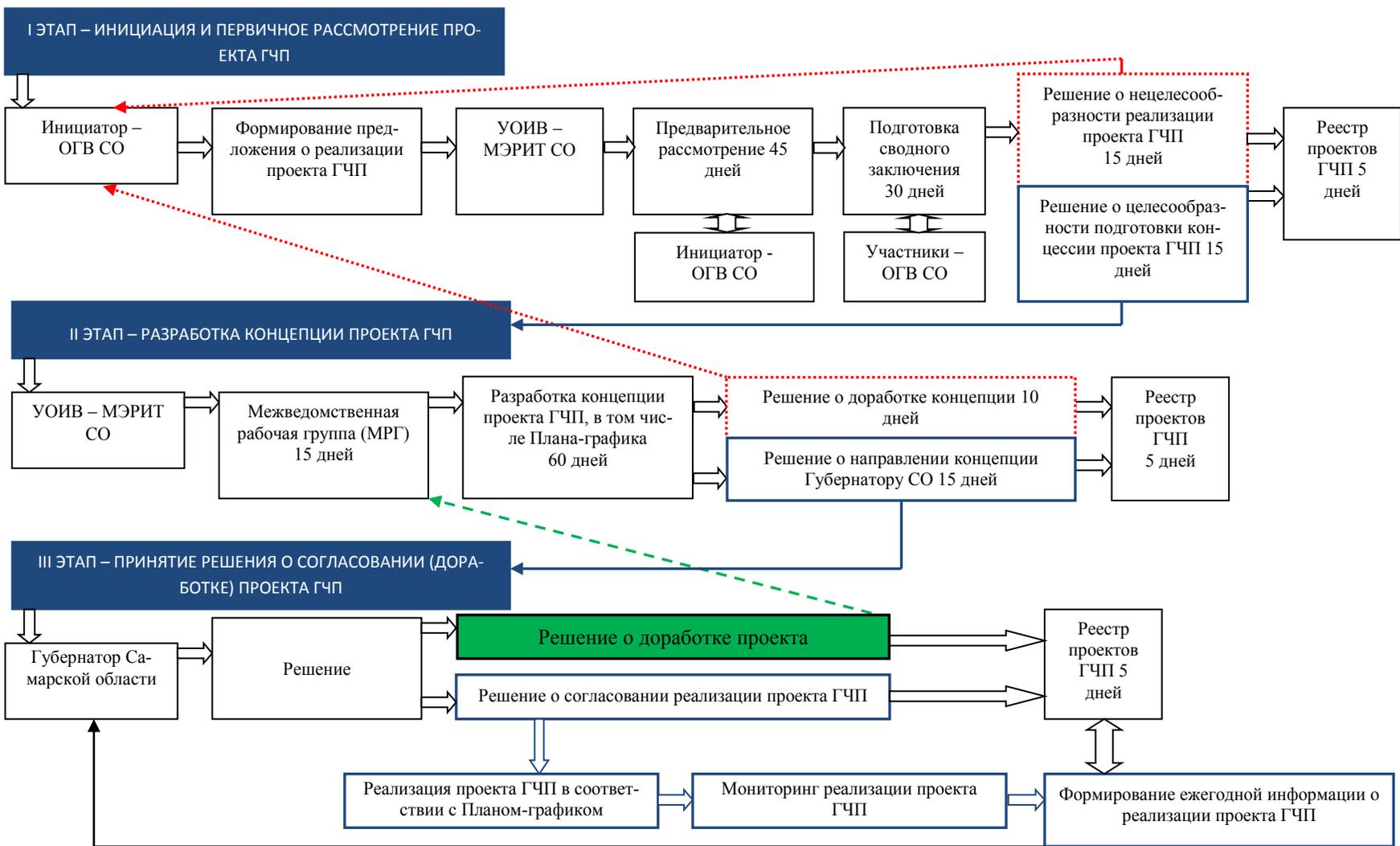


Рисунок 3. Механизм подготовки и реализации проектов ГЧП в Самарской области

4) отсутствие адекватных методов контроля и оценки эффективности бюджетного инвестирования в объекты государственно-частного партнёрства, затрудняет участие государства в подобных проектах;

5) сложность и забюрократизированность отчетности учреждений культуры, отсутствие стимулов для бизнеса принимать участие в поддержке культуры и невовлеченность частных культурных проектов в диалог с государством.

Решение перечисленных выше проблем необходимо предусмотреть органам государственной и муниципальной власти, всем заинтересованным структурам при профессиональной корректировке концептуальной модели ГЧП для реализации проектов в сфере культуры Самарской области, предлагаемой в данной работе (рисунок 4).

Применение в культуре любой из форм государственно-частного партнерства, даже таких, при которых финансовых вложений со стороны частного партнера не предполагается, позволит снизить бюджетные расходы на культуру, в том числе за счет оптимизации расходов учреждений культуры.

Совместная работа представителей органов власти и предпринимательского сообщества с деятелями науки и культуры по выработке форм и моделей сотрудничества, направлений развития ГЧП и культурных индустрий послужит основой для развития инноваций в сфере культуры, что в конечном итоге принесет положительные результаты в деле сохранения культурного наследия для будущих поколений и повышения качества жизни наших современников.

Достижение стратегического видения развития музейной деятельности в РФ невозможно без комплексного финансирования проектов со стороны государства, совершенствования материально-технической базы, внедрения электронного документооборота, повышения уровня доходов работников культурной сферы, создания правовых контуров для расширения ГЧП в данной области. В то же время в России существует такая острая управленческая проблема, как отсутствие опыта реализации и управления такими проектами, нехватка квалифицированных специалистов в области ГЧП.

Так, для более качественного выполнения своих функций в рамках ГЧП органам публичной власти следует выработать методологию реализации проектов ГЧП, определить промежуточные задачи, которые должны быть выполнены при их реализации, а также организации, ответственные за каждую из таких задач.

Экспертный опрос, проведенный Торгово-промышленной палатой РФ совместно с Центром развития ГЧП среди представителей крупных инфраструктурных компаний, позволил получить следующие выводы относительно процесса подготовки и реализации ГЧП-проектов [10]:

- механизм взаимодействия государственного и частного партнеров не отлажен;
- отсутствует единая методология реализации проектов ГЧП;
- необходимо разработать и постоянно совершенствовать единые (типовые) механизмы отбора частных партнеров для реализации проектов ГЧП.

Из предложенных экспертами решений стоит выделить внедрение системы «одного окна» и унификацию конкурсной документации, носящей рекомендательный характер. Одним из воплощений системы «одного окна» может стать возложение на единый орган функций взаимодействия с частными партнерами по вопросам ГЧП. Таким образом, можно решить проблему с коррумпированностью органов государственной и муниципальной власти, обеспечивающих доступ к проектам, проблему с огромным количеством инстанций, согласовывающих проектную документацию и, зачастую, предъявляющих противоречивые требования к проекту. Также усиление ответственности органа, который отвечает за систему «одного окна», позволит улучшить систему конкурсного отбора проектов, что приведет к повышению качества отобранных проектов. Но в то же время наряду с описанным принципом централизации должен быть применен принцип и децентрализации по отношению к отраслевым, специфичным проектам. Полномочия по заключению концессионных отношений, например, в сфере ЖКХ, дорожного хозяйства, культуры должны перейти к отраслевым органам исполнительной власти.

ЧАСТНЫЙ БИЗНЕС



Рисунок 4. Концептуальная модель реализации ГЧП-проектов в культуре

Таким образом, практическая значимость результата выражается в том, что разработка моделей государственно-частного партнерства и рекомендаций для реализации инвестиционных проектов в сфере культуры Самарской области способны обеспечить каждому другому региону социально-экономический рост, привлечение инвестиций, создание новых рабочих мест. В свою очередь, развитая социальная инфраструктура значительно повышает инвестиционную привлекательность

региона, создает основу для реализации различных проектов и, как следствие, устойчивого роста доходов региональных бюджетов и повышения уровня культурного развития населения области.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (грант № 14-02-00127а «Социоэкономическая роль музеев муниципальных районов в нравственно-патриотическом воспитании молодежи»)

ЛИТЕРАТУРА

1 Матвиенко В. Культура – матрица нации [Электронный ресурс] // "Российская газета". Федеральный выпуск №6563 (291). – 2014. Режим доступа: <http://www.rg.ru/2014/12/22/kultura.html>.

2 Совместное заседание Госсовета и Совета по культуре и искусству [Электронный ресурс]: стенограмма от 24 декабря 2014 г. Москва. Режим доступа: <http://kremlin.ru/news/47324#sel>.

3 Бюджетное Послание Президента Российской Федерации о бюджетной политике в 2014–2016 годах от 13 июня 2013 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/18332>.

4 Об основах государственно-частного партнерства, муниципально-частного партнерства в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (Об основах государственно-частного партнерства в Российской Федерации) [Электронный ресурс]: проект федер. закона № 238827-6 от 10.06.2014 г. Режим доступа: <http://asozd2.duma.gov.ru/main.nsf/%28SpravkaNew%29?OpenAgent&RN=238827-6&02>.

5 Министерство культуры РФ Исследование по теме: «Предпосылки использования механизмов государственно-частного партнерства в сфере культуры». М.: ООО «Центр развития правовых технологий», 2011.

6 «Основы законодательства Российской Федерации о культуре» (утв. ВС РФ 09.10.1992 N 3612-1) (ред. от 21.07.2014, с изм. от 01.12.2014) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2015) [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165970/.

7 Мелешко Е. Бизнес готов инвестировать в социальную инфраструктуру [Электронный ресурс] // "Российская Бизнес-газета" - Государственно-частное партнерство. 2014. №965 (36). Режим доступа: <http://www.rg.ru/2014/09/16/ivesticii.html>.

8 Ильина Г.В. Решение проблем по улучшению материально-технического обеспечения муниципальных учреждений культуры Борисоглебского городского округа через механизм государственно-частного партнерства. Материалы к выступлению начальника отдела культуры, спорта и молодежной политики администрации Борисоглебского городского округа Ильиной Г.В. на коллегии департамента культуры и архивного дела Воронежской области, 2012.

9 Селезнева П. Л. Практика применения концессионных соглашений для развития региональной инфраструктуры в Российской Федерации. М.: Центр развития государственно-частного партнерства, 2015.

10 Оценка развития ГЧП в России. Мнение бизнеса: отчет по результатам исследования [Электронный ресурс]. М.: НП «Центр развития ГЧП», 2013. Режим доступа: <http://pppcenter.ru/assets/files/presentations/Opros.pdf>.

REFERENCES

1 Matvienko V. Culture is the matrix of the nation resource. *Rossiyskaya Gazeta*. [Russian journal], 2014, no. 6563 (291). Available at: <http://www.rg.ru/2014/12/22/kultura.html>. (In Russ.).

2 Sovmestnoe zasedanie Gossoveta i Soveta po kul'ture i iskusstvu [Joint meeting of state Council and Council for culture and the arts [Electronic resource]: transcript of December 24, 2014], Moscow. Available at: <http://kremlin.ru/news/47324#sel>. (In Russ.).

3 Byudzhethnoe poslanie Prezidenta RF o byudzhethnoi politike 2014-2016 [Budget Message of the President of the Russian Federation on budget policy in 2014-2016 dated 13 June 2013]. Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/18332>. (In Russ.).

4 Ob osnovakh gosudarstvenno-chastnogo partnerstva, munitsipel'no-chastnogo partnerstva v RF i vnesenii izmenenii v zakonodatel'nye akty RF [On the basis of state-private partnership, municipal-private partnership in the Russian Federation and introducing amendments to certain legislative acts of

the Russian Federation (On the basis of state-private partnership in the Russian Federation). Feder. law No. 238827-6 from 10.06.2014]. Available at: <http://asozd2.duma.gov.ru/main.nsf/%28SpravkaNew%29?OpenAgent&RN=238827-6&02>. (In Russ.).

5 Predposylki ispol'zovaniya mekhanizmov gosudarstvenno-chastnogo partnerstva v sfere kul'tury [Ministry of culture of the Russian Federation Study on the topic: "preconditions for the use of public-private partnership in the sphere of culture"]. Moscow, OOO "Center for legal technologies development", 2011. (In Russ.).

6 Osnovy zakonodate'stva RF o kul'ture ["Bases of the legislation of the Russian Federation on culture" (approved. The armed forces 09.10.1992 N 3612-1) (as amended on 21.07.2014, with am. from 01.12.2014) (from CH. and EXT., Preface. in force from 01.01.2015) reference legal system "ConsultantPlus"]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165970/. (In Russ.).

7 Meleshko E. Biznes gotov investirovat' v sotsial'nyuyu infrastrukturu [Business is ready to invest in social infrastructure. Russian Business newspaper - Public-private partnership], 2014, no. 965 (36). Available at: <http://www.rg.ru/2014/09/16/ivesticii.html>. (In Russ.).

8 Ilina G.V. reshenie problem po uluchsheniyu material'no-tekhnicheskogo obespecheniya munitsipal'nykh uchrezhdenii kul'tury Borisoglebskogo gorodskogo okruga [Solution of problems on improvement of material and technical supply of the municipal cultural institutions of Borisoglebsky city district through the mechanism of public-private partnership. Materials to the speech of the head of Department of culture, sports and youth policy of administration of Borisoglebsky city district Ilina G. V. on the Board of the Department of culture and archival Affairs of Voronezh region], 2012. (In Russ.).

9 Seleznev P. L. Praktika primeneniya kontsessionnykh soglashenii dlya razvitiya regional'noi infrastruktury RF [Practice broad-spectrum drug of concession agreements for regional infrastructure development in the Russian Federation]. Moscow, Center for development of public-private partnership, 2015. (In Russ.).

