

Методы и подходы к прогнозированию в мясной промышленности

Андрей Б. Лисицын	¹	info@vniimp.ru
Марина А. Никитина	¹	nikitinama@vniimp.ru
Александр Н. Захаров	¹	azakharov@vniimp.ru
Екатерина О. Щербинина	¹	escherbinina@vniimp.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия

Реферат. Современный этап развития АПК характеризуется возрастающей сложностью, интенсификацией технологических процессов комплексной переработки биосырья животного происхождения, а также необходимостью системного анализа всего многообразия определяющих факторов и связей между ними, многокомпонентностью целевой функции качества продукции и жесткими ограничениями на технологические режимы. Одной из главных задач, стоящих перед работниками предприятия АПК, перерабатывающих биотехнологическое сырье, помимо увеличения объема производства является дальнейшее организационное совершенствование работы всех звеньев продовольственного конвейера. Мясная промышленность как часть АПК должна с максимальной эффективностью использовать биологическое сырье, сокращая потери и даже исключая потери на всех этапах обработки; рационально использовать сырье при выборе вида обрабатываемой продукции; постоянно повышать качество, биологическую и пищевую ценность изделий; увеличивать ассортимент выпускаемой продукции с целью удовлетворения возрастающих требований потребителя и расширения рынка их реализации в условиях неопределенности внешней среды, обусловленной неравномерностью поступления сырья, разбросом его свойств и параметров, ограниченными сроками реализации продукции и колебаниями спроса на продукцию. Задачи, стоящие перед мясной промышленностью невозможно решить без изменения стратегии научно-технического развития отрасли. Для осуществления данных задач необходимо использовать прогнозирование как метод постоянного совершенствования всех технологических процессов и проведения их в рациональных и оптимальных режимах, постоянно контролируя качество сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на всех стадиях технологической обработки физико-химическими, физико-механическими (реологическими), микробиологическими и органолептическими методами. В статье дан обзор основных методов и подходов к прогнозированию в мясной промышленности.

Ключевые слова: прогнозирование, методы прогнозирования, фактографические методы, экспертные методы, комбинированные методы, биосырье, реологические методы, математическое моделирование, имитационное моделирование, метод «Форсайт»

Methods and approaches to prediction in the meat industry

Andrey B. Lisitsyn,	¹	info@vniimp.ru
Marina A. Nikitina,	¹	nikitinama@vniimp.ru
Aleksandr N. Zakharov,	¹	azakharov@vniimp.ru
Ekaterina O. Scherbinina	¹	escherbinina@vniimp.ru

¹ The V.M. Gorbato All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia

Summary. The modern stage of the agro-industrial complex is characterized by an increasing complexity, intensification of technological processes of complex processing of materials of animal origin also the need for a systematic analysis of the variety of determining factors and relationships between them, complexity of the objective function of product quality and severe restrictions on technological regimes. One of the main tasks that face the employees of the enterprises of the agro-industrial complex, which are engaged in processing biotechnological raw materials, is the further organizational improvement of work at all stages of the food chain, besides an increase in the production volume. The meat industry as a part of the agro-industrial complex has to use the biological raw materials with maximum efficiency, while reducing and even eliminating losses at all stages of processing; rationally use raw material when selecting a type of processing products; steadily increase quality, biological and food value of products; broaden the assortment of manufactured products in order to satisfy increasing consumer requirements and extend the market for their realization in the conditions of uncertainty of external environment, due to the uneven receipt of raw materials, variations in its properties and parameters, limited time sales and fluctuations in demand for products. The challenges facing the meat industry cannot be solved without changes to the strategy for scientific and technological development of the industry. To achieve these tasks, it is necessary to use the prediction as a method of constant improvement of all technological processes and their performance under the rational and optimal regimes, while constantly controlling quality of raw material, semi-prepared products and finished products at all stages of the technological processing by the physico-chemical, physico-mechanical (rheological), microbiological and organoleptic methods. The paper presents the man methods and approaches to prediction in the meat industry.

