

УДК 664.95

Профессор Д. Дуткевич

(Кошалинский политехнический университет, Польша) кафедра процессов и аппаратов пищевых производств. тел. +48601961171

профессор Ю.А. Фатыхов

(Калининградский государственный технический университет) кафедра пищевых и холодильных машин. тел. 8652471280

профессор А. Довгалло

(Морской институт рыболовства, г. Гдыня, Польша) отдел новой техники. тел. +48728819382

Professor D. Dutkiewicz

(Koshalin polytechnic University, Poland) Department of processes and apparatuses of food products. phone +48601961171

professor Iu. A. Fatykhov

(Kaliningrad State Technical University) Department of food and refrigeration machines. phone 8652471280

professor A. Dowgiullo

(Morski Instytut Rybacki, Poland) Department of innovative machinery. phone. +48728819382

О взаимосвязи физических свойств пищевого сырья и способов реализации процессов на основе системного подхода

About dependence of physical properties of food raw materials and ways for realization of processes based on system approach

Реферат. Рассматриваются значение системного подхода в обучении будущих специалистов и системная структура интеграции технологического оборудования и создания способов действия машин. Появление биоинженерии требует нового способа мышления на базисе синергетического и системного подхода. В обучении специалистов пищевой промышленности системное мышление должно быть направлено на установление функциональной, структурной и параметрической сущности машин и аппаратов. Итог системного объекта обработки – структура создаваемого оборудования, в которой обосновывается рациональный способ реализации осуществляемого процесса. В системной структуре техники в качестве действия и объектов выступают операторы, операнды и операции. Предложена системная структура интеграции технологического оборудования для выполнения процессов сборки (синтеза) и разборки (анализа) пищевого сырья. Рассматривается системная структура создания способов выполнения единичных механических процессов, связывающих две структуры материальный – физические свойства сырья и рабочие органы машины; и две структуры абстрактного характера – функцию машины и способ ее действия.

Summary. The meaning of system approach to teaching would be specialists for food industry and system structure of integrating technological equipment and methods of machine operation is discussed. Emergence of bioengineering demands a new way of thinking based on synergetics and system approach. In teaching specialists for food industry a system thinking must be directed at establishing functional, structural and parametric essence of machines and apparatuses. The result of system analysis is establishing of dependence of processed object properties on structure of equipment being designed, where the rational way of the process is being founded. In system machinery structure operators, operands and operations function as actions technological equipment with the purpose of assemblage (synthesis) and dismantle (analysis) of food raw is suggested. A system structure of creating ways of fulfilling single mechanic processes connecting two structures: materialand physical properties of raw and machines' working heads; and two structures of abstract character – machine functions and ways of its operation

Ключевые слова: системный подход, интеграция, машины, аппараты, процессы, свойства, способы.

Keywords: system approach, integration, machines, apparatuses, properties, ways.

Повышение уровня жизни общества требует постоянной модернизации промышленного производства путем внедрения инноваций, возникновение которых в решающей степени

зависит от уровня развития науки, качества и способа подготовки специалистов и их предприимчивости.

© Дуткевич Д., Фатыхов Ю.А., Довгалло А., 2014

Высокие темпы развития пищевых технологий и сопутствующей техники производства привели к такому объему знаний, при котором возникла угроза информационного кризиса в возможностях их освоения в высших учебных заведениях [1]. Научные знания накапливались многие годы путем обобщения теории и практики создаваемой в более 30 отраслях пищевой промышленности. Технологическое оборудование, применяемое для переработки сотен видов сельскохозяйственного сырья растительного и животного происхождения, насчитывает более двух тысяч видов машин, аппаратов и биореакторов и многократно больше их видоизменений (типов).

Процесс дифференциации знаний и инженерии не уравнивается системной интеграцией, что ведет к возникновению многих проблем. Одной из них является узкая специализация при подготовке инженерных специалистов, в то же время наука становится все более междисциплинарной. Сотрудничество стало необходимостью как в научной деятельности ученых, так и в процессе создания инноваций.

Такое положение привело к рождению новой полидисциплины, называемой биоинженерией, которая интегрирует знания разных областей науки. Из самого названия вытекает, что ее предметом является инженерия материалов биологического происхождения, но рожденных не только в естественных (на полях), но и в искусственных (в ретортах) условиях. Создающаяся дисциплина требует нового способа мышления на базисе синергетического и системного подхода, так как она объединяет накопленные в различных областях знания, существующие в биологии, технике, экономике, информатике и т.д.