10 Otsenka razvitiya GChP v Rossii [Assessment of PPP development in Russia. Business opinion: a report on the results of the research]. Moscow, NP "Center for PPP development", 2013. Available at: <http://pppcenter.ru/assets/files/presentations/Opros.pdf>. (In Russ.).

Доцент Г.С. Армашова-Тельник

(ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения») кафедра информационных технологий предпринимательства.

тел. +79117386337

E-mail: atgs@yandex.ru

Associate professor G.S. Armashova-Tel'nik

(Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation") Department of Information Technology Business.

phone +79117386337

E-mail: atgs@yandex.ru

Роль социального партнерства в системе социально-трудовых отношений

The role of social partnership in the system of social and labor relations

Реферат. Формирование и использование в текущей деятельности и долгосрочном развитии хозяйствующих субъектов эффективного инструментария в процессе управления предусматривает рассмотрение модели социального партнерства в России как механизма достижения баланса интересов между субъектами социально-трудовых отношений, что актуализирует данную тему. Структура статьи последовательно сформирована с учетом причинно-следственных взаимосвязей рассматриваемых аспектов и ориентирована на целевые ориентиры, выявление негативных факторов и тенденций, и последующих вариантов их устранения с целью повышения результативности производственными процессами субъекта хозяйствования и усиления эффекта воспроизводства квалифицированных кадров. Расширение функциональных позиций российской модели социального партнерства является в настоящее время одним из эффективных направлений, деятельность в котором предполагает выработку и реализацию решений для успешного регулирования социально-трудовых отношений субъектов трудовой сферы, создает условия для повышения статуса структур социального партнерства и их деятельности как в сфере труда, так и в сферах экономики, политики на государственном уровне, что, в свою очередь, выступает обеспечивающим реализацию ключевых социально-экономических интересов субъектов сферы труда фактором. Вклад автора в развитие данной проблематики исследования заключается в выработке направлений по усилению позиций российской модели социального партнерства посредством применения модернизации структуры социального партнерства и устранению недостатков в процессе его функционирования.

Summary. Formation and use in current operations and long-term development of economic entities effective tool in the management process includes consideration of the model of social partnership in Russia as a mechanism to achieve a balance of interests between the subjects of social and labor relations, which are updated by the subject. The structure of the article series is formed based on cause-and-effect relationships contemplated aspects, based on the targets, identifying negative factors and trends, and future options for addressing them, aimed at improving the efficiency of production processes of a business entity and enhance the effect of reproduction of qualified personnel. Extension of functional positions of the Russian model of social partnership is currently one of the most effective areas of activities which involves development and implementation of solutions for the successful regulation of social and labor relations of subjects of labor sphere, it creates the conditions for raising the status of social partnership structures and their activities in the field of labor and in the fields of economy, politics at the state level, which in turn acts as ensuring the implementation of key socio-economic sphere of interests of labor factor. Authors' contributions to the development of this problem is to develop the research areas to strengthen the position of the Russian model of social partnership by applying the modernization of the structure of social partnership and address deficiencies in its operation.

Ключевые слова: модель социального партнерства, планируемые уровни эффективности, социально-экономические интересы, социально-трудовые отношения

Keywords: model of social partnership, expected levels of performance and socio-economic interests, social and labor relations.

В современных экономических условиях ключевым механизмом социального развития субъекта хозяйствования является реализация мероприятий в рамках рационального функционирования ее социальной инфраструктуры, направленных на достижение целенаправленного обеспечения оптимальных условий для формирования и развития трудового коллектива. При этом осуществляется расширение воспроизводства человеческого потенциала,

сберегающее и эффективное использование человеческого капитала, повышаются социальное благополучие, уровень и качество жизни, общественная и личная безопасность, общая результативность социальной деятельности организации, что достигается посредством результативного функционирования системы социального партнерства.

Реализация политики социального партнерства не ограничивается только сферой отношений, она непосредственно связана с участием в процессе общественных объединений, представляющих интересы различных социальных групп, слоев, органов государственной власти, местного самоуправления, принятием и выполнением договоров и соглашений, экономических и политических решений [4].

В современном российском обществе модель социального партнерства представляет собой многоуровневую, сложную конструкцию, включающую в себя широкий документационный спектр актов, положений, договоров, посредством которых реализуется регулирование всех аспектов социально – трудовых отношений субъектов различных уровней. Выработка единой, взаимовыгодной, согласованной позиции в части обеспечения защиты социально-экономических интересов субъектов (работников, работодателей, органов государственной, муниципальной власти), позволяет последним достичь необходимого баланса в рамках осуществления своей деятельности. Для предпринимателя – это стабилизация и прирост экономических показателей от деятельности, для работника – реализация личных интересов, посредством получения заработной платы, для органов государственной, муниципальной власти – исполнение принципов социального правового государства, гражданского демократического общества.

Непосредственно управление социальной составляющей в деятельности предприятия осуществляется либо собственным руководством, либо уполномоченными на то специалистами, либо автономными подразделениями, включенными в структуру управления персоналом, службы социального назначения. Фактически, на предприятиях с рационально функционирующей социальной составляющей, формирование, развитие и осуществление целевых социальных программ представляет собой обособленный и специализированный процесс, при эффективной реализации которого система взаимоотношений между субъектами (работники, работодатели, органы государственной, муниципальной власти) обеспечивает согласование интересов работников и работодателей по вопросам регулирования трудовых отношений и иных, непосредственно связанных с ними отношений, согласно ст. 23-55, Трудового кодекса Российской Федерации.

Рассматривая содержательную сущность социального партнерства и степень значимости его влияния на производственную эффективность, такие ученые как А.К. Гастев и П.М. Керженцев, Н.А. Витке в своих трудах обосновали

влияние человеческого фактора на результаты деятельности предприятия в целом, взаимосвязь роста результативности производства и оптимизации процесса воспроизводства качественных трудовых ресурсов, путем развития навыков, опыта работников, профессиональной подготовки, общей культуры сознательного отношения к делу, а также, повышения степени удовлетворенности работой, формированием в рабочем коллективе благоприятной социально-психологической атмосферы. Ученые Ю.Г. Одегов, Г.Г. Руденко, Н.Г. Митрофанов в своих работах рассматривают систему социального партнерства как «особый институт гражданского общества, основанный на признании необходимости и ценности всех социальных групп, образующих структуру общества, безотносительно к их численности и социальному статусу, и их права отстаивать и практически реализовывать их интересы» [2]. В рамках Концепции формирования и эффективного функционирования системы социального партнерства в России, социальное партнерство выступает как «способ интеграции интересов различных социальных слоев и групп, разрешения возникающих между ними противоречий посредством достижения согласования и взаимопомощи, отказа от конфронтации и насилия».

В процессе формирования идеи социального партнерства, постепенного перехода от позиции «соперничества» между субъектами к позиции «сотрудничества, партнерства», сформировались основные целевые направления, реализации программ в системе социального партнерства, такие как: обеспечение устойчивого эволюционного развития общества, согласование и защита интересов различных социальных слоев, групп и классов, содействие решению актуальных экономических политических задач; укрепление демократии; стабильность, формирование социального правового государства, гражданского общества, что осуществимо достижением высоких показателей по двум основным параметрам: уровня жизни большей части населения страны и непосредственно дифференциации доходов, путем определения децильного коэффициента.

Показатель децильного коэффициента, как инструмент экономической статистики, демонстрирует степень расслоения общества, превышение которого отметки 10 иллюстрирует социально опасную ситуацию в обществе. То есть, низкий уровень жизни среднечисленной массы населения предполагает высокую степень различия между материально обеспеченными и немощными слоями населения, что способствует к популяризации идей о переделе собственности и

призывам свершения соответствующих практических действий. Однако, при доминирующих социальных традициях высокие показатели децильного коэффициента не представляют социальной угрозы для общества (например, США, показатель децильного коэффициента на 2014 г достиг отметки 14). По данным *rasinwest.statistika, russiancouncil.ru, EREPORT.RU* на 2011 показатель децильного коэффициента в России был 16,4, в 2014 году – 19 в России, в Скандинавских странах – 4, в странах Европы – 6, в Японии и Северной Африке – 6, в США – 14 [9].

Отметим, что необходимо принимать во внимание особенности российской ментальности, а также ориентацию статистических исследований экономического состояния населения, когда используется методика, изучающая общую стоимость потребительской корзины, и рассматривает ряд основных признаков дохода, таких как возможность/невозможность обеспечения себе достаточного питания, получения медицинских услуг, достойных жилищных условий. Таким образом, можно констатировать, что в настоящее время сохраняется достаточно значительный разрыв между доходами различных слоев населения, что обуславливает необходимость применения политического, экономического, социального инструментария для урегулирования и выравнивания реальной ситуации, в том числе посредством эффективного функционирования системы социального партнерства.

Исходя из основной целевой ориентации, социальное партнерство как многоуровневая, многоаспектная, регулирующая все группы взаимоотношений субъектов (работников, работодателей, органов государственной, муниципальной власти) система функционирует, опираясь на ряд принципов, согласно ст. 24 Трудового кодекса Российской Федерации:

- равноправие сторон (предполагает справедливое распределение прав и обязанностей всех субъектов взаимоотношений, а также отсутствие предвзятости при разрешении конфликтов);

- уважение и учет интересов сторон (обеспечивает соблюдение корректного отношения к позициям субъектов взаимоотношений, их потребностям и ценностям системам);

- заинтересованность сторон в участии в договорных отношениях (формирует потенциальную успешность заключаемых договоров между субъектами взаимоотношений);

- содействие государства в укреплении и развитии социального партнерства на демокра-

тической основе (способствует развитию цивилизованной основы построения социально-трудовых отношений);

- соблюдение сторонами и их представителями законов и иных нормативных правовых актов (основываясь на легитимности принятых регламентирующих документов, делает возможным исполнение своих обязательств по отношению к партнеру каждым из субъектов);

- полномочность представителей сторон (решает задачи определения границ прав и ответственности субъектов взаимоотношений);

- свобода выбора при обсуждении вопросов, входящих в сферу труда (позволяет социальным партнерам расширять спектр деятельности в рамках достижения оптимального баланса взаимоотношений «работник - работодатель – государство»);

- добровольность принятия сторонами на себя обязательств (создает условия для реального исполнения декларируемых субъектом гарантий, принимая во внимание имеющиеся обстоятельства и настоящие условия);

- контроль за выполнением принятых коллективных договоров, соглашений (предусматривает мониторинг процесса исполнения обязательств, определение источников не выполнения условий договоров, устранения выявленных причин);

- ответственность сторон, их представителей за невыполнение по их вине коллективных договоров, соглашений (гарантирует взаимное исполнение обязательств субъектов социально-трудовых отношений).

Таким образом, основной концепт социального партнерства заключается в успешном согласовании интересов субъектов взаимоотношений, формировании цельного социокультурного поля, где, в независимости от различия интересов, потребностей, менталитета партнеров соблюдаются принятые нормативы, взаимные условия договоров, что, в свою очередь, предусматривает расширение границ функционального пространства системы социального партнерства в рамках сфер экономических, социально-трудовых, политических отношений.

Российский опыт функционирования системы социального партнерства характеризует наличие ряда национальных, специфических признаков, таких как: государственная власть преобладает при разработке и реализации регулятивных норм социально-трудовых отношений; роль и значимость вовлечения в процесс социального партнерства ассоциаций предпринимателей и профессиональных союзов представляет собой сложный многоаспектный элемент, вследствие существующей разобщенности и множественно-

сти профсоюзов; наличие множества законодательных норм, актов, обилие видов соглашений, широкого спектра регулируемых отношений субъектов, а также сложная организационная структура и ее многоуровневый характер – все это затрудняет оперативное управление инструментарием социального партнерства.

В условиях успешно функционирующей рыночной экономики эффективность социального партнерства характеризуется следующим факторным рядом:

- видовая множественность и разнообразие форм собственности (с доминантой частной собственности);
- реальное состояние мощностей, сил производства (на основе инновационных, прогрессивных технологиях);
- наполнение рынка товарами и услугами;
- вовлечение (с последующим активным участием) наемных работников в процессы управления организацией, повышение личной заинтересованности работников, в том числе посредством применения инструментов рынка ценных бумаг.

В международной практике функционирования системы социального партнерства при различных организационно-правовых формах, характере собственности сформировались два основных типа социального партнерства: бипартизм и трипартизм. Подобные типы социальных отношений предполагают реализацию на общегосударственном, отраслевом, межотраслевом, региональном, местном, территориальном уровнях, а также на уровне взаимоотношений между предприятиями, что предусматривает многосторонний характер разрабатываемых и принимаемых соглашений (генеральное, отраслевое (тарифное), коллективное (на предприятии при регулятивных процессах в рамках социально-трудовых отношений), специальное (с учетом конкретизации и специфичности задачи). Например, практикуются как двухсторонние (работник-работодатель), так и трехсторонние (работник-работодатель-отраслевая структура/органы местного самоуправления) договоры, предметом которых являются разносторонние нюансы трудовой деятельности, потенциально возможные причины юридических разбирательств, штрафных санкций как для нарушителей договорных условий, так и непосредственно для предприятия, органа самоуправления.

Со сменой концепта социально-трудовых отношений в России (изменения, перераспределения собственности, смена парадигмы рыночных условий), обусловленного в том числе принятыми политическими и экономическими реше-

ниями органами государственной власти, ориентиры системы социального партнерства направлены на достижение ряда социально-экономических показателей, выработку оптимальных форм социально-трудовых взаимоотношений субъектов, формирование рациональной политики в части порядка распределения заработной платы, насыщение рынка труда квалифицированными кадрами, создание требуемых условий для регулирования, предотвращения и разрешения конфликтов в социально-трудовой сфере.

Основными субъектами социально-трудовых взаимоотношений в рамках функционирования системы социального партнерства являются предприниматели и наемные работники, предметом договора которых выступают условия приобретения и продажи рабочей силы, профессиональных умений, имеющихся навыков.