Keywords: prediction, predictive methods, factographic methods, expert methods, combined methods, biological raw materials, rheological methods, mathematical modeling, simulation modeling, foresight method

Для цитирования

Лисицын А. Б., Никитина М. А., Захаров А. Н., Щербинина Е. О. Методы и подходы к прогнозированию в мясной промышленности // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 261–267. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-261-267

For citation

Lisitsyn A. B., Nikitina M. A., Zakharov A. N., Scherbinina E. O. Methods and approaches to prediction in the meat industry. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 261–267. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-261-267

Введение

Мясная отрасль пищевой промышленности занимает важное место среди приоритетов государственной экономической политики, что обусловлено ее определяющей ролью в поддержании продовольственной безопасности и социальной стабильности.

Эффективная деятельность предприятий мясной промышленности в современных условиях в значительной степени зависит от получения своевременной актуальной управленческой информации и прогнозирования своего развития на краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный период. Для получения прогноза, может быть использовано множество методов и подходов к прогнозированию, каждый из которых имеет свои преимущества.

Методы прогнозирования

Все методы прогнозирования могут быть разделены на три класса:

1. *Фактографические методы* – основаны на фактических данных об объекте прогнозирования, которые получены, измерены и обработаны. Чаще всего применяются при поисковом прогнозировании для эволюционных процессов;

2. *Экспертные методы* – базируются на интуиции, опыте и знаниях экспертов специалистов об объекте прогнозирования. Экспертные методы в большей мере соответствуют нормативному прогнозированию скачкообразных процессов;

3. *Комбинированные* – методы со смешанной информационной основой, в которых в качестве первичной информации наряду с фактографической используется экспертная.

Выбор конкретного метода является одной из наиболее важных задач прогнозирования.

Специфика предприятий мясной отрасли связана с неоднородностью и нестационарностью материальных потоков структурно сложного биосырья животного происхождения. Обобщенный подход для построения математических моделей производственных и технологических процессов и операций мясоперерабатывающих предприятий предложен Бородиным А.В. [1]. В таблице 1 дано краткое представление по каждой группе методов прогнозирования.

Использование обучающих, тренажерных систем, позволяющих имитировать различные варианты переработки биосырья, различные режимы технологических и производственных

процессов, путем машинного эксперимента воссоздавать различные производственные ситуации, требующие принятия соответствующих управленческих решений с последующим анализом полученных результатов. Ввиду сложности и многообразия процессов и операций перерабатывающего производства трансформация накопленной информации в систему упорядоченных знаний осуществляется с использованием широкого спектра математических моделей и методов. Первый класс моделей связан с обработкой статистической информации по поступающим на перерабатывающее предприятие потоком сырья. Долговременная информация по поставкам сырья, позволяет установить вероятностные характеристики их весовых параметров и выявить периодичность их поступления.

На основании этих данных строятся адаптивные модели прогноза поставок. С использованием методов многофакторного дисперсионного анализа устанавливаются наиболее значимые факторы, влияющие на количественные и качественные показатели мясного сырья. Для различных сочетаний этих факторов методами корреляционного и регрессионного анализа строятся стохастические зависимости показателей качества от возраста с/х животных. Таким образом, формируется обобщенная модель качества мясного сырья, позволяющая осуществлять прогноз сырьевых потоков, сглаживая в некоторой степени существенную неопределенность на входе перерабатывающего предприятия. Второй класс моделей используется при решении задач распределения сырья, управления запасами и организации сбыта готовой продукции и позволяет описывать материальные потоки перерабатывающего предприятия АПК. Наиболее эффективным методом решения такого рода задач является метод стохастического имитационного моделирования. В результате анализа случайных параметров, характеризующих функционирование этих производственных участков, устанавливаются законы их распределения и для них разрабатывается набор генераторов псевдослучайных чисел (ГСЧ). При построении имитационных моделей управления запасами и экспедиции перерабатывающего производства (система массового обслуживания) ГСЧ служат источником получения необходимой статистической информации.

Классификация моделей и методов, используемых в мясной промышленности

Table 1.