В работе [2] обобщен материал, содержащий философские основы развития технологий пищевых производств как систем процессов и поточных линий как систем машин. Авторы предлагают принципиально новое концептуальное решение проблемы взаимной адаптации (реакции системы к изменяющимся внешним и внутренним условиям) машинных технологий к технологическим свойствам пищевых сред, подчеркивая необходимость синтеза и анализа интегрированной системы «технологические свойства пищевых сред – процессы обработки – машины, аппараты и биореакторы».

Эти и другие работы академика РАН В.А. Панфилова и его коллектива инспирировали авторов данной статьи попытаться рассмотреть вопрос системной структуры, интегрирующей технологическое оборудование пищевых производств и структуру создания

способов работы машин пищевых производств, в которых системным классификатором являются не виды сырья, а его физические свойства. Термин «физические свойства» широко применяется за рубежом по отношению к тем свойствам, которые определяются только с применением физических методов измерения сырья без деструктуризации его структурного строения и изменения химического и материального состава. Во всех отраслях пищевой промышленности эти свойства, по мере развития инструментальных методов исследования, широко изучаются; они имеют исключительное аппликационное значение в развитии изобретательства как в технологии, так и в технике.

Многостороннее значение физических свойств сырья, особо относящееся к механическим однооперационным процессам переработки, количество и масштабы которых во много раз превышают другие, применяемые в пищевой промышленности (например, измельчение), во многих учебных и научных изданиях недостаточно подчеркнуто, особенно в отношении указания их системной связи со способами действия машин. Следует подчеркнуть, что системная структура создаваемых способов, в которых другие свойства пищевого сырья (например, теплофизические и т.д.) являются системным классификатором, относится также к способам реализации аппаратных процессов, которые относительно давно созданы, прежде всего, в химической технологии, и широко представлены в спектре промышленного производства.

Применяемый в статье многозначный термин «структура» определяет сам способ взаимного подчинения составных частей и их подчинения в определенную цельность, какой является любая система. В то же время структура обозначает также все созданные человеком бытия материального и умственного (абстрактного) характера. Самые же системы относим к умственным бытиям, ибо они в действительности не существуют и являются только методическим подходом – моделью упорядоченного взгляда определенной цельности, в совокупности представляющей определенный фрагмент знаний. Принципиально можно выделить много систем, которые определяют принятые системные классификаторы.

Представленная далее системная структура способов действия машин указывает реляции (связи) между структурами материального характера, какими являются физические свойства сырья, элементы и узлы, составляющие машины, со структурами абстрактными, какими являются функции, исполняемые машинами, и предназначенные для этого способы их выполнения.

Общей теорией мышления (cognitivescience) доказано, что человеческому разуму присущи определенные свойства мышления, на первый взгляд не имеющие много общего, однако создающие в совокупности цельность, относящуюся к материальным и умственным бытиям. Это положение определяет значение системного структурированного знания. Системные структуры, хотя и не раскрывают точно и полностью существа связи между ее элементами (системными совокупностями), но указывают направление правильного пути, что тоже ценно.

В обучении будущих инженеров («инженериум», лат. – творчество, изобретательность) следует в большей степени учитывать, что в эпоху мехатроники, информационной и интернет революций капитализм перешел с промышленной фазы развития к когнитивной, в которой главным источником стоимости и орудием в конкурентной борьбе являются научные открытия, изобретения и скорость их внедрения в производственное и общественное пространство.

Системный подход в инженерии пищевых производств содействует развитию определенного вида мышления, которое направлено на совершенствование производственных процессов и создание новых продуктов, в том числе, машин, аппаратов и биореакторов.

Широкая доступность интернет-информации привела к тому, что в процессе обучения будущих специалистов основной задачей становится не столько количество приобретенных знаний, сколько развитие общих принципов абстрактного мышления, как ключа к умению их творческого использования и понимания их предметного существа.

В обучении как механиков, так и технологов пищевой промышленности системное мышление должно быть направлено на установление функциональной, структурной и параметрической сущности машин и аппаратов, их взаимосвязи, отбрасывая при этом второстепенные элементы, не имеющие принципиального значения и ведущие к информационной перегрузке. Итогом системного анализа должно быть четкое понимание также взаимосвязи свойств объекта обработки (какие свойства или разница их значений) со структурой создаваемой машины или аппарата определенного вида, в которой наиболее рационально обосновывается выбранный способ реализации осуществляемого процесса.