В процессе реализации практической деятельности субъекты социального партнерства осуществляют свой функционал в рамках собственных полномочий: профессиональные союзы, созданные на предприятии, представляют и защищают интересы работников в части решения социальных задач, условий и оплаты труда, формируя тем самым сбалансированные социально-экономические, социально-трудовые отношения; объединения работодателей, которые устраняя возникающие с работниками противоречия, вырабатывают эффективные решения в области регулирования трудовых отношений; государственные органы, гарантирующие всем субъектам взаимоотношений правомерное исполнение обязательств, выстраивая цивилизованный механизм достижения социально-экономических интересов основных групп общества, устраняя социально-трудовые конфликты, обеспечивая стабильное благоприятное развитие общества.

В реальных условиях функционирования модели социального партнерства в России актуализируется проблема выработки и регулирования системы оплаты и условий труда работников на предприятии, формировании оптимальных программ стимулирования труда, отсутствие согласованности во взаимодействии между профсоюзами и работодателями что в совокупности обуславливает настоящее состояние социально-трудовых отношений, неравномерно протекающего, противоречивого механизма социального партнерства.

Ключевыми проблемными точками функционирования системы социального партнерства в России можно назвать низкий стоимостной эквивалент рабочей силы, в том числе, по причине массового притока беженцев, что в достаточной мере политизирует социально-экономическую

основу данной проблемы; разобщенность объединений и ассоциаций предпринимателей, что усложняет выработку оптимальных целевых решений на уровнях федеральной, региональной, муниципальной власти; отсутствие взаимодействия в согласованности действий множества (в России около 200 зарегистрированных союзов) профсоюзных организаций усиливает позиции диктата работодателей, затрудняет процесс налаживания взаимоотношений с властными структурами и объединениями предпринимателей.

При рассмотрении в долгосрочной перспективе совершенствования модели социального партнерства в России следует провести модернизацию структуры используемой системы трипартизма, что обеспечит статусный рост управляющего состава социального парт-

нерства на различных уровнях власти (федеральном, региональном, муниципальном), укрепит связи взаимодействия, создаст условия для выработки общей концепции; кроме того, целесообразно повысить качество разрабатываемых актов, договоров, соглашений между субъектами социально-трудовых отношений относительно насыщения содержательной части рядом полномочий и обязательств по вопросам регулирования взаимоотношений; так же, требуется расширить настоящий функциональный диапазон модели социального партнерства и вывести его за границы сферы трудовых отношений для повышения степени вовлечения органов социального партнерства в разработку и обеспечение эффективных решений в сфере труда на уровне государства.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Агапов П.В., Итиуридзе Л. А. Сетевое политическое управление: опыт теоретического анализа. М.: Социология и политология. 2013.
- 2 Вильямский В. С. Основы организации деятельности социальных систем. СПб, 2014.
- 3 Коулман Дж. Капитал социальный и человеческий // Общественные науки и современность. 2012.
- 4 Либоракина М. И., Никонова Л. С. Социальное партнерство: взаимодействие между государственными, коммерческими и общественными структурами. Опыт проведения учебной программы. М.: 2014.
- 5 Модель И. М., Модель Б. С. Социальное партнерство при федерализме: в порядке обсуждения проблемы // Полис. 2013.
- 6 Осипов Е. М. Социальные технологии в межсекторном взаимодействии. Управление (государство и общество). 2014.
- 7 Суршинко Е.Р. Социальное измерение в бизнесе: Как корпоративное гражданство в России может быть выгодно бизнесу и обществу. М., 2013.
- 8 Фукуяма Ф. Доверие: социальные добродетели и путь к процветанию. М., 2012.
- 9 Якимец В.Н. Межсекторное социальное партнерство: основы, теория, принципы, механизмы. М., 2014.

REFERENCES

- 1 Agapov P.V., Itiuridze L.A. Setevoe politicheskoe upravlenie : opyt teoreticheskogo analiza [Network Itiuridze political governance: the experience of the theoretical analysis]. Moscow, Sociology and Political Science, 2013. (In Russ.).
- 2 Vil'yamskii V.S. Osnovy organizatsii deyatel'nosti sotsial'nykh sistem [Basics of organization of the social systems]. Saint-Petersburg, 2014. (In Russ.).
- 3 Cowlman J. Capital social and human. *Obshchestvennye nauki i sovremennost'*. [Social studies and the present]. 2012. (In Russ.).
- 4 Liborakina M.I., Nikonova L.S. Sotsial'noe partnerstvo: vzaimodeistvie mezhdru gosudarstvennymi, kommercheskimi i obshchestvennymi strukturami [Social partnership between the state, commercial and public structures. The experience of the curriculum]. Moscow, 2014. (In Russ.).
- 5 Model I.M., Model B.S. Social Partnership in the federalism: in order of discussion of the problem. *Polis*. [Polis], 2013. (In Russ.).
- 6 Osipov E.M. Sotsial'nye tekhnologii v mezhsektornom vzaimodeistvii [Social technologies in cross-sectoral cooperation. Management (State and Society)], 2014. (In Russ.).
- 7 Surshinko E.R. Sotsial'noe izmerenie v biznese [The social dimension in the business: As corporate citizenship in Russia can be good for business and society]. Moscow, 2013. (In Russ.).
- 8 Fukuyama F. Doverie: sotsial'nye dobrodeteli i put' k protsvetaniyu [Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity]. Moscow, 2012. (In Russ.).
- 9 Yakimets V.N. Mezhsektornoe partnerstvo [Intersectoral Social Partnership: the basis of the theory, principles, and mechanisms]. Moscow, 2014. (In Russ.).

УДК 330.113.6

Профессор В. Г. Ширококов, аспирант А. В. Воронков
(Воронеж. гос. аграр. ун-т.) кафедра бухгалтерского учета и аудита. тел. (473) 253-74-50
E-mail: alex.voronkov36@gmail.ru

Professor V. G. Shirobokov, graduate A. V. Voronkov
(Voronezh state agrarian university) Department of accounting and audit. phone (473) 253-74-50
E-mail: alex.voronkov36@gmail.ru

Отражение в бухгалтерском учете воздействия инфляционных процессов на финансовый результат предприятия

Accounting for the effects of inflation the financial results organization

Реферат. Современная внешнеполитическая и внешнеэкономическая ситуация в России способствует развитию инфляционных процессов в нашей стране, негативное влияние которых оказывает искажающее воздействие на величину финансовых результатов хозяйствующих субъектов. При этом применение МСФО 29 «Финансовая отчетность в гиперинфляционной экономике» невозможно вследствие невыполнения указанных в стандарте критериев для существующей ситуации в экономике России. В результате снижается достоверность бухгалтерской отчетности. Целью работы является совершенствование методологии применения МСФО 29 «Финансовая отчетность в гиперинфляционной экономике» в современных экономических условиях на основе выявления существующих проблем при применении стандарта и их решения. В настоящей работе с помощью общенаучных методов анализа, синтеза, абстракции выявлены недостатки в методологии применения МСФО 29 и предложены пути их преодоления. В целях совершенствования методологии применения МСФО 29 «Финансовая отчетность в гиперинфляционной экономике» обоснован уровень существенности влияния инфляционных процессов, который составляет пять процентов; разработаны критерии существенности данного влияния. Для отражения в бухгалтерском учете существенного воздействия инфляции на прибыль (убыток) предприятия предложен специальный учетный механизм, который включает в себя отдельный бухгалтерский счет 85 «Прибыль (убыток) от инфляционного изменения цен», новые субсчета к счетам 90 «Продажи» и 91 «Прочие доходы и расходы», регистр Справка-расчет влияния инфляции, а также разработанную форму в составе пояснений к бухгалтерской отчетности. Сделан вывод о том, что применение МСФО 29 «Финансовая отчетность в гиперинфляционной экономике» не всегда возможно, несмотря на наличие потребности в учете негативного воздействия инфляционных процессов на финансовый результат хозяйствующего субъекта. Предложенный учетный механизм удовлетворяет данную потребность, что повышает достоверность данных бухгалтерского учета и отчетности.

Summary. Modern foreign political and economic situation in Russia contributes to the development of inflation in our country, which has a negative impact on the financial results of business. In this case, the application of IAS 29 «Financial reporting in hyperinflationary economies» is not possible because of a default specified in the standard criteria for the current situation in the Russian economy. It reduces the reliability of the financial statements. The aim of the work is to improve the methodology for the application of IAS 29 «Financial reporting in hyperinflationary economies» in the current economic environment by identifying existing problems in the application of standards and their solutions. In this paper, using scientific methods of analysis, synthesis, and abstraction it is identified shortcomings in the methodology for the application of IAS 29 and the ways to overcome them. In order to improve the methodology for the application of IAS 29 «Financial reporting in hyperinflationary economies» it is justified materiality level the impact of inflation, which is five per cent; developed criteria for materiality of influence. For accounting for a significant impact of inflation on income (loss) of the business it is offered a special accounting mechanism, which includes a separate bookkeeping account 85 «Profit (loss) from inflationary price changes» the new sub-account for 90 «Sales» and 91 «Other income and expenses», register Help-calculation of the effects of inflation, as well as developed form as part of disclosures in the financial statements. It is concluded that the application of IAS 29 «Financial reporting in hyperinflationary economies» is not always possible, despite the need for taking into account the negative impact of inflation on the financial results of the business entity. The proposed accounting mechanism satisfies this need, which increases the reliability of accounting data and reporting.

Ключевые слова: инфляционные процессы, финансовый результат, МСФО 29, критерии существенности

Keywords: inflation, financial result, IAS 29, materiality criteria

Информация о финансовом положении предприятия является основополагающей частью ее экономического потенциала. Такая информация пользуется наибольшим спросом среди различных ее пользователей и наиболее востребована при принятии любых управленческих решений. Поэтому достоверность информации о финансовом положении организаций, а также возможность ее получения в любой необходимый момент являются обязательными условиями в практике принятия управленческих решений в процессе их финансово-хозяйственной деятельности.

Важнейшей составной частью информации о финансовом положении организации являются данные о формировании финансовых результатов, возникающих в процессе ее хозяйственной деятельности.

В условиях современного мира, учитываемая внешнеполитическую и внешнеэкономическую ситуацию как в мировом сообществе, так и в России, вновь становится актуальным вопрос о лимитировании такого негативного фактора как инфляция. События, связанные с присоединением Крыма и ответом Запада в виде принятия санкций в отношении России, заставляют вновь обратиться к данному вопросу под несколько иным углом зрения. Очевидно, что сложившаяся геополитическая ситуация не может быть решена в краткосрочной перспективе, и, поэтому очевидным фактом можно признать повышение уровня инфляции в нашей стране и развитие ее негативной динамики во времени.

В связи с этим возникает проблема искажения в бухгалтерской отчетности российских предприятий величины полученного ими финансового результата под воздействием инфляционных процессов. При этом текущая экономическая ситуация в нашей стране не может быть признана гиперинфляционной, что делает невозможным применение МСФО 29 «Финансовая отчетность в гиперинфляционной экономике» с целью преодоления данного искажения.

По моему мнению, существуют и другие трудности, связанные с применением данного международного стандарта:

1. Применение стандарта осуществляется на основании профессионального суждения бухгалтера, что может являться причиной искажения данных бухгалтерской отчетности вследствие некомпетентности

или низкой квалификации учетного работника в данном вопросе.

2. Использование стандарта предусматривает наличие в стране критической экономической ситуации, когда инфляционная спираль раскручивается в полной мере и влияние инфляции заметно не только специалистам в области экономики, но и всему населению. При этом влияние инфляции на стадиях, предшествующих гиперинфляционному состоянию, не учитывается, что косвенно способствует дальнейшему развитию инфляционных процессов и вводит в заблуждение пользователей отчетности.

Цель настоящей работы - выявить существующие проблемы при применении МСФО 29 «Финансовая отчетность в гиперинфляционной экономике» и разработать пути их решения.

Для решения первой из отмеченных проблем при применении МСФО 29 считаем целесообразным рассмотреть трактовку критериев существенности в отечественных и международных стандартах по бухгалтерскому учету.

В настоящее время в Международных стандартах финансовой отчетности критерий существенности как таковой конкретно не определен. В данном вопросе в стандартах сказано о том, что бухгалтер самостоятельно выбирает критерий существенности на основе своего профессионального суждения. Следовательно, вполне вероятно, что в различных организациях со своими финансово-экономическими службами данный критерий будет различаться.

Данное обстоятельство может быть объяснено с позиций масштаба деятельности организации, величиной ее операционного оборота и т.д. То есть тем, чем выше порядок показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятия, тем выше для этого предприятия уровень существенности. Однако по методике расчета он представляет собой долю от соответствующего показателя, то есть является относительной величиной. Относительная величина по своей сути учитывает масштаб и порядок показателей и поэтому может служить надежным критерием уровня существенности независимо от величины компании. Поэтому, по моему мнению, с учетом исторических особенностей развития бухгалтерского учета в нашей стране, характеризующейся в значительной степени жесткими критериями и пра-

вилами ведения учета, необходимо в качестве уровня существенности влияния инфляции на финансовый результат организации принять конкретную величину.

Проведенное авторами теоретическое исследование показало, что уровень существенности в российских нормативных актах по бухгалтерскому учету указан в одном действующем и в одном устаревшем нормативном документе; в обоих случаях он составляет пять процентов.

Считаем данный уровень обоснованным и необходимым для использования в качестве уровня существенности влияния инфляции на финансовый результат организации. Следовательно, изменение величины финансового результата предприятия более чем на пять процентов при пересчете на инфляцию по сравнению с его номинальной величиной считаем существенным. При этом изменение менее чем на пять процентов несущественно.