Classification of models and methods used in meat industry

Задачи Tasks	Модели Models	Методы решения Methods of solution
Разработка архитектуры технических средств Design of architecture of technical means	Структурно-параметрическая модель Structural-parametric model	Теория графов Graph theory
Прогноз поставок Prediction of supply	Стохастическая зависимость Stochastic dependency	Методы регрессионного анализа Methods of regression analysis
Оценка качества сырья Assessment of raw material quality	Уравнения регрессии Regression equation	Методы дисперсионного и регрессионного анализа Methods of variance and regression analysis
Замена оборудования Change of equipment	Целочисленное программирование, Сетевые методы планирования, Динамическое программирование Integer programming, Network methods of planning, Dynamic programming	Симплекс метод, метод потенциалов Simplex method, method of potentials
Управление запасами сырья и готовой продукцией Management of raw material and finished product supply	Модель динамического программирования, имитационного моделирования Model of dynamic programming, simulation modeling	Динамическое программирование, Имитационное моделирование Dynamic programming, simulation modeling
Задачи логистики Tasks of logistics	Модель массового обслуживания, Транспортная задача Queueing model, transport task	Имитационное моделирование, Метод статистического моделирования (метод Монте-Карло) Simulation modeling, Method of statistical modeling (Monte-Carlo Method)
Моделирование процессов механической обработки Modeling of processes of mechanical treatment	Эмпирические зависимости Empirical dependencies	Обработка результатов активного и пассивного эксперимента Processing of the results of the active and passive experiments
Моделирование процессов тепловой обработки Modeling of processes of thermal treatment	Уравнения математической физики Equations of mathematical physics	Численные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных Numerical Methods for the Solution of Partial Differential Equations
Ассортиментно-рецептурная оптимизация Assortment and recipe optimization	Модель линейного и нелинейного программирования Models of linear and nonlinear programming	Симплекс метод, метод потенциалов Simplex method, method of potentials

Третий класс моделей связан с описанием технологических процессов переработки биосырья, подчиняющихся законам механики сплошных сред. К таким моделям относятся уравнения теплопроводности и теплопереноса, гидродинамики. Основные проблемы при использовании этого класса моделей, связаны с их численной реализацией. Нелинейный характер изменения параметров этих моделей в зависимости от температуры и нелинейность граничных условий позволяют получить аналитическое решение только в результате существенного упрощения модели. От этого недостатка избавлены численные методы решения, нашедшие широкое распространение в связи с развитием вычислительной техники и информационных технологий. Реализация этого класса моделей позволяет получить пространственно-временное распределение поля температур по всему объему подверженного тепловой обработке изделия,

которое, в свою очередь, определяет изменение микробиологических, физико-химических, реологических и механических характеристик сложных, многокомпонентных продуктов.

Реологические методы позволяют установить аналитические зависимости между качеством продукции и его структурно-механическими характеристиками. Полученная объективная физическая величина может быть использована для управления технологическим процессом и качеством продукта. Наиболее подходящими для решения этой проблемы являются методы, которые основаны на принципах ротационной вискозиметрии. Они позволяют установить зависимость между структурно-механическими характеристиками, определяемыми методами ротационной вискозиметрии и структурным состоянием продукта, отражающим его потребительские свойства и [12].

Основная роль в использовании **реологических методов** в мясной промышленности принадлежит А.В. Горбатову. Им разработаны пути и методы совершенствования аппаратов и процессов, а также технологических приемов обработки продукции животного происхождения за счет использования методов инженерной реологии. А.В. Горбатовым создана научная школа по реализации и дальнейшей разработке методов реологии с целью оптимизации производства на базе создания новой техники и технологии.

В реологии как науке о течении и деформации реальных тел широко используются следующие методы прогнозирования: *дифференциальный, интегральный, аналогий и моделей, анализа размерностей, экспериментальный*. При этом обычно основываются на гипотезах, рассматривающих материал, с макроскопической точки зрения, в качестве сплошной деформируемой среды, мерами подвижности частиц которой является амплитуда и скорость смещения с непрерывным распределением основных физических свойств и деформаций. Такой подход позволяет не рассматривать сложные молекулярные движения в телах и использовать для описания процессов аппарат математического анализа, применяемого к непрерывным функциям. Каждый из перечисленных методов, за исключением экспериментального, можно осуществлять теоретико-феноменологическими и экспериментальными способами. В рамках одного исследования возможны комбинации (сочетания) методов.

Дифференциальным методом пользуются при изучении бесконечно малых величин в феноменологических исследованиях при составлении дифференциальных уравнений; в экспериментальных работах часто изучают изменение параметров отдельных элементов тела в каком-либо процессе. Таким образом, дифференциальный метод позволяет определить в теоретических и экспериментальных исследованиях состояние величин переменных во времени и пространстве. **Интегральный метод** дает возможность определить суммарный эффект изменения параметров в системе под действием тех или иных факторов и служит для изучения конечных величин.