На наш взгляд, такой подход следует учитывать при создании новой учебной литературы, даже если придется ограничивать количество описываемого традиционным способом технологического оборудования.

Инженерия процессов пищевых предприятий является частью общего понятия техники производства. Только вид перерабатываемого сырья, а вернее его специфические свойства, обосновывают возможность ее выделения в самостоятельную научную дисциплину. Авторы статьи пришли к выводу, что существующая системная структура, интегрирующая общую технику производства, представленная на рисунке 1 [3], может стать основой создания аналогичной системы для технологического оборудования пищевых производств.

Рассматривая системно совокупность способов производства, определяющих понятие техники, М. Габрысяк, раскрывая ее системную структуру, принял, что в ней выступают только действия и объекты, которые служат для выполнения каких-либо действий. Объекты, при помощи которых действия (операции) превращают их в требуемое состояние, называют «операндами», а объекты, которые исполняют эти действия – «операторы». Каждый технический процесс можно представить как требуемую реляцию между операндом (материал, энергия, информация) и оператором (человек, машина, робот и др.). Такой вид графического представления интеграции структуры понятия техники генерирует способ мышления, определяемый как системный подход.

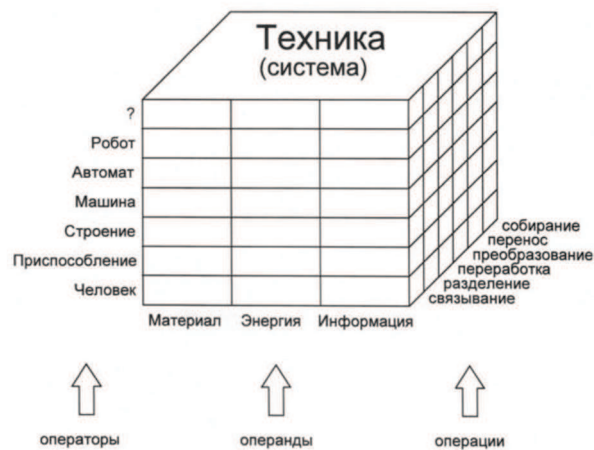


Рисунок 1. Пример системной структуры интеграции общей техники

На основании приведенной логики можно создать системную структуру интеграции процессов и оборудования пищевых производств. В этом случае графа операторов конкретизируется видами технологического оборудования, присущего пищевой промышленности. Операндом системы является материал биологического происхождения, с которым осуществляют известные операции пищевых технологий, базируясь на закономерностях изменения присущих им свойств. С этой точки зрения, для рационального функционирования

пищевого технологического оборудования важна, если можно так выразиться, не физическая сущность материала, а его свойства и их изменение в процессе обработки.

Существующая системная интеграция пищевого сырья с процессами их переработки и технологическим оборудованием является системой редукиционного характера, разделяющей пищевую промышленность на отрасли, так как в ней вид сырья является системным классификатором.

В другой системе, интегрирующей отрасли пищевой промышленности, системным классификатором являются не виды сырья, а, так называемые, основные процессы феноменологического характера, к которым относятся: механические, гидромеханические, тепло- и массообменные, а также биотехнологические.

Сегодня осуществляется попытка разделения сельскохозяйственного сырья и сырья для перерабатывающей пищевой промышленности на два вида: сырье растительного и животного происхождения. Система интеграции такого сырья с оборудованием предложена в работе [4]. Такое разделение узаконено ФГОС ВПО третьего поколения при подготовке бакалавров-технологов пищевой промышленности. (Примечание автора: гидробионты (рыба, водоросли и др.), добываемые флотом рыбной промышленности – сырье для перерабатывающей промышленности животного происхождения; водоросли – сырье растительного происхождения; рыба, выращенная в индустриальных объектах аквакультуры – сельскохозяйственное сырье?).

Представляется наиболее совершенным разделение системы технологических процес-

сов и оборудования, вне зависимости от вида пищевого сырья, которое классифицируется как сельскохозяйственное сырье, на две основные подсистемы: анализа и синтеза [2]. В состав первой входят процессы разборки сельскохозяйственного сырья на анатомические части; в другой – процессы сборки из этих и добавленных частей многокомпонентных пищевых сред. Также выделяется подсистема комбинированной (использующей и анализ, и синтез) переработки сельскохозяйственного сырья.