Для решения второй проблемы, по нашему мнению, необходимо корректировать данные бухгалтерского учета и отчетности не только при выполнении требований, указанных в МСФО 29, но и при превышении влияния инфляционных процессов на уровень существенности, указанный выше. При этом нами предлагаются критерии существенности влияния инфляционных процессов на величину прибыли (убытка) организации, при превышении которых необходим пересчет доходов и расходов предприятия. Данные критерии включают в себя следующие показатели:

- годовой уровень инфляции;
- среднемесячный индекс цен;
- среднее отклонение индекса цен от уровня декабря.

Методика расчета критических значений данных показателей включает следующие этапы:

1. Определение величины доходов и расходов организации по месяцам в течение отчетного периода.
2. Составление статистического материала на основе известных доходов и расходов предприятия при многовариантном сценарии индексов цен.
3. Определение графическим методом

значений годового индекса цен, среднемесячного индекса цен и среднего отклонения индекса цен от показателя декабря, при которых влияние инфляции на финансовый результат составляет 5%.

Определенные таким образом критерии существенности, рассчитанные на основе учетных данных за какой-либо отчетный период, будут справедливы при сохранении схожей динамики доходов и расходов предприятия и в других периодах, для которых будет осуществляться проверка выполнения критериев существенности. При значительном изменении структуры и динамики доходов и расходов организации необходимо провести уточнение критериев существенности влияния инфляции на финансовый результат.

Описанные критерии существенности влияния инфляции на финансовый результат организации позволяют без предварительных расчетов определить, существенное ли влияние оказали инфляционные процессы на прибыль (убыток) предприятия. При несущественном влиянии величина прибыли (убытка) предприятия находится в рамках погрешности 5% и может не корректироваться.

В случае же, если влияние инфляции существенно, данная информация подлежит отражению в бухгалтерском учете и отчетности. Кроме того, информация о реальной величине финансового результата организации будет полезна менеджерам предприятия для принятия обоснованных и взвешенных управленческих решений. Как следствие, она должна находить свое отражение не только в бухгалтерском, но и в управленческом учете.

Для отражения в бухгалтерском учете операций по расчету влияния инфляции на финансовый результат нами предлагается использовать специальный регистр - Справку-расчет влияния инфляции.

На рисунке 1 Справки-расчета осуществляется расчет влияния инфляции на финансовый результат соответственно от обычных видов деятельности и от прочих видов деятельности и на общий финансовый результат по данным бухгалтерского учета ООО «ЭФКО Пищевые Ингредиенты» г. Алексеевка Белгородской области.

Организация

Справка-расчет	номер	дата	период
	1	31.12.2014	2014

Расчет влияния инфляции на финансовый результат от обычных видов деятельности, тыс. руб.

Месяц	Доходы	Расходы	Индекс цен	Финансовый результат от обычных видов деятельности с учетом инфляции	Влияние инфляции
Январь	790 275	744 086	1,1299	41 084	-5 106
Февраль	803 573	778 013	1,0078	25 489	-71
Март	812 475	795 304	1,1328	15 233	-1 937
Апрель	787 765	774 960	1,0956	11 747	-1 059
Май	808 615	789 073	1,0187	19 279	-263
Июнь	789 085	747 637	1,1044	37 717	-3 730
Июль	709 598	730 604	0,9701	-21 762	-756
Август	773 249	758 046	1,1309	13 510	-1 692
Сентябрь	945 804	850 698	0,9840	97 136	2 030
Октябрь	1 023 509	960 239	1,1162	56 967	-6 303
Ноябрь	990 647	904 516	1,1260	76 875	-9 256
Декабрь	1 334 533	1 229 210	1,0050	105 322	0
ИТОГО	10 569 128	10 062 386	X	478 598	-28 144

Расчет влияния инфляции на финансовый результат от прочих видов деятельности, тыс. руб.

Месяц	Прочие доходы	Прочие расходы	Индекс цен	Финансовый результат от прочих видов деятельности с учетом инфляции	Влияние инфляции
Январь	6 264	26 947	1,1299	-18 396	2 286
Февраль	6 130	24 207	1,0078	-18 027	50
Март	5 320	38 494	1,1328	-29 432	3 743
Апрель	6 056	30 926	1,0956	-22 813	2 057
Май	5 480	31 135	1,0187	-25 309	345
Июнь	7 466	34 582	1,1044	-24 676	2 441
Июль	13 006	46 191	0,9701	-34 379	-1 194
Август	8 190	34 572	1,1309	-23 445	2 937
Сентябрь	7 090	35 095	0,9840	-28 603	-598
Октябрь	13 297	34 584	1,1162	-19 166	2 121
Ноябрь	10 732	54 879	1,1260	-39 403	4 744
Декабрь	17 477	44 871	1,0050	-27 394	0
ИТОГО	106 508	436 483	X	-311 043	18 931

Финансовый результат от обычных видов деятельности с учетом инфляции, тыс. руб.	Финансовый результат от прочих видов деятельности с учетом инфляции тыс. руб.	Общий финансовый результат с учетом инфляции тыс. руб.
478 598	(311 043)	167 555

Ответственный:

(должность) (подпись) (расшифровка подписи)

Рисунок 1. Справка-расчет влияния инфляции на финансовый результат предприятия

Для расчета берется информация из регистра аналитического учета о доходах и расходах от обычных видов деятельности по месяцам и корректируется на индекс инфляции каждого месяца. Таким образом, имеется возможность анализировать влияние инфляции на финансовый результат от обычных видов деятельности по месяцам. Аналогичным образом считается влияние инфляции на финансовый результат от прочих видов деятельности. Кроме того, эти расчеты позволяют определить общий финансовый результат с учетом инфляции, что немало важно для принятия эффективных управленческих решений.

Для более полного анализа данного влияния на показатели бухгалтерской отчетности необходимо сравнение соответствующих показателей с учетом инфляции с их номинальными значениями.

При этом представляется возможным рассчитать величину влияния инфляции

на каждый показатель отчетности и сравнить их между собой.

Таким образом, повышается информативность данных бухгалтерской отчетности, создаются условия для принятия более объективных и взвешенных управленческих решений всеми заинтересованными пользователями.

С целью выполнения данной задачи, считаемым необходимым использовать в составе Пояснений к бухгалтерской отчетности форму, которая называется «Влияние инфляции на финансовые результаты» (таблица 1) и содержит информацию о финансовых результатах. При этом представляется возможным рассчитать величину влияния инфляции на каждый показатель отчетности и сравнить их между собой. Приведем пояснение к Отчету о финансовых результатах «Влияние инфляции на финансовые результаты» по данным бухгалтерского учета ООО «ЭФКО Пищевые Ингредиенты» г. Алексеевка.

Т а б л и ц а 1

Пояснение к Отчету о финансовых результатах «Влияние инфляции на финансовые результаты», тыс. руб.

Наименование показателя	Номинальная величина	Влияние инфляции	С учетом инфляции
Выручка (кредит счета 90/1)	10 569 128	+ 704 927	11 274 055
Себестоимость (дебет счета 90/2)	(10 062 386)	+ 733 071	(10 795 457)
Прочие доходы (кредит счета 91/1)	106 508	+ 6 582	113 090
Прочие расходы (дебет счета 91/2)	(436 483)	- 1 350	(424 133)
Финансовый результат	176 767	- 9 212	167 555

Данная форма схожа с Отчетом о финансовых результатах и представляет собой несколько сокращенную его версию с одновременным увеличением количества граф для каждого отчетного периода, отраженного в ней. Форма может приводиться как в качестве приложения к Отчету о финансовых результатах, так и в составе пояснений к бухгалтерской отчетности.

Для иллюстрации применения предложенных регистров и пояснения к отчетности рассмотрим пример.

Предположим, что влияние инфляции на прибыль (убыток) предприятия в 2014 году было существенным, т. е. более 5%.

Анализируя составленную Справку-расчет, можно сделать вывод о том, что инфляционные процессы повлияли на финансовый результат организации от обычных видов деятельности, уменьшив его на 28 144 тыс. рублей, а финансовый результат от прочих видов деятельности увеличили на 18 931 тыс. рублей.

Пояснение к Отчету о финансовых результатах «Влияние инфляции на финансовые результаты» показывает увеличение выручки за год из-за инфляции на 704927 тыс. рублей, а себестоимости продаж на 733071 тыс. рублей, прочие доходы скорректированы на инфляцию в сторону увеличения на 6582 тыс. рублей, расходы сократились на 1350 тыс. рублей. Данное пояснение дает полное представление о влиянии инфляции на финансовые результаты. При этом представляется возможным рассчитать величину влияния инфляции на каждый показатель отчетности и сравнить их между собой.

Подводя итог вышесказанному, можно отметить, что существует несколько методов учета влияния инфляции на финансовый результат организации. Один из наиболее распространенных методов, используемый согласно МСФО 29 - на основе изменения покупательной способности денежной единицы (общего индекса цен). Данный метод применя-

ется при соблюдении определенных условий, проявляющихся в гиперинфляционной экономике. Однако данные условия не обязательно выполняются при существенном влиянии инфляционных процессов на прибыль (убыток) предприятия. На основе статистического анализа были предложены критерии существенности (более 5%) влияния инфляции. Показателями данных критериев являются:

- годовой уровень инфляции;
- среднемесячный индекс цен;
- среднее отклонение индекса цен от уровня декабря.

При определенных значениях данных показателей, которые индивидуальны для каждого предприятия, влияние инфляционных процессов на финансовый результат организации

существенно. Согласно приведенной нами методике данные критерии можно разработать для любого действующего предприятия.

Влияние инфляции на прибыль (убыток) организации более 5% необходимо отражать в бухгалтерском учете. Для этого предлагается использовать Справку-расчет влияния инфляции, которая является основанием для составления пояснения к Отчету о финансовых результатах. Таким образом, в величине прибыли (убытка) предприятия, будет учтено негативное воздействие инфляционных процессов, следовательно, достоверность данных бухгалтерского учета и отчетности повышается, что положительно сказывается при принятии обоснованных управленческих решений всеми пользователями отчетности.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Астахов В.П. Бухгалтерский (финансовый) учет. Учебное пособие для вузов. М.: Юрайт, 2011. 955 с.
- 2 Вахрушина М.А. Международные стандарты финансовой отчетности: Учебник. М.: Рид Групп, 2011. 654 с.
- 3 Врублевский Н. Д., Эйдинов А. М. Итоговые бухгалтерские записи по счетам учета продажи, прочих доходов и расходов // Бухгалтерский учет. 2012. №5. С. 91-94.
- 4 Ишханов А.В., Линкевич Е.Ф. Инфляционные процессы в новой России // Финансы и кредит. 2009. №4. С. 42-49.
- 5 Каспина Р. Г. Финансовый учет и отчетность в условиях инфляции. Учебное пособие. М.: Изд-во «Омега-Л», 2007. 204 с.
- 6 Остапюк Н. А. Методы корректировки учетных данных на влияние инфляции: вопросы выбора // Международный бухгалтерский учет. 2010. № 15.
- 7 Ткачук Н. В. Особенности формирования информации о финансовых результатах деятельности организации // Бухучет в сельском хозяйстве. 2010. №11. С. 57-61.
- 8 Широбоков В. Г. Бухгалтерский учет в организациях АПК: учебник. М.: Финансы и статистика, 2010. 628 с.

REFERENCES

- 1 Astahov V. P. Bukhgalterskii (finansovyy) uchet. Uchebnoe posobie dlya vuzov [Accounting (financial) accounting]. Moscow, Yurait, 2011. 955 p. (In Russ.).
- 2 Vakhrushina M.A. Mezhdunarodnye standarty finansovoj otchetnosti: Uchebnik [International Financial Reporting Standards]. Moscow, Rid Grupp, 2011. 654 p. (In Russ.).
- 3 Vrublevskii N.D., Eidinov A.M. Final accounting entries on the accounts of accounting sales, other income and expenses. *Buhgalterskij uchet*. [Accounting], 2012, no. 5, pp. 91-94. (In Russ.).
- 4 Ishkhanov A.V., Linkevich E.F. Inflationary processes in the new Russia. *Finansy i kredit*. [Finances and Credit], 2009, no. 4, pp. 42-49. (In Russ.).
- 5 Kaspina R.G. Finansovyy uchet i otchetnost' v usloviyah inflyacii. Uchebnoe posobie. [Financial accounting and reporting in the context of inflation]. Moscow, Omega-L, 2007. 204 p. (In Russ.).
- 6 Ostapyuk N.A. Adjustment methods credentials on the impact of inflation: choice questions. *Mezhdunarodnyj buhgalterskij uchet*. [International accounting], 2010, no. 15. (In Russ.).
- 7 Tkachuk N.V. Features of formation of information on the financial performance of the organization. *Buhuchet v sel'skom hozyajstve*. [Accounting in agriculture], 2010, no. 11, pp. 57-61. (In Russ.).
- 8 Shirobokov V.G. Buhgalterskij uchet v organizaciyah APK: uchebnik [Accounting organizations AIC]. Moscow, Finansy i statistika, 2010. 628 p. (In Russ.).

Аспирант С.М. Агафонов
(Воронежский государственный архитектурно-строительный институт)
E-mail: 2944424@mail.ru

Graduate S.M. Agafonov
(Voronezh state architecture and civil engineering institute)
E-mail: 2944424@mail.ru

Алгоритм внедрения системы риск-менеджмента на рынке туристских услуг

The algorithm implementation of the risk management system on the market of tourist services

Реферат. В статье автором произведена комплексная оценка факторов и уровня операционного риска, экологического риска, риска безопасности, политического риска, маркетингового риска, экономического риска и инфраструктурного риска рынка туристских услуг России в 2015 г. В результате анализа рисков и мероприятий по риск-менеджменту, применяемых на российском рынке туристских услуг в настоящее время было выявлено, что наиболее серьезными рисками является риск снижения спроса на услуги туристских компаний по различным причинам, основными из которых является снижение уровня доходов населения и предпочтение потребителей приобретать туристские услуги напрямую у предприятий сферы гостеприимства без участия туристских компаний благодаря распространению информационно-коммуникационных технологий. Предложены инновационные инструменты риск-менеджмента в сфере туристских компаний и на рынке туристских услуг, такие как: создание сайта с отзывами туристов на базе туристской компании и предоставление профессиональных консультаций по вопросам туризма для своих клиентов; сотрудничество со страховыми компаниями и предоставление крупной страховки туристов от неудачного отдыха и плохих впечатлений; сбыт забронированных, но не проданных номеров в отелях за границей на аукционе; создание сети отелей, где можно расплачиваться российскими рублями. Разработан авторский алгоритм внедрения системы риск-менеджмента на рынке туристских услуг.