В реологии широко распространен **метод механических моделей**. Например, для получения наглядной картины поведения материала под действием напряжений каждое его свойство (пластичность, упругость и др.) заменяют механическим элементом (парой трения скольжения, пружины и т. д.). В реологии также используется математическое, геометрическое, физическое и другое моделирование.

Метод анализа размерностей применяют для составления критериальных уравнений при обработке экспериментальных данных. При разработке методики эксперимента, определив

независимые и зависимые переменные и функциональную зависимость между критериями, можно установить необходимые пределы изменения последних.

Экспериментальный метод обязателен при полных исследованиях для получения всех расчетных зависимостей и формул. Только в результате эксперимента можно определить границы приложения интегрального и дифференциального уравнения, найти для теоретических и экспериментальных уравнений коэффициенты, характеризующие специфичность исследуемого объекта [11].

Математические модели материальных потоков и технологических операций позволяют с помощью прикладных и стандартных программ имитировать (воспроизвести) текущие производственные ситуации, неподдающиеся прямым аналитическим и экспериментальным исследованиям [13].

Математическое и имитационное моделирование технологических процессов с применением информационных технологий становится для технолога одним из основных методологических средств обеспечения гибкого автоматизированного производства с оптимизацией его на каждом этапе по установленным критериям и ограничениям [14–18].

Ю. А. Ивашкиным и др. [2] предложена математическая модель структурной оптимизации колбасного производства с возможностью дополнения ограничений на отдельные вспомогательные компоненты рецептуры, стабилизирующие выход, состав и качество продукта.

И. И. Протопоповым [19] разработана модель оптимизации технологий переработки биосырья на функциональном уровне с использованием биокибернетического анализа основных подсистем и стадий жизненного цикла биотехнологического комплекса, с применением систем компьютерной диагностики и прогнозирования для поиска оптимальных решений неформализуемых задач управления технологиями по критерию качества.

О. Н. Красуля [20] предложила модель математического программирования с нечёткими ограничениями потребительских свойств продуктов и целевыми функциями, оптимизация которых достигается на основе введения добавок направленного действия с обоснованием принципов математического моделирования технологий мяса и мясных продуктов при нечётком характере их описаний для оценки перспективности технологических и технических решений в мясной промышленности.

Метод «Теория массового обслуживания». Решение оперативных и долгосрочных задач можно реализовать с помощью мультиагентного имитационного моделирования [8–10] логистической системы перерабатывающего предприятия

в ее декомпозиции на основные сферы снабжения, производства и сбыта с определенными свойствами, индивидуальным поведением и состоянием, а также особенностями реакций на внешние воздействия и связи в конкретных ситуациях поступления сырья и управления запасами, планирования переработки и реализации продукции в зависимости от динамики внешних поставок и заказов торгующих организаций.

Авторами [7] предложена агентная структура модели логистического предприятия. Логистическая система мясоперерабатывающего предприятия объединяет множество технологических процессов, материальных потоков и транспортных операций и разделяется на ряд функциональных подсистем, осуществляющих в своих сферах управления закупочной, производственной, маркетинговой деятельностью, и представляется в виде совокупности взаимосвязанных агентов, описывающих процессы производственной логистики, логистики снабжения и логистики сбыта.

Особое место среди методов прогнозирования в мясной промышленности занимают **комбинированные методы**, которые предполагают одновременное использование различных методов прогнозирования. Использование комбинированных методов особенно актуально для сложных систем, когда при разработке прогноза могут быть использованы различные сочетания методов прогнозирования [3].

Среди комбинированных методов наиболее известен метод «Форсайт». Методология Форсайта включает в себя пять основных этапов: формулирование проблемы (описание интересующего направления); анализ текущей ситуации; изучение существующих условий, влияющих на исследуемую область; определение тенденций по изучаемой проблеме и разработка возможных сценариев развития с вероятными последствиями; выработка рекомендаций (предложений) по каждому сценарию при участии всех заинтересованных сторон [5]. Набор методов и подходов, используемых в Форсайт-проектах, постоянно увеличивается и включает в настоящий момент десятки методов – как количественных (моделирование, анализ взаимного влияния, метод обратного прогнозирования), так и качественных (интервью, «деревья соответствий», сценарии, обзоры литературы, ролевые игры и др.). Классификация инструментов и методов Форсайта представлена в таблице 2 [6].