Прогнозируя в будущем развитие пищевой промышленности, академик РАН В.А. Панфилов обосновывает целесообразность и необходимость создания единого системного комплекса аграрно-пищевых технологий АПК России, объединяющего производящие и перерабатывающие технологии. Аспекты создания комплекса и его системообразующие факторы изложены им в статье [5].

Системная структура интеграции технологического оборудования пищевых производств, отражающая предложенный в статье подход, представлена на рисунке 2.

Представленная структура не содержит комбинированное технологическое оборудование, так как анализ и синтез сырья осуществляют не в единичном оборудовании, а в технологическом потоке (линии).

Среди операторов введена также структура гибридного характера, учитывая возрастающее число устройств, совмещающих механические и аппаратурные процессы (например, экструдеры с технологическими зонами). На наш взгляд, понятие «аппаратов» является более широким, включающим в свой состав биореакторы.

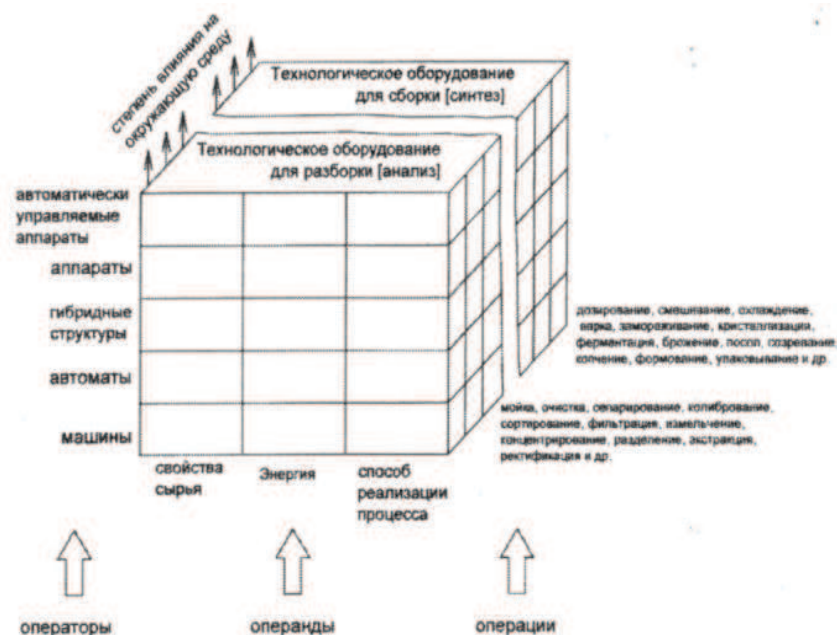


Рисунок 2. Системная структура интеграции технологического оборудования для выполнения процессов сборки и разборки пищевого сырья

Представленная на рисунке 2 структура должна учитывать степень влияния технологического оборудования на окружающую среду, так как по мере роста промышленного производства во всем мире неизбежным оказывается негативное воздействие антропогенной деятельности человека, в том числе и на его здоровье. В частности, озабоченность мирового сообщества в указанном аспекте выразилась в принятии многими странами известных Конвенции и протоколов, запрещающих производство и использование озоноразрушающих хладагентов.

Важность этого аспекта подтверждена и в Российской системе высшего профессионального образования принятием новой классификации научных специальностей, по которой обучение аспирантов в текущем году осуществляется по направлению «Промышленная экология» (взамен специальностей «Процессы и аппараты пищевых производств» и соответствующих специальностей технологов и биотехнологов пищевой промышленности).

На рисунке 2 операнд «информация» конкретизируется применительно к технологическому оборудованию пищевых производств как способ реализации единичного процесса и его рациональные (или оптимальные) параметры.

Так как строгого соответствия между технологическим оборудованием для анализа и синтеза сырья и реализуемыми процессами (механическими, гидромеханическими, тепло- и массообменными, биотехнологическими) нет, и более того, в оборудовании все чаще реализуются совмещенные процессы, в данной системной структуре указаны конкретные операции. Однако, если в нее добавить наименования видов машин и аппаратов, можно получить системную классификацию технологического оборудования по технологико-функциональному признаку.