Summary. In the article the author conducted a comprehensive assessment of the factors and the level of operational risk, environmental risk, security risk, political risk, marketing risk, economic risk and infrastructure risk market of tourist services in Russia in 2015. As a result of the analysis of risks and measures for risk management, applied in Russian market of tourist services has now been found that the most serious risk is the risk of reducing the demand for travel companies for various reasons, the main of which is the reduction of incomes of the population and the preference of consumers to buy tourism services directly from the enterprises in the hospitality without the participation of tourist companies through the spread of information and communication technologies. It offers innovative risk management tools in the field of tourism companies and the market of tourist services, such as: creating a site with reviews based on tourism and the provision of professional advice on tourism for their customers; collaboration with the insurance companies and the provision of a large insurance tourists from unsuccessful rest and bad experiences; sales booked, but hotel rooms sold abroad at an auction; creation of a network of hotels where you can pay in Russian rubles. An author algorithm implementation of the risk management system on the market of tourist services.

Ключевые слова: система риск-менеджмента, рынок туристских услуг, сфера гостеприимства, сфера туристских компаний.

Keywords: risk management system, market of tourist services, hospitality industry, scope of tourist companies.

Популярной методикой для оценки уровня риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг является методика африканских ученых Г. Шоу, М. Саайман и А. Саайман, разработанная и успешно примененная ими на примере Африканских стран в 2012 г [9]. В данном исследовании обозначенная методика адаптирована для российской действительности и произведена оценка факторов и уровней рисков в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. Данные получены методом экспертной оценки на основе исследований RBK Research [10].

Методика оценки уровня риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг предполагает последовательную оценку факторов и уровня следующих рисков [11]:

– операционного риска, под которым понимается угроза нарушения внутренних бизнес-процессов предприятия;

– экологического риска, под которым понимается внешняя угроза ухудшения окружающей среды;

– риска безопасности, под которым понимается угроза снижения привлекательности туристского направления по соображениям безопасности;

– политического риска, под которым понимается угроза ухудшения политической ситуации;

маркетингового риска, под которым понимается угроза неблагоприятной ситуации на рынке;

–экономического риска, под которым понимается угроза неблагоприятной экономической ситуации;

–инфраструктурного риска, под которым понимается угроза ухудшения качества инфраструктуры.

Сначала оценивается уровень риска различных факторов, затем определяется среднее арифметическое значение по каждому риску,

которое впоследствии умножается на вес риска в общей системе рисков, полученные значения суммируются, и получается результирующее значение уровня риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг. Все значения рассчитываются в долях от единицы. Оценка факторов и уровня операционного риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. приведена в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Оценка факторов и уровня операционного риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г

Факторы риска	Уровень риска
Ассортимент услуг	0,806
Работа персонала	0,738
Текучность кадров	0,700
Технологические изменения	0,370
Среднее значение уровня операционного риска	0,650
Вес операционного риска в общей системе рисков	0,050

Как видно из таблицы 1, наиболее существенным фактором операционного риска предприятий, работающих в сфере гостеприимства на российском рынке туристских услуг, является ассортимент услуг – уровень данного

риска составляет 0,806. Общее значение операционного риска составляет 0,030. Оценка факторов и уровня экологического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. приведена в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Оценка факторов и уровня экологического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г

Факторы риска	Уровень риска
Загрязнение воды	0,814
Загрязнение воздуха	0,807
Изменение климата	0,713
Стихийные бедствия	0,515
Сезонность	0,372
Среднее значение уровня экологического риска	0,640
Вес экологического риска в общей системе рисков	0,050

Как видно из таблицы 2, наиболее существенным фактором экологического риска предприятий, работающих в сфере гостеприимства на российском рынке туристских услуг, является загрязнение воды – уровень данного риска составляет 0,806. Это обусловлено индустриальной ориентацией большинства регионов России [8]. Общее значение операционного риска составляет 0,030. Оценка факторов и уровня экологического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. приведена в таблице 3.

стриальной ориентацией большинства регионов России [8]. Общее значение операционного риска составляет 0,030. Оценка факторов и уровня экологического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. приведена в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Оценка факторов и уровня риска безопасности в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г

Факторы риска	Уровень риска
Безопасность транспортировки туристов	0,547
Преступность, терроризм	0,530
Болезни, эпидемии	0,315
Среднее значение уровня риска безопасности	0,460
Вес риска безопасности в общей системе рисков	0,100

Как видно из таблицы 3, наиболее существенным фактором операционного риска предприятий, работающих в сфере гостеприимства на российском рынке туристских услуг, является безопасность транспортировки туристов – уро-

вень данного риска составляет 0,547. Общее значение риска безопасности составляет 0,050. Оценка факторов и уровня экологического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. приведена в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Оценка факторов и уровня политического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г

Факторы риска	Уровень риска
Политическая нестабильность в стране	0,548
Политическая нестабильность в соседних государствах	0,477
Изменение налогового режима	0,403
Ужесточение требований, лицензирование	0,397
Войны	0,277
Среднее значение уровня политического риска	0,420
Вес политического риска в общей системе рисков	0,250

Как видно из таблицы 4, наиболее существенным фактором политического риска предприятий, работающих в сфере гостеприимства на российском рынке туристских услуг, является политическая нестабильность в стране – уровень

данного риска составляет 0,548. Общее значение операционного риска составляет 0,110. Оценка факторов и уровня экологического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. приведена в таблице 5.

Т а б л и ц а 5

Оценка факторов и уровня маркетингового риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г

Факторы риска	Уровень риска
Ослабление бренда предприятия	0,686
Ослабление национального бренда	0,895
Снижение спроса	0,763
Усиление международной и национальной конкуренции	0,634
Старение рынка, появление рынков-заменителей	0,435
Среднее значение уровня маркетингового риска	0,680
Вес маркетингового риска в общей системе рисков	0,250

Как видно из таблицы 5, наиболее существенным фактором маркетингового риска предприятий, работающих в сфере гостеприимства на российском рынке туристских услуг, является ослабление национального бренда – уровень

данного риска составляет 0,895. Общее значение операционного риска составляет 0,170. Оценка факторов и уровня экологического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. приведена в таблице 6.

Т а б л и ц а 6

Оценка факторов и уровня экономического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г

Факторы риска	Уровень риска
Инфляция	0,763
Колебания валютного курса	0,856
Процентные ставки	0,750
Уменьшение времени отдыха для туристов	0,291
Среднее значение уровня экономического риска	0,670
Вес фактора экономического риска в общей системе рисков	0,150

Как видно из таблицы 6, наиболее существенным фактором экономического риска предприятий, работающих в сфере гостеприимства на российском рынке туристских услуг, являются колебания валютного курса – уровень

данного риска составляет 0,856. Общее значение операционного риска составляет 0,100. Оценка факторов и уровня экологического риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. приведена в таблице 7.

Оценка факторов и уровня инфраструктурного риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г

Факторы риска	Уровень риска
Стоимость транспортировки	0,458
Коммунальные услуги	0,783
Информационно-коммуникационные технологии	0,326
Среднее значение уровня инфраструктурного риска	0,520
Вес фактора инфраструктурного риска в общей системе рисков	0,150

Как видно из таблицы 7, наиболее существенным фактором инфраструктурного риска предприятий, работающих в сфере гостеприимства на российском рынке туристских услуг, являются коммунальные услуги – уровень данного риска составляет 0,783. Общее значение операционного риска составляет 0,080. Результирующее значение уровня риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. рассчитывается следующим образом:

$$\text{Риск} = 0,03 + 0,03 + 0,05 + 0,11 + 0,17 + 0,10 + 0,08 = 0,57.$$

Полученное результирующее значение уровня риска в сфере гостеприимства рынка туристских услуг России в 2015 г. (0,57) является достаточно высоким, что свидетельствует о высоком уровне риска и неблагоприятном прогнозе развития рынка в ближайшей перспективе. Для сравнения для стран Африки данное значение в 2013-2014 гг. составляло 0,62 при том, что в этих странах велись военные действия, и большинство отраслей народного хозяйства было парализовано [12].

Следовательно, для России это плохой показатель, отражающий неблагоприятную ситуацию на рынке туристских услуг, несмотря на военную стабильность [7]. Как можно заметить,

наибольший уровень риска характерен для политического, маркетингового и экономического рисков, которые также обладают наибольшим весом в системе рисков предприятий сферы гостеприимства рынка туристских услуг России, что обусловлено национальными особенностями отечественной экономики [13].

Чтобы определить, есть ли существенная разница между мнением представителей бизнес-сообщества сферы гостеприимства российского рынка туристских услуг и мнением экспертов, было проведено социологическое исследование, результаты которого обрабатывались с использованием экономико-математических методов [14].

Результаты дисперсионного анализа приведены в таблице 8, где видно, что существуют значительные различия ($p < 0,05$) между мнением экспертов и мнением представителей бизнес-сообщества по вопросам оценки риска безопасности, экологии, транспорта и операционного риска [15]. Примечательно, что наблюдается единство мнений представителей бизнес-сообщества, что отражает умеренные различия между мнениями представителей различных предприятий ($p < 0,1$).

Т а б л и ц а 8

Анализ вариации мнений экспертов и мнений представителей бизнес-сообщества [1]

Риски	Оценка риска экспертами	Оценка риска бизнесменами	Вариация оценок бизнесменов	Отклонение оценок экспертов от оценок бизнесменов
Операционный риск	0,03	0,07	0,04	0,04
Экологический риск	0,03	0,08	0,03	0,05
Риск безопасности,	0,05	0,10	0,02	0,05
Политический риск	0,11	0,10	0,04	-0,01
Маркетинговый риск	0,17	0,15	0,02	-0,02
Экономический риск	0,10	0,11	0,05	0,01
Инфраструктурный риск	0,08	0,03	0,03	-0,05
Общий риск	0,57	0,64	0,08	0,07

В результате обработки результатов социологического исследования на основе таблицы 8 можно сделать следующие выводы. Во-первых, для предприятий сферы гостеприимства, действующие на российском рынке туристских

услуг, характерна склонность завышать риск безопасности, вероятно, по причине того, что природа их бизнеса делает их более уязвимыми к факторам данного риска. Малые предприятия в меньшей степени подвержены влиянию полити-

ческих и экономических рисков, имеющих внешнеэкономическую природу – для них наиболее важны внутренние риски [2].

Во-вторых, предприятия сферы гостеприимства, действующие на российском рынке туристских услуг, также склонны завышать экологический риск, особенно угрозу здоровью туристов. Хотя риск для здоровья туристов является дискриминационным фактором с точки зрения туристского бизнеса, этот фактор имеет низкий предполагаемый риск, по мнению экспертов. Тем не менее, представители бизнес-сообщества оценивают данный риск достаточно высоко. Возможные причины этого включают более тесный личный контакт с туристами и влияние психологического фактора на их оценки [3].

В-третьих, предприятия сферы гостеприимства, действующие на российском рынке туристских услуг, завышают важность операционных рисков, по-видимому, потому что они более подвержены и уязвимы для таких рисков. Однако, учитывая общую макроэкономическую ситуацию с позиции экспертов, становится ясно, что угроза таких рисков невысока по причине высокого уровня образования и квалификации работников и высокого уровня безработицы. Неблагоприятная ситуация на рынке труда мотивирует работников держаться за свои рабочие места, что снижает операционные риски [4].

В-четвертых, предприятия сферы гостеприимства, действующие на российском рынке туристских услуг, недостаточно высоко оценивают транспортные риски, вероятно, потому, что они не зависят от транспорта и, следовательно, менее подвержены таким рискам [16]. Однако отсутствие зависимости отдельного предприятия от транспортной инфраструктуры не означает, что от нее не зависят туристы и конкурентоспособность туристского направления в целом, что лежит в основе формирования мнения экспертов [5].

Принимая во внимание, что уровень риска определяется опасностью риска для предприятия или вероятностью наступления рисков события, можно выделить два направления риск-менеджмента на рынке туристских услуг, направленных соответственно на снижение опасности или вероятности риска. Учитывая разделение рынка туристских услуг на две сферы и доказанное существование различных рисков и применение разных мероприятий по риск-менеджменту в данных сферах рынка, целесообразно предложить разные алгоритмы внедрения системы риск-менеджмента на данных сферах рынка туристских услуг [6].

В результате анализа рисков и мероприятий по риск-менеджменту, применяемых на

российском рынке туристских услуг в настоящее время было выявлено, что наиболее серьезными рисками является риск снижения спроса на услуги туристских компаний по различным причинам, основными из которых является снижение уровня доходов населения и предпочтение потребителей приобретать туристские услуги напрямую у предприятий сферы гостеприимства без участия туристских компаний благодаря распространению информационно-коммуникационных технологий.

В данном исследовании предлагаются следующие инновационные инструменты риск-менеджмента в сфере туристских компаний на рынке туристских услуг:

–Создание сайта с отзывами туристов на базе туристской компании и предоставление профессиональных консультаций по вопросам туризма для своих клиентов. Это позволит повысить осведомленность туристов о деятельности туристской компании, а также снизить риски неудачного отдыха для туристов, которые возникают при самостоятельном заказе туристских услуг у предприятий сферы гостеприимства в обход туристских компаний. В результате произойдет снижение вероятности риска развития информационно-коммуникационных технологий.