Как видно из таблицы 2, основой любого инструмента Форсайта является взаимодействие всех стейкхолдеров¹ посредством формирования экспертных групп, проведения семинаров, конференций, круглых столов. Для эффективного прогнозирования необходима творческая среда, компетентность организаторов и участников, а также непрерывное информирование всех заинтересованных лиц.

Таблица 2.

Матрица инструментов метода Форсайт

Table 2.

Mental Acts & Methods

	Сбор данных Understanding	Синтез и моделирование Synthesis & Models	Анализ и выбор Analysis & Selection	Трансформация Transformation	Действия Actions
Информирование/творчество / компетентность Information / Creativity / Expertise	Сканирование Scanning	Игровое моделирование Gaming	SWOT анализ SWOT analysis	Обратное прогнозирование Back casting	Список приоритетов Priority Lists
	Библиометрический анализ Bibliometrics	Сценарное планирование Scenario planning	Многокритериальный анализ Multi Criteria analysis	Дорожные карты Road Mapping	Критические / Ключевые технологии Critical / Key technologies
	Обзор литературы Literature review	Шаблонный анализ Wildcard analysis	Перекрытый анализ Gross Impact analysis	Деревья релевантности Relevance trees	Планирование R&D R&D planning
	Интервью Interviews	Слабые сигналы Weak signals	Пиритизация / Делфи Prioritisation / Delphi	Логические блок-схемы Logic Charts	Планирование действий Action planning
	Индикаторы тенденций Trends / Drivers Indicators	Моделирование Modelling	Количественная оценка / рейтинги Scoring / Rating	Линейное программирование Linear programming	Операционное планирование Operational planning
	Анализ систем Systems analysis	Имитационное моделирование System simulation	Оценка преимуществ / стоимости / рисков Benefit / Cost / Risk analysis	Стратегическое планирование Strategic planning	Оценка взаимодействия Impact assesment
Взаимодействие Interaction	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences	Экспертные группы / конференции Panels / Conferences

¹ В системной инженерии стейкхолдеры рассматриваются в контексте процесса принятия решений как физические лица или организации, зависящие от результатов принимаемых решений.

Выводы

Подсистемы прогнозирования ориентированы на помощь лицу, принимающему решения (ЛПР) в проблемных ситуациях при мониторинге и управлении сложными объектами и процессами, а также решающему ряд задач в различных проблемных областях с использованием средств интеллектуального анализа данных [4] и прогнозирования ситуаций на объекте управления.

Внедряемая на мясоперерабатывающих предприятиях, комплексная система управления качеством обеспечивает повышение доли

продукции высшей категории качества, способствует росту культуры производства и позволяет улучшать все показатели работы. Успешное решение этой важнейшей задачи возможно при совершенствовании, интенсификации и оптимизации производства и внедрении MES и ERP-технологий.

Без интенсификации технологического процесса и разработки средств для контроля оптимальных параметров невозможны модернизация существующих и создание новых совершенных точно-механизированных и автоматизированных линий, являющихся основой технического перевооружения предприятий мясной отрасли [11].

ЛИТЕРАТУРА

1 Бородин А.В. Управление качеством и безопасностью ферментированных мясopодуKтов в процессе изготовления // Мяcные технологии. 2015. № 12 (156). С. 54-57.

2 Ивашкин Ю.А., Протопопов И.И., Бородин А.В. и др. Моделирование производственных процессов мясной и молочной промышленности. Москва: Агропромиздат, 1987. 232 с.

3 Светуных И.С., Светуных С.Г. Модели и методы. Т. 2. Москва: Издательство Юрайт, 2015. 447 с.

4 Финн В.К. Искусственный интеллект. Методология, применения, философия. Москва: Кранд, 2011. 448 с.

5 Hines A., Bishop P. Thinking about the future: Guidelines for strategic foresight (2nd edition). Houston, TX: Hinesight, 2015.

