

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ /
INNOVATIVE DEVELOPMENTS

Обзорная статья / Review article

УДК 664.154/613.292

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-17-7-16

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
КАК ЭТАП ДИАЛЕКТИКИ АПК

AGRARIAN AND FOOD TECHNOLOGIES
AS A STAGE OF THE AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL
COMPLEX DIALECTICS

¹Виктор А. Панфилов, доктор технических наук, профессор, академик РАН

²Георгий А. Белозеров, доктор технических наук, член-корреспондент РАН

²Сергей П. Андреев, кандидат технических наук

¹*Viktor A. Panfilov, doctor of technical sciences, professor, academician of RAS*

²*Georgy A. Belozеров, doctor of technical sciences, correspondent member of RAS*

²*Sergey P. Andreev, candidate of technical sciences*

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва

²Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности –
филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва

¹*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia*

²*All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – branch of V.M. Gorbатов
Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science, Moscow, Russia*

Контактное лицо: Панфилов Виктор Александрович, доктор технических наук, профессор, академик РАН, профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева; 127550, Россия, Москва, Лиственничная аллея, д. 4А (учебный корпус № 1);

e-mail: vap@rgau-msha.ru; тел.: 8 (499) 977-92-73; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0813-4743>.

Формат цитирования: Панфилов В.А., Белозеров Г.А., Андреев С.П. Аграрно-пищевые технологии как этап диалектики АПК // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 17, № 1. С. 7-16. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-17-7-16>.

Principal Contact: Viktor A. Panfilov, Dr Technical Sci., Professor, Academician of RAS and Professor of the Department of Processes and Apparatuses of Processing Industries, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; educational building No. 1, 4A, Listvennichnaya alley, Moscow, 127550, Russian Federation;

e-mail: vap@rgau-msha.ru; tel.: +7 (499) 977-92-73; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0813-4743>.

How to cite this article: Panfilov V.A., Belozеров G.A., Andreev S.P. Agrarian and food technologies as a stage of the agricultural and industrial complex dialectics. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;17(1):7-16. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-17-7-16>.

Резюме

Цель. Статья посвящена некоторым аспектам создания технологий будущего агропромышленного комплекса России. В центре внимания находится системный подход к разработке сложных самоорганизующихся технологических систем производства продуктов питания.

Обсуждение. Круг обсуждаемых вопросов включает: рассмотрение пищевой технологии как части системного комплекса «аграрно-пищевая технология»; адаптацию технологических свойств сельскохозяйственного сырья к процессам в машинах, аппаратах и биореакторах пищевых производств; динамику развития технологий АПК; интерпретацию основных законов диалектики с точки зрения развития технологий АПК в XXI веке; усиление интегративных качеств производящих и перерабатывающих технологий при создании системного комплекса; особенности технологии хранения сельскохозяйственного сырья, частично или полностью переработанной сельхозпродукции как составной части комплекса «аграрно-пищевая технология». Особое внимание уделено диалектическому усложнению технологий АПК.

Заключение. Сквозные технологические системы объединяют в единое целое большое число разнородных систем – автономных технологий от производства сырья до реализации потребителям и создаются для получения существенного прироста эффективности в производстве продуктов питания. Создание принципиально новых технологий индустриального типа для решения проблемы обеспечения безопасности и качества пищевой продукции может сформировать Шестой технологический уклад в АПК. Для инновационного развития и выхода на новый уровень производства, гарантирующего безопасность и качество продовольствия в стране, конкурентоспособность российской пищевой продукции в мире, необходимо разработать технологическую платформу продовольственного обеспечения России на базе системного подхода к формированию интегрированных комплексов технологических систем пищевых продуктов – от производства сырья до реализации потребителям.

Ключевые слова: диалектика технологий АПК; самоорганизация технологических систем; системный подход; особенности аграрно-пищевой технологии; адаптация технологических свойств сельхозсырья; триада диалектики конкретных технологий АПК; системный комплекс производящих, перерабатывающих технологий, а также технологий хранения

Abstract

Aim. The article is devoted to some aspects of creating technologies of the future agro-industrial complex of Russia. The focus is on a systematic approach to the development of complex self-organizing technological systems for food production.

Discussion. The range of issues discussed includes: consideration of food technology as part of the systemic complex "agrarian-and-food technology"; adaptation of the technological properties of agricultural raw materials to processes in machines, apparatuses and bioreactors of food production; the dynamics of the development of agro-industrial complex technologies; interpretation of the basic laws of dialectics from the point of view of the development of agro-industrial complex technologies in the 21st century; strengthening the integrative qualities of manufacturing and processing technologies when creating a system complex; features of the storage technology of agricultural raw materials, partially or completely processed agricultural products as an integral part of the complex "agrarian- and-food technology". Particular attention is paid to the dialectical complication of AIC technologies.

Conclusion. End-to-end technological systems combine into a single whole a large number of heterogeneous systems – autonomous technologies from the production of raw materials to sale to consumers