–Сотрудничество со страховыми компаниями и предоставление крупной страховки туристов от неудачного отдыха и плохих впечатлений. Условия страхования должны быть выгодными для туристов, страховая премия должна быть невысока, а получить страховую премию должно быть легко. Это позволит привлечь больше туристов в туристские компании и снизить для них риск неудачного отдыха. В результате произойдет снижение вероятности риска снижения доходов населения.

–Сбыт забронированных, но не проданных номеров в отелях за границей на аукционе. Данная мера позволяет избежать банкротства туристских компаний из-за резкого снижения спроса на их услуги. В результате снижается опасность риска снижения доходов населения.

–Создание сети отелей, где можно расплачиваться российскими рублями. Такая мера в большей степени подходит для туристских компаний, имеющих собственные отели за границей. Это повысит удобство пользования услугами туристских компаний для клиентов и снизит опасность риск распространения информационно-коммуникационных технологий.

Предлагаемый авторский алгоритм внедрения системы риск-менеджмента на рынке туристских услуг представлен на рисунке 1.

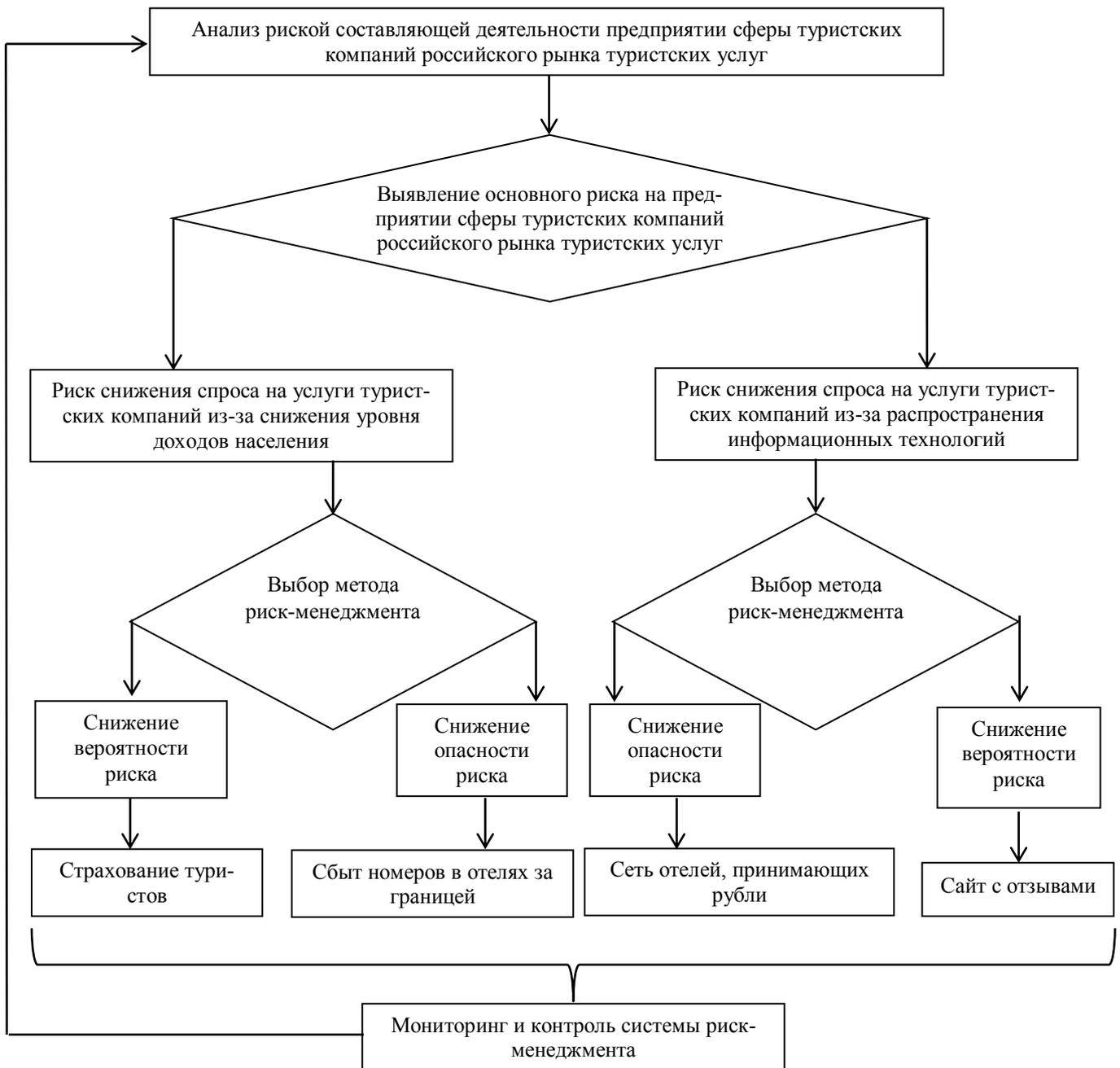


Рисунок 1. Алгоритм внедрения системы риск-менеджмента на рынке туристских услуг

Как видно из рисунка 1, алгоритм внедрения системы риск-менеджмента на рынке туристских услуг носит циклический характер. Отправным пунктом данного алгоритма является анализ рисков составляющей деятельности предприятия сферы туристских компаний российского рынка туристских услуг, в результате которого происходит выявление основного риска на предприятии сферы туристских компаний российского рынка туристских услуг.

Затем происходит выбор метода риск-менеджмента (снижение вероятности или опасности риска), после чего применяются соответствующие инновационные инструменты риск-менеджмента для туристских компаний. Завершающим этапом является мониторинг и контроль системы риск-менеджмента, который сопровождается непрерывным анализом рисков составляющей деятельности предприятия сферы туристских компаний российского рынка туристских услуг.

ЛИТЕРАТУРА

1 Андреев В.Д. Аудит и оценка рисков инвестиционно-инновационной деятельности в индустрии туризма // Известия Сочинского государственного университета. 2013. № 1-1. С. 14-22.

2 Борисов Н.А. Инновации как экономическая категория и их применение в профилактической медицине: опыт региона // Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России. Сборник материалов II Международной научно-практической конференции (21-23 марта 2014 г.) Воронеж: Издательство ФЭС, 2014. С. 565.

3 Борисов А.Н., Воищева О.С., Давнис В.В., Тинякова В.И. Рейтинговое оценивание в условиях риска (монография). М., 2012. 243.

4 Дубова Ю.И., Кукаева Л.И., Суркова О.А., Тинякова В.И. и др. Маркетинговые решения в сфере туризма: методы обоснования, факторы принятия, условия реализации. Воронеж, 2012.

5 Ефремова Н.Е. Системный подход к управлению рисками на предприятиях туризма // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. 2013. № 5-1. С. 109-115.

6 Зинякова Н.В., Грицков Ю.В., Чепурных С.В. Актуальные проблемы репутационных рисков в туризме // Человеческий капитал. 2013. № 3 (51). С. 69-71.

7 Кобылянская А.В. Риски малого предпринимательства в сфере туризма и проблема их минимизации // Сибирская финансовая школа. 2014. № 4 (105). С. 20-24.

8 Леднев М.В. Оценка и управление конкурентными рисками и рисками конкурентного позиционирования в современных условиях // Современная конкуренция. 2015. Т. 9. № 1 (49). С. 54-65.

9 Литвинова Т.Н. Предпринимательская деятельность на рынке сельхозтехники: прогнозирование тенденций и оценка рисков // Современная экономика: проблемы и решения. 2012. № 9 (33). С. 45-55.

10 Маликов Е.Ю., Попкова Е.Г., Кузлаева И.М. Заимствование объектов интеллектуальной собственности как фактор риска в системе отечественной электронной коммерции // Высшая школа. 2015. № 5. С. 33-34.

11 Морозов М.А., Рубин Ю.Б., Бубнова Г.В. Модели управления предпринимательскими структурами в туризме в условиях риска и неопределенности // Прикладная информатика. 2012. № 6 (42). С. 102-107.

12 Платонова Н.А., Виноградова М.В. Стратегическое управление туризмом в регионе: факторы риска // Сервис plus. 2014. Т. 8. № 4. С. 96-103.

13 Саймина Д.К. Особенности хозяйственных рисков в туризме // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 2013. № 7 (66). С. 161-163.

14 Хитров С. Рынок туристских услуг в России: выход из кризиса и курс на on-line [Электронный ресурс] // RBK Research. 2015. Режим доступа: <http://www.ved21.ru/upload/Otchjoti-1340604067-3.pdf>.

15 Шаховская Л.С., Попкова Е.Г., Морозова И.А., Позднякова У.А. Оценки эффективности института ГЧП и рисков проектов, реализуемых на основе принципов ГЧП // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 447.

16 Shaw G., Saayman M., Saayman A. Identifying risks facing the South African tourism industry // SAJEMS. 2012. №2. P. 190-206.

REFERENCES

1 Andreev V.D. Audit and assessment of the risks of investment and innovation in the travel industry. *Izvestiya sochinskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings of the Sochi State University], 2013, no. 1-1, pp. 14-22. (In Russ.).

2 Borisov N.A. Innovation as an economic category and their application in preventive medicine: the experience of the region. *Problemy sovremennykh ekonomicheskikh, pravovykh i estestvennykh nauk v Rossii* [Problems of modern economic, legal and science in Russia. The collection of materials of the II International Scientific and Practical Conference (21-23 March 2014)] Voronezh, FES, 2014. 565 p. (In Russ.).

3 Borisov A.N., Voischeva O.S., Davnis V.V., Tinyakova V.I. *Reitingovoe otsenivanie v usloviyakh riska* [Rating assessment in terms of risk (monograph)]. Moscow, 2012. 243 p. (In Russ.).

4 Dubova Yu.I., Kukayev L.I., Surkov O.A., Tinyakova V.I. et al. *Marketingovye resheniya v sfere turizma: metody obosnovaniya* [Marketing solutions in the field of tourism: study methods, the factors making the conditions of implementation]. Voronezh, 2012. (In Russ.).

5 Efremova N.E. A systematic approach to risk management at the enterprises of the tourism. *Izvestiya Tul'scogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Tula State University. Economic and legal science], 2013, no. 5-1, pp. 109-115. (In Russ.).

6 Zinyakova N.V., Gritskov J.V., Chepurnykh S.V. Actual problems of reputational risks in tourism. *Chelovecheskii kaital*. [Human Capital], 2013, no. 3 (51), pp. 69-71. (In Russ.).

7 Kobylanskaya A.V. The risks of small businesses in the tourism sector and the problem of minimizing the financial. *Sibirskaya finansovaya shkola*. [Siberian school], 2014, no. 4 (105), pp. 20-24. (In Russ.).

8 Lednev M.V. Assessment and management of risk and competitive risk competitive positioning in modern conditions. *Sovremennaya konkurenciya*. [Modern competition], 2015, vol. 9, no. 1 (49), pp. 54-65. (In Russ.).

9 Litvinova T.N. Entrepreneurial activity in the market of agricultural machinery: forecasting of trends and risk assessment. *Sovremennaya ekonomika*. [Modern Economy: Problems and Solutions], 2012, no. 9 (33), pp. 45-55. (In Russ.).

10 Malikov E.J., Popkova E.G., Kuzlaeva I.M. Borrowing of intellectual property as a risk factor in the domestic e-commerce. *Vyssshaya shkola*. [Graduate School], 2015, no. 5, pp. 33-34. (In Russ.).

11 Morozov M.A., Rubin Yu.B., Bubnova G.V. Models of management of business entities

in tourism in the conditions of risk and uncertainty. *Prikladnaya informatika*. [Applied Informatics], 2012, no. 6 (42), pp 102-107. (In Russ.).

12 Platonov N.A., Vinogradov M.V. Strategic management of tourism in the region risks. *Servis plus*. [Service plus], 2014, vol. 8, no. 4, pp. 96-103. (In Russ.).

13 Saymina D.K. Features of economic risks in tourism. *Vestnik INZhEKONa* [Bulletin of ENGECON]. 2013, no. 7 (66), pp 161-163. (In Russ.).

14 Khitrov S. Market of tourist services in Russia: a way out of the crisis and in the course of online. [RBK Research]. 2015. Available at: <http://www.ved21.ru/upload/Otchjoti-1340604067-3.pdf>. (In Russ.).

15 Shakhovskaya LS, Popkov EG Morozova IA Pozdnyakov WA Evaluate the effectiveness of the Institute of PPP and risk of projects implemented on the basis of PPP. *Sovremannye problem nauki i obrazovaniya*. [Modern problems of science and education], 2014, no. 6, pp. 447. (In Russ.).

16 Shaw G., Saayman M., Saayman A. Identifying risks facing the South African tourism industry. *SAJEMS*. 2012, no. 2, pp. 190-206.

Требования к оформлению материалов для журнала «Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий»

1. Материалы представляются в двух видах: на электронном носителе и распечатанные на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (1 экз.) на лазерном принтере. Они должны быть набраны в редакторе MS Word версия не ниже 6.0 (Office не выше 2007) и напечатаны через одинарный интервал в две колонки шрифтом:

- основной текст - Times New Roman Cyr 11 с полями: левое 22 мм, правое 18 мм, верхнее и нижнее 25 мм;
- колонтитулы от края - верхний и нижний 18 мм;
- заголовок по центру - Times New Roman Cyr 11, жирный;
- красная строка -1 см;
- перенос слов - автоматический.