6 Сводная таблица ментальных действий и методов. URL: <http://www.system-thinking.ru/2009/11/mam-tabl/> (дата обращения: 10.08.2016).

7 Ивашкин Ю.А. Мультиагентное моделирование в имитационной системе SIMPLEX3. М.: Лаборатория знаний, 2016. 350 с.

8 Schmidt B. The Art of Modelling and Simulation. SCS-Europe BVBA. Chent: Belgium, 2001. 480 p.

9 Schmidt B. Die Modellierung menschlichen Verhaltens. SCS-Europe BVBA. Chent: Belgium, 2000. 104 p.

10 Ивашкин Ю.А. Агентные технологии и мультиагентное моделирование систем. М.: МФТИ, 2013. 268 с.

11 Косой В.Д., Виноградов Я.И., Малышев А.Д. Инженерная реология биотехнологических сред. СПб.: ГИОРД, 2005. 648 с.

12 Дунченко Н.И. Магомедов М.Д., Рыбин А.В. Управление качеством в отраслях пищевой промышленности. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2012. 212 с.

13 Лисицын А.Б., Никитина М.А., Захаров А.Н., Сусь Е.Б., Насонова В.В., Лебедева Л.И. Прогнозирование качества мясных изделий методами математического программирования. Теория и практика переработки мяса. 2016;1(1):75-90. DOI:10.21323/2114-441X-2016-1-75-90.

14 Box G.E. et al. Time series analysis: forecast and control. John Wiley & Sons, 2015.

15 Granger C.W., Newbold P. Forecasting economic time series. Academic Press, 2014.

16 Daganzo C. Multinomial probit: the theory and its application to demand forecasting. Elsevier, 2014.

17 Granger C.W. Forecasting in business and economics. Academic Press, 2014.

18 Vosen S., Schmidt T. Forecasting private consumption: survey-based indicators vs. Google trends // Journal of Forecasting. 2011. Т 30. № 6. 565-578 p.

19 Протопопов, И.И., Дургарян И.С., Пашенко Е.Ф. и др. Моделирование биотехнологических систем по статистическим критериям. М.: МГУПБ, 2003. 58 с.

20 Красуля О.Н., Николаева С.В., А.В. Токарев и др. Моделирование рецептур пищевых продуктов и технологий их производства. СПб: ГИОРД, 2015. 320 с.

REFERENCES

1 Borodin A. V. Managing quality and safety of fermented meat products in the manufacturing process. *Myasnye tekhnologii* [Meat technology]. 2015. no. 12. pp. 54-57. (in Russian).

2 Ivashkin Yu. A., Protopopov I.I., Borodin A.V. et al. *Modelirovanie proizvodstvennykh protsessov myasnoi i molochnoi promyshlennosti*. [Modeling of the production processes in meat and dairy industry]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1987, 256 p.

3 Svetunkov I. S., Svetunkov S.G. *Modeli i metody* [Models and methods: textbook and laboratory manual for the academic bachelor degree course]. Vol. 2. Moscow, Urigh Publishing House, 2015, 447 p.

4 Finn V.K. *Iskusstvennyi intellekt. Metodologiya, primeneniya, filosofiya* [Artificial intelligence. Methodology, application, philosophy]. Moscow, Krasand Publ., 2011, 448 p.

5 Hines A., Bishop P. Thinking about the future: Guidelines for strategic foresight (2nd edition). Houston, TX: Hinesight, 2015.

6 *Svodnaya tablitsa mental'nykh deistvii i metodov*. Summary table of the mental activities and methods. Available at: <http://www.system-thinking.ru/2009/11/mam-tabl/> (accessed 10.08.2016).

7 Ivashkin Yu. A. *Mul'tiagentnoe modelirovanie v imitatsionnoi sisteme SIMPLEX3*. [Multi-agent modeling in the simulation system SIMPLEX3: a training manual]. Moscow, Laboratoriya znaniy Publ., 2016, 350 p.

8 Schmidt B. The Art of Modelling and Simulation. SCS-Europe BVBA. Chent: Belgium, 2001. 480 p.

9 Schmidt B. Die Modellierung menschlichen Verhaltens. SCS-Europe BVBA. Chent: Belgium, 2000. 104 p.

10 Ivashkin Yu. A. *Agentnye tekhnologii i mul'ti-agentnoe modelirovanie sistem* [Agent technologies and multi-agent modeling of systems]. Moscow, MFTI Publ., 2013, 268 p.