В научных исследованиях изучению свойств сельскохозяйственного сырья уделялось повышенное внимание, о чем свидетельствует выделение этой области знаний в отдельную дисциплину (Food Materials Science). Изданная в 50-х годах прошлого столетия в 2-х томах в США монография Нури Моксенина содержит сведения о множестве свойств различного сырья, разделенных на группы: геометрические, механические, акустические, электрические, колориметрические, реологические и др. В современных условиях возросло значение знаний о свойствах объекта переработки, без которых проектирование машин и аппаратов, моделирование процессов невоз-

можно. В умственном процессе создания способов работы машин и аппаратов эти знания имеют исключительное значение. Анализ творческой деятельности изобретателя показывает [6], что разработка нового способа переработки материалов обязательно опирается на сведениях какого-либо физического свойства, существующего в сырье, или на разнице их величин, проявляемых при определенном воздействии на объект.

Следует отметить, что системные структуры способов действия аппаратурных процессов, особо изученных в области химической технологии и адаптированных к пищевым технологиям, представлены и изучены достаточно полно. На рисунке 3 представлена предлагаемая авторами системная структура создания способов выполнения единичных механических процессов, связывающих две материальные структуры – физические свойства сырья и рабочие органы машины; и две структуры абстрактного характера – функцию машины и способ ее действия. Следует отметить, что определенный способ действия машины может быть реализован в форме многих конструктивных решений.



Рисунок 3. Системная структура создания способов выполнения единичных механических процессов

Об обучении студентов посредством интегрирования знаний, в котором системная структуризация является только одним из способов, дискуссионно был высказан интересный аспект

о цели обучения на метафорическом примере «дорожной карты». Не следует учить студента, как доехать в одно определенное место, ему неизвестно: следует научить, как ей пользоваться для достижения любого места. В процессе обучения пищевой инженерии, особенно в условиях

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Панфилов В.А. Теория пищевых технологий как система знаний // Известия КГТУ. 2011. №21. С.11-18.
- 2 Антипов С.Т., Панфилов В.А., Ураков О.А., Шахов С.В. Системное развитие техники пищевых технологий. М.: КолосС, 2010. 762 с.
- 3 Gabrysiak M. Edukacja metatechnicena. Radom: Wydanie Politechniki Radomskiej, 1988.
- 4 Dutkiewicz D., Slowinski B. Systemowa integracja zróznicowania Surowców, maszyn i aparatów przetwórstwa spożywczego // Postępy techniki przetworstwa spożywczego. 2013. №2. S. 121-125.
- 5 Панфилов В.А. Аграрно-пищевая технология: эффект системного комплекса // Известия КГТУ, 2014. №35.
- 6 Бывальцев А.И., Шахов С.В., Бывальцев В.А. Основы технического творчества. Учебное пособие. Воронеж: ОАО «Центральное-Черноземное книжное изд-во», 2008. 300 с.

сокращенной программы бакалавриата, преимущественное значение имеют знания методов системного анализа, функционального, структурного и параметрического, в том числе, математического, описания модели технологических процессов и оборудования.

REFERENCES

- 1 Panfilov V.A. The theory of food technologies as the system of knowledge. *Izvestia KGTU*. [Proceeding of KSTU], 2011, no. 21, pp. 11-18. (In Russ.).
- 2 Antipov S.T., Panfilov V.A., Urakov O.A., Shakhov S.V. Sistemnoe razvitie pishchevykh tekhnologii [System development of food technologies equipment]. Moscow, KolosS, 2010. 762 p. (In Russ.).
- 3 Gabrysiak M. Edukacja metatechnicena. Radom: Wydanie Politechniki Radomskiej, 1988.
- 4 Dutkiewicz D., Slowinski B. Systemowa integracja zróznicowania Surowców, maszyn i aparatów przetwórstwa spożywczego // *Postępy techniki przetworstwa spożywczego*. 2013. №2. S. 121-125.
- 5 Panfilov V.A. Agrocultural-food technology: effect of system complex. *Izvestia KGTU*. [Proceeding of KSTU], 2014, no.35. (In Russ.).
- 6 Byvaltsev A. I., Shakhov S.V., Byvaltsev V.A. Osnovy tekhnicheskogo tvorchestva [Basics of engineering creativity]. Voronezh, ОАО "Tsentrāl'no-Chernozemnoe knizhnoe izd-vo", 2008. 300 p. (In Russ.).