Со смещением на 5 см от рамки текста в начале статьи набираются:

- УДК - Times New Roman Cyr 12;
- должность, И. О. Ф., место работы, телефон, Email авторов - Times New Roman Cyr 12 (на русском и английском языках) ;
- название статьи - Times New Roman Cyr 16, жирный, строчной (без переноса) (на русском и английском языках);
- без смещения 5 см реферат - Times New Roman Cyr 9 (объем 200-250 слов на русском и английском языках);
- без смещения 5 см ключевые слова – Times New Roman Cyr 9, до 10 слов (на русском и английском языках);

2. Объем для статьи – 4-8 с. Структурно статья должна иметь четко выраженное *введение*, в котором ставится задача (описывается решаемая проблема), *основную часть*, где излагаются используемые авторами пути решения поставленной задачи, приводятся и обсуждаются результаты, и *заключение*, в сжатой форме подводящее итог работы. Повторение одних и тех же данных в статье, таблицы и графике не допускается. Размерность всех характеристик приводится в системе СИ.

3. К каждой статье под заглавием дается реферат (объем 1000-2000 печатных знаков) на русском и английском языках через 1 строку друг от друга. Название статьи, фамилия и инициалы приводятся отдельно на английском языке.

4. Название статьи или краткого сообщения должно быть лаконичным и точно отражать содержание.

5. Иллюстрации в формате jpeg или gif:

- должны быть расположены после ссылки на них в тексте;
- должны выполняться на компьютере с обозначением всех необходимых букв и символов в соответствии с ЕСКД и Р 50-77-80. Все буквенные и цифровые обозначения, приведенные на рисунках, поясняются в основном или подрисуночном тексте. Подрисуночные подписи даются Times New Cyr 10, на формат рисунка.

Графические объекты (диаграммы, графики) должны быть активными (т.е. подлежать редактированию стандартными средствами, например, MS Excel).

6. Формулы и буквенные обозначения:

- буквы латинского алфавита, используемые в индексах, набирают курсивом;
- буквы русского и греческого алфавита - прямым шрифтом; знак вектора - полужирным;
- нумерация формул в тексте сквозная. Нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте.

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vestnik.vsu.ru/>

Формат формул (стандартный редактор) :

- стиль - "математический";
- размер символа — 11

Sizes (Размеры)	
Full (Обычный)	11 – 10
Subscript/Superscript (Крупный индекс)	7
Sub-subscript/Superscript (Мелкий индекс)	5
Symbol (Крупный символ)	12
Subsymbol (Мелкий символ)	9

7. Таблицы (слово печатается вразрядку) должны быть с заголовками и обязательно располагаться после ссылки на них в тексте. Графы в таблицах должны иметь краткие заголовки. Упомянутые в заголовках величины сопровождаются соответствующими единицами измерений.

8. Литература (слово печатается: Times New Roman Cyr 11, жирный, прописной) на русском и на английском языке включает от 5-10 источников, использованные автором при написании статьи. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках: [1], помещаются в конце статьи. В список не включается литература 10-летней давности. Список литературы должен быть представлен на русском и на английском языках.

8.1. **За правильность приведенных в списке литературы данных ответственность несут авторы.** Библиографический список на русском языке озаглавливается словом ЛИТЕРАТУРА (Times New Roman Cyr 11, полужирный шрифт) и представляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Ссылки на электронные документы должны оформляться согласно ГОСТ 7.82-2001 «Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов» (см. Приложение 1). Англоязычная часть библиографического описания озаглавливается словом REFERENCES (Times New Roman Cyr 11, полужирный шрифт) и представляется в адаптированном формате Harvard (см. Приложение 2). Каждый пункт библиографического описания нумеруется, после номера точка не ставится. В библиографическом описании приводятся фамилии авторов до трех, после чего для отечественных публикаций следует указать "и др.", для зарубежных — "et al.". Не допускается смешивать русскоязычную и англоязычную часть в одной ссылке, точно так же, как сокращать русскоязычный список литературы (ЛИТЕРАТУРА), перенося все англоязычные ссылки в REFERENCES. Рекомендуется представлять в REFERENCES, вместо русскоязычного варианта описания журнала-источника, описание его переводной версии при условии ее наличия. Транслитерацию фамилий авторов, названий статей, книг, журналов необходимо проводить, согласно системе транслитерации Библиотеки конгресса США (Library of Congress Slavic (Russian) Transliteration), рекомендуется использовать при этом системы автоматического перевода кириллицы в романский алфавит, а не делать транслитерацию вручную, во избежание ошибок.

9. В журнале публикуется не более 2 статей одного автора. Количество авторов одной статьи не должно превышать 4 человек.

В журнале публикуются оригинальные научные статьи теоретического и экспериментального характера в области технических, естественных, экономических и химических наук. Автор указывает рубрику (в сопроводительном письме и выписке из заседания кафедры), в которой он хотел бы разместить свою статью:

- Процессы и аппараты пищевых производств;
- Информационные технологии, моделирование и управление;
- Пищевая биотехнология;
- Фундаментальная и прикладная химия, химическая технология;
- Биотехнология, бионанотехнология и технология сахаристых продуктов;
- Экономика и управление;

Приветствуется подача статей онлайн! Адрес: <http://vestnik.vsu.ru/>

Журнал «Вестник ВГУИТ» выходит 4 раза в год: № 1 – март; № 2 – июнь; № 3 – сентябрь; № 4 – декабрь.

Статья должна быть тщательно проверена и подписана всеми авторами. На отдельном листе авторы указывают ФИО полностью, адрес, ученую степень, должность, место работы, контактный телефон, E-mail, а также отмечают с кем вести переписку.

К статье должны прилагаться сопроводительные документы:

- сопроводительное письмо;
- выписка из протокола заседания кафедры с рекомендацией статьи к печати;
- экспертное заключение;
- положительная рецензия ведущего ученого в данной области или члена редакционной коллегии серии, заверенная подписью и печатью.

Вопрос об опубликовании статьи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала и ее решение является окончательным. В случае возвращения статьи для исправления датой представления считается день получения исправленного текста. Срок доработки - не более 1 месяца.

Материалы, не соответствующие данным требованиям оформления, к публикации не принимаются. Рукописи авторам не возвращаются.

Плата с аспирантов и докторантов за публикацию рукописей не взимается.

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

КНИГА, МОНОГРАФИЯ:

(кол-во авторов от 1 до 3):

1 Валукин М.Е., Глушков А.И. Эволюция движений в мужском классическом танце. М.: ГИТИС, 2006. 251 с.

(кол-во авторов более 3):

2 Эволюция движений в мужском классическом танце / Валукин М.Е. [и др.]. М.: ГИТИС, 2006. 251 с.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ, УЧЕБНИК:

(кол-во авторов от 1 до 3):

3 Ковшиков В.А., Глухов В.П. Психолингвистика. Теория речевой деятельности: учеб. пособие для студентов педвузов. М.: Высшая школа, 2006. 320 с.

(кол-во авторов более 3):

4 Психолингвистика. Теория речевой деятельности: учеб, пособие для студентов педвузов / Ковшиков В.А. [и др.] М.: Высшая школа, 2006. 320 с.

СТАТЬЯ В ЖУРНАЛЕ:

(кол-во авторов от 1 до 3):

5 Ефимова Т.Н., Кусакин А.В., Иванов Б.И. Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл // Проблемы региональной экологии. 2007. Т. 3. № 1. С. 80–86.

(кол-во авторов более 3):

6 Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл / Ефимова Т.Н. [и др.] // Проблемы региональной экологии. 2007. Т. 3. № 1. С. 80–86.

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ:

7 Содержание и технологии образования взрослых: проблема опережающего образования: сб. науч. тр. / Институт образования взрослых Рос. акад. образования; под ред. А.Е. Марона. М.: ИОВ, 2007. 118 с.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ, ФОРУМОВ, СОВЕЩАНИЙ, СЕМИНАРОВ:

8 Ходоскин Д.П. Исследование начальной скорости торможения на регулируемых перекрестках // Политтранспортные системы: мат. VII Всерос. науч.-техн. конф., Красноярск, 25–27 ноября 2010 г. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2010. С. 578–583.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР:

9 Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Институт мировой экономики и междунар. отношений. М.: ИМЭМО, 2007. 39 с.

ПАТЕНТ:

порядок описания:

10 Обозначение вида документа, номер, название страны, индекс международной классификации изобретений. Название изобретения / И.О.Фамилия изобретателя, заявителя, патентовладельца; Наименование учреждения-заявителя. Регистрационный номер заявки; Дата подачи; Дата публикации, сведения о публикуемом документе.

пример:

11 Пат. № 2201911, RU, C2 7 C 05 F 11/08, 9/00. Способ утилизации твердых бытовых отходов и получения органического удобрения / Стом Д.И., Солдатов С.В., Казаринова Т.Ф., Никонова Т.С. № 2000132175/13; Заявл. 2000132175; Оpubл. 10.04.2003, Бюлл. № 10.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ:

порядок описания:

Заглавие официального документа: сведения, относящиеся к заглавию (указ, постановление), Дата принятия документа / Название издания. Год издания. Номер (для журнала). Дата и месяц (для газеты). Первая и последняя страницы.

пример:

12 ГОСТ 12.1.033. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения. Введен 01.07.82. М.: Межгосударственный стандарт: ИПК изд-во стандартов, 2001. 7 с.

ДИССЕРТАЦИЯ

13 Якимов М.А. Изучение взаимодействия между компонентами электролитов в тройных водно-солевых системах на примере нитратных систем: дис... д-ра хим. наук: 10.01.71 : защищена 05.02.71: утв. 10.06.71. Л.: ЛГУ, 1971. 200 с.

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

14 Якимов М.А. Изучение взаимодействия между компонентами электролитов в тройных водно-солевых системах на примере нитратных систем: автореф. дис. докт. хим. наук : Л.10.01.71 / Л.: ЛГУ, 1971. 40 с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕСУРС:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (если указаны). Название ресурса [Электронный ресурс]. Место издания: Издательство, год издания (если указаны). Адрес локального сетевого ресурса (дата просмотра сайта или последней модификации документа).

пример:

15 Шкловский И. Разум, жизнь, вселенная [Электронный ресурс] М.: Янус, 1996. Режим доступа: <http://www.elibrary/books/shklovsky/titul.htm> (23 ноября 2001 г.)

ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ССЫЛОК НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ:

СТАТЬЯ ИЗ ЖУРНАЛА:

порядок описания:

Фамилия И.О. автора (транслитерация). Перевод названия статьи на английский. Название русскоязычного источника (транслитерация, *курсивом*). [Перевод названия источника на английский язык (в квадратных скобках)]. Год, том, номер, страницы (от-до). Указание на язык статьи (In Russ.) после описания статьи.

пример:

1 Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing. *Neftyanoe khozyaistvo* [Oil Industry], 2008, vol. 10, no.11, pp. 54-57. (In Russ.).

СТАТЬЯ ИЗ ЭЛЕКТРОННОГО ЖУРНАЛА:

2 Swaminathan V., Lepkoswka-White E., Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of ComputerMediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

СТАТЬЯ С DOI:

3 Zhang Z., Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micromachining. *Russkii zhurnal elektrokhimii*. [Russian Journal of Electrochemistry], 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926-930. doi: 10.1134/S1023193508080077

СТАТЬЯ ИЗ ПРОДОЛЖАЮЩЕГОСЯ ИЗДАНИЯ (СБОРНИКА ТРУДОВ):

4 Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints "steel-composite". *Trudy MGTU «Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem»* [Proc. of the Bauman MSTU "Mathematical Modeling of Complex Technical Systems"], 2006, no. 593, pp. 125-130. (In Russ.).

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ:

5 Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z. [et al.] Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi"* [Proc. 6th Int. Symp. "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact"]. Moscow, 2007, pp. 267-272. (In Russ.).

КНИГИ (МОНОГРАФИИ, СБОРНИКИ):

6 Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'stvo SSSR* [Last government of the USSR]. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

7 Lindorf L.S., Mamikonians L.G. *Ekspluatatsiia turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem* [Operation of turbine generators with direct cooling]. Moscow, Energiia Publ., 1972. 352 p. (In Russ.).

8 Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov* [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]. Izhevsk, 2002. 140 p. (In Russ.).

9 Izvekov V.I., Serikhin N.A., Abramov A.I. *Proektirovanie turbogeneratorov* [Design of turbo-generators]. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p. (In Russ.).

10 Latshev, V.N., *Tribologiya rezaniya*. Kn. 1: *Friksionnye protsessy pri rezanie metallov* (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting), Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009. (In Russ.).

ПЕРЕВОДНАЯ КНИГА:

11 Timoshenko S.P., Young D.H., Weaver W. *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: Timoshenko S.P., Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

12 Brooking A., Jones P., Cox F. *Expert systems. Principles and case studies*. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. *Ekspertnye sistemy. Printsipy raboty i primery*. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

НЕОПУБЛИКОВАННЫЙ ДОКУМЕНТ:

13 Latypov A.R., Khasanov M.M., Baikov V.A. *Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program*. No. 2004611198, 2004. ((In Russ.), unpublished).

ДИССЕРТАЦИЯ ИЛИ АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ:

14 Semenov V.I. *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor*. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]. Moscow, 2003. 272 p. (In Russ.).

ГОСТ:

GOST 8.586.5–2005. *Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie rashkoda i kolichestva zhidkosti i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroistv* [State Standard 8.586.5 – 2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russ.).

ПАТЕНТ:

Palkin M.V. *Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia* [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]. Patent RF, no. 2280590, 2006.

List of requirements of drawing up materials in «Proceedings of the Voronezh state university of engineering technologies»

1 All the materials are represented in two ways: on a flash card. The materials should be printed on white sheets of paper on one side only by means of a laser printer. One must use MS-World (6,0 version) to set up a text and keep single line interval. The text must be divided into two columns.

- basic text– Times New Roman Cyr 11 with margins: left one – 22 mm, right one 18 mm, top and bottom 25 mm;
- running titles from tops – top and bottom 18 mm;
- central titles – Times New Roman Cyr 11, in bold type;
- indented line – 1 cm;
- division of words is automatical.