11 Kosoy V.D., Vinogradov Ya. I., Malyshev A.D. *Inzhenernaya reologiya biotekhnologicheskikh sred* [Engineering rheology of the biotechnological media]. St. Petersburg, GIOR Publ., 2005, 648 p.

12 Dunchenko N.I., Magomedov M.D., Rybin A.V. *Upravlenie kachestvom v otraslyakh pishchevoi promyshlennosti* [Quality Management in the food industry: Training in the expedient]. Moscow, Publishing and trading Corporation «Dashkov and K°», 2012, 212 p.

13 Lisitsyn A.B., Nikitina M.A., Zakharov A.N., Sus E.B., Nasonova V.V., Lebedeva L.I. Prediction of meat product quality by the mathematical programming methods. *Theory and practice of meat processing*. 2016; 1(1):75-90. (In Russ.) DOI:10.21323/2114-441X-2016-1-75-90

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Андрей Б. Лисицын академик РАН, д. т. н., профессор, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия, info@vniimp.ru

Марина А. Никитина к. т. н., доцент, ведущий научный сотрудник, руководитель направления Информационные технологии Центра «Экономико-аналитические исследования и информационные технологии», Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия, nikitinama@vniimp.ru

Александр Н. Захаров к. т. н., старший научный сотрудник, Заместитель директора по экономическим связям и маркетингу, Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия, azakharov@vniimp.ru

Екатерина О. Щербинина аспирант, старший научный сотрудник Центра «Экономико-аналитические исследования и информационные технологии», Всероссийский научно-исследовательский институт мясной промышленности имени В.М. Горбатова, ул. Талалихина, 26, г. Москва, 109316, Россия, escherbinina@vniimp.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Ответственность за работу и предоставленные сведения несут все авторы. Все авторы в равной степени участвовали в этой работе.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 28.09.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 27.10.2016

14 Box G.E. et al. [Time series analysis: forecasting and control]. John Wiley&Sons, 2015.

15 Granger C.W., Newbold P. [Forecasting economic time series]. Academic Press, 2014.

16 Daganzo C. [Multinomial probit: the theory and its application to demand forecasting]. Elsevier, 2014.

17 Granger C.W. [Forecasting in business and economics]. Academic Press, 2014.

18 Vosen S., Schmidt T. [Forecasting private consumption: survey-based indicators vs. Google trends]. Journal of Forecasting. 2011. Vol. 30. no. 6, pp. 565-578.

19 Protopopov I.I., Durgaryan I.S., Pashenko F.E. *Modelirovanie biotekhnologicheskikh sistem po statisticheskim kriteriyam* [Modeling of biotechnological systems on statistical criteria]. Moscow, MSUAB Publ., 2003, 58 p.

20 Krasulya O.N., Nikolaeva S.V., Tokarev A.V. *Modelirovanie retseptur pishchevykh produktov i tekhnologii ikh proizvodstva* [The modeling formulations of food and their production technologies: a training manual]. St. Petersburg, GIOR Publ., 2015, 320 p.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey B. Lisitsyn academician of the Russian Academy of Sciences, doctor of technical sciences, professor, Director, The V.M. Gorbatov All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia, info@vniimp.ru

Marina A. Nikitina candidate of technical sciences, docent, leading scientific worker, the Head of the Direction of Information Technologies of the Center of Economic and Analytical Research and Information Technologies, The V.M. Gorbato All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia, nikitinama@vniimp.ru

Aleksandr N. Zakharov candidate of technical sciences, senior scientific worker, Deputy Director for Economic Relations and Marketing, The V.M. Gorbato All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia, azakharov@vniimp.ru

Ekaterina O. Scherbinina graduate student, senior scientific worker of the Center of Economic and Analytical Research and Information Technologies, The V.M. Gorbato All-Russian Meat Research Institute, Talalikhina str., 26, Moscow, 109316, Russia, escherbinina@vniimp.ru

CONTRIBUTION

All authors are responsible for the work and presented information. Authors have made an equal contribution to this work.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 9.28.2016

ACCEPTED 10.27.2016