The points below are printed with 5 cm shift from the text frame:

- Universal Decimal Code – Times New Roman Cyr 12;
- post, author’s name, middle name, surname – Times New Roman Cyr 12;
- article title – Times New Roman Cyr 16, in bold type, lower case (without division of words);
- without displacement of 5 cm summary - Times New Roman Cyr 9 (volume of 200-250 words in Russian and English);
- without displacement of 5 cm keywords - Times New Roman Cyr 9, up to 10 words in Russian and English);

2 Article extent – under 4 – 8 pages. Any article must have a strict structure with a clearly seen introduction, where the problem is araised, body, where the solutions to the problem are presented and the results are discussed, and a conclusion, where the work results are summed up. Repetition of one and the same data are forbidden. The size of all characteristics are presented within CI system.

3 To each article under the title gives a summary (volume 1000-2000 printed characters) in Russian and English languages in 1 line each other. Article title, surname and initials are given separately in English.

4 The title of the article or a short message must be laconic and show the contents of the article clearly.

5 All the illustrations are made in JPEG or BMP:

- they must be placed after the reference in the text;
- they must be done by means of a computer and be supplied with the letter and symbol marks according to universal system documents (USCP) and R 55-77-80. All The letters and figures presented on the illustration text, must be explained in the basic or in the under illustration text. The marks are given in Times New Cyr 10.

Graphical installations (diagrammes, schedules) should be active (i.e. to be subject to editing by standard means, for example, MS Excel).

6 Formulae and letter marks:

- latin letters, used in indexes, are printed in italic type;
- Russian and Greek letter – Roman type, vector mark in half bold type;
- formulae must be numbered through the text. Only formulae with references are numbered.

Formulae format:

- style – “mathematical”;
- symbol size – 11

Sizes	
Full	11 – 10
Subscript/Superscript	7
Sub-subscript/Superscript	5
Symbol	12
Subsymbol	9

7 Tables (the word itself should be spaced) must be supplied with titles and placed right after the references in the text. All the table columns must have short titles. Magnitudes, mentioned in titles must go along with measurement unit.

8 Literature (the word itself is printed in Times New Roman Cyr 11, in bold type capital) contains sources, author used for article composing. There must be no more than 10 designation. All the references in the text are made in square brackets and placed at the end of article. Literature list mustn't contain unpublished works, textbooks, theses, as well as 10 year – old literature.

8.1 For the correctness of the information provided in the list of literature data the authors are responsible. References in Russian sagauniversal word LITERATURE (Times New Roman Cyr 11 bold font) and submitted in accordance with GOST R 7.0.5-2008 "Bibliographic reference. General requirements and rules of drawing up". Links to electronic documents must be made according to GOST 7.82-2001 "Bibliographic record. Bibliographic description of electronic resources" (see Appendix 1, 2).

9 Not more than 2 articles of one author can be published in the journal. The number of authors should not exceed 4 persons.

Original scientific articles of theoretical and experimental character are published in the magazine in the field of technical, natural, economic, chemical. The author specifies a heading (in the covering letter and an extract from faculty meeting) in which he would like to place the article:

- Processes and devices of food productions;
- Information technologies, modeling and management;
- Food biotechnology;
- Fundamental and applied chemistry, chemical technology;
- Biotechnology, bionanotechnology and technology of sugary products;
- Economy and management;

The magazine «the Messenger ВГУИТ» leaves 4 times a year: № 1 – March; № 2 – June; № 3 – September; № 4 – December.

The article must be thoroughly checked and signed by all the authors. Name, middle name, last name, address, science degree, position, place of work, telephone number (office and home) E-mail, the person communicate to are pointed out on a separate sheet of paper.

Accompanying deeds should be applied on paper:

- The transmittal letter;
- An extract from the report of faculty meeting with paper recommendation for printing;
- The positive review of the leading scientist in the given area or a member of an editorial board of the series, authenticated by the signature and printing.

The question on paper publication, its deviation is solved by an editorial board of the log and ee the solution is definitive. In case of refund of paper for correction by representation date it is considered day of reception of the corrected text. Finishing term - no more than 1 month.

The materials mismatching given demands of registration, to the publication are not accepted. Manuscripts are not refunded to authors.

The pay for the publication of manuscripts is not raised from post-graduate students.

THE ORDER OF THE LINKS ON THE RUSSIAN LANGUAGE THE BOOK, MONOGRAPH: (number of authors from 1 to 3): 1 Valukin M.E. Ter-Minassian, Glushkov A.I Evolution of movements in the men's classic dance.

M: GITIS, 2006. 251 S. (number of authors more than 3):

2 Evolution of movements in the men's classic dance / Valukin M.E. Ter-Minassian [and others]. M: GITIS, 2006. 251 S. A

TUTORIAL TUTORIAL:

(number of authors from 1 to 3):

3 Scoops V.A. Glukhov, V.P. Psycholinguistics. Theory of speech activity: textbook. manual for students of pedagogical universities. M: Vysshaya SHKOLA, 2006. 320 C. (number of authors more than 3):

4 Psycholinguistics. Theory of speech activity: textbook, a manual for students of pedagogical institutes / Woks VA [and other] M.: Vysshaya SHKOLA, 2006. 320 C. JOURNAL ARTICLE: (number of authors from 1 to 3):

5 Efimova T.N., Kusakin A.V., Ivanov B. I. Protection and rational use of wetlands in the Republic of Mari El // problems of regional ecology. 2007. T. 3. No. 1. C. 80-86. (number of authors more than 3):

6 Protection and rational use of wetlands in the Republic of Mari El / Efimova T.N. [and other] // problems of regional ecology. 2007. T. 3. No. 1. C. 80-86. COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS:

7 Content and technologies of adult education: a problem of the leading education: collected scientific articles. Tr. / Institute of adult education Grew. Acad. education; Ed. by A. Maron. M: JOB, 2007. 118 S.

MATERIALS OF CONFERENCES, FORUMS, MEETINGS, SEMINARS:

8 Chogokin D.P. Study initial speed braking controlled junctions // Polytransport system: Mat. VII vseros. nauch.-the technology. Conf., Krasnoyarsk, November 25-27, 2010, Novosibirsk: Publishing house of the STU, 2010. C. 578-583.

ANALYTICAL REVIEW:

9 Economy and politics of Russia and CIS countries: Analyt. review, APR. 2007 / Rus. Acad. Sciences, Institute of world economy and international. relations. M: IMEMO, 2007. 39 C.

PATENT:

order description:

10 Designation of the document, number, the name of the country, the index of the international classification of inventions. The title of the invention / full Name of the inventor, the applicant, the patent holder; name of the institution the applicant. Registration number of the application; the date of filing; date of publication, information about the published document.

example:

11 Pat. no 2201911, EN, C2 7 05 F 11/08, 9/00. The method of disposal of solid household waste and produce organic fertilizer / a Shrub DI, Soldatov S.V., Kazarinova TV, Nikonov T.S. no 2000132175/13; Appl. 2000132175; Publ. 10.04.2003, bull. Number 10.

LEGAL DOCUMENTS:

order description:

The official title of the document: information relating to the title (decree, decision)date of adoption of the document / edition Name. Year of publication. Room (log). The date and month (for Newspapers). The first and last pages.

example:

12 GOST 12.1.033. SSBT. Fire safety. Terms and definitions. Introduced 01.07.82. M: Interstate standard: IPK the publishing house of standards, 2001. 7 C.

THESIS

13 Yakimov M.A. study of the interaction between the components of electrolytes in the triple water-salt systems on the example of nitrate systems: dis... Dr. chem. Sciences: 10.01.71 : protected 05.02.71: appr. 10.06.71. Leningrad: Leningrad state University, 1971. 200 S.

THE DISSERTATION:

14 Yakimov M.A. study of the interaction between the components of electrolytes in the triple water-salt systems on the example of nitrate systems: Avtoref. dis. Prof. chem. Sciences : L / Leningrad: Leningrad state University, 1971. 40 C.

ELECTRONIC RESOURCE:

order description:

Surname ACTING author (if given). Resource name [Electronic resource]. Place of publication: Publisher, year of publication (if specified). The address of the local network resource (date of access of the site or last modification of the document).

example:

15 Shklovsky Mind, life, the universe [Electronic resource] M.: Yanus, 1996. Mode of access:

<http://www.elibrary/books/shklovsky/titul.htm> (23 November 2001)

THE ORDER OF THE LINKS ON ENGLISH LANGUAGE:ARTICLE FROM THE MAGAZINE:

order description:

Surname ACTING author (transliteration). Translation of the name of article in English. The name of the Russian-language source (transliteration, italics). [Translation of the name of the source on the English language (in brackets)]. Year, volume, number, pages (from-to). An indication of the language of the article (In Russ.) after the description of the article.

example:

1 Zagurenko A.G., Korotovskikh VA, A.A. Kolesnikov, Timonov A.V., Kardymon D.V. Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing. *Neftyanoe khozyaistvo [Oil Industry]*, 2008, vol. 10, no.11, pp. 54-57. (In Russ.).

ARTICLE FROM ELECTRONIC JOURNAL:

2 Swaminathan V., Lepkoswka-E. White, Rao B.P. Browsers or buyers in cyberspace? An investigation of electronic factors influencing electronic exchange. *Journal of ComputerMediated Communication*, 1999, vol. 5, no. 2. Available at: <http://www.ascusc.org/jcmc/vol5/issue2/> (Accessed 28 April 2011).

ARTICLE C DOI:

3 Z. Zhang, Zhu D. Experimental research on the localized electrochemical micromachining. *Russkii zhurnal elektrokhimii. [Russian Journal of Electrochemistry]*, 2008, vol. 44, no. 8, pp. 926-930. doi: 10.1134/S1023193508080077

ARTICLE FROM CONTINUING PUBLICATIONS (PROCEEDINGS):

4 Astakhov M.V., Tagantsev T.V. Experimental study of the strength of joints "steel-composite". *Trudy MGTU "Matematicheskoe modelirovanie slozhnykh tekhnicheskikh sistem"* [Proc. of the Bauman MSTU "Mathematical Modeling of Complex Technical Systems"], 2006, no. 593, pp. 125-130. (In Russ.).

CONFERENCE MATERIALS:

5 Usmanov T.S., Gusmanov A.A., Mullagalin I.Z. [et al.] Features of the design of field development with the use of hydraulic fracturing. *Trudy 6 Mezhdunarodnogo Simpoziuma "Novye resursosberegayushchie tekhnologii nedropol'zovaniya i povysheniya neftegazootdachi"* [Proc. 6th Int. Symp. "New energy saving subsoil technologies and the increasing of the oil and gas impact]. Moscow, 2007, pp. 267-272. (In Russ.).

BOOKS (MONOGRAPHS, COLLECTIONS):

6 Nenashev M.F. *Poslednee pravitel'stvo SSSR [Last government of the USSR]*. Moscow, Krom Publ., 1993. 221 p. (In Russ.).

7 Lindorf L.S., Mamikonians L.G. *Ekspluatatsiia turbogeneratorov s neposredstvennym okhlazhdeniem [Operation of turbine generators with direct cooling]*. Moscow, Energiia Publ., 1972. 352 p. (In Russ.).

8 Kanevskaya R.D. *Matematicheskoe modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov razrabotki mestorozhdenii uglevodorodov [Mathematical modeling of hydrodynamic processes of hydrocarbon deposit development]*. Izhevsk, 2002. 140 p. (In Russ.).

9 Izvekov V.I., Serikhin N.A., Abramov, A.I. *Proektirovanie turbogeneratorov [Design of turbo-generators]*. Moscow, MEI Publ., 2005, 440 p. (In Russ.).

10 Latyshev, V.N., *Tribologiya rezaniya. Kn. 1: Friksionnye protsessy pri rezanie metallov (Tribology of Cutting, Vol. 1: Frictional Processes in Metal Cutting)*, Ivanovo: Ivanovskii Gos. Univ., 2009. (In Russ.).

TRANSLATED VERSION OF THE BOOK:

11 S.P. Timoshenko, Young D.H., W. Weaver *Vibration problems in engineering*. 4th ed. New York, Wiley, 1974. 521 p. (Russ. ed.: S.P. Timoshenko, Iang D.Kh., Uiver U. *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p.).

12 Brooking A., P. Jones, F. Cox *Expert systems. Principles and case studies*. Chapman and Hall, 1984. 231 p. (Russ. ed.: Bruking A., Dzhons P., Koks F. *Ekspertnye systems. Printsipy raboty i primery*. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 224 p.).

UNPUBLISHED DOCUMENT:

13 Latypov A.R., M.M. Khasanov, Baikov VA *Geology and Production (NGT GiD). The Certificate on official registration of the computer program. No. 2004611198, 2004.* ((In Russ.), unpublished).

THESIS OR DISSERTATION:

14 V.I. Semenov *Matematicheskoe modelirovanie plazmy v sisteme kompaktnyi tor. Diss. dokt. fiz.-mat. nauk [Mathematical modeling of the plasma in the compact torus. Dr. phys. and math. sci. diss.]*. Moscow, 2003. 272 p. (In Russ.).

GOST:

GOST 8.586.5-2005. *Metodika vypolneniia izmerenii. Izmerenie raskhoda kolichestva i zhidkosti i gazov s pomoshch'iu standartnykh suzhaiushchikh ustroystv [State Standard 8.586.5 - 2005. Method of measurement. Measurement of flow rate and volume of liquids and gases by means of orifice devices]*. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russ.).

PATENT:

Palkin M.V. *Sposob orientirovaniia po krenu letatel'nogo apparata s opticheskoi golovkoi samonavedeniia [The way to orient on the roll of aircraft with optical homing head]*. Patent RF, no. 2280590, 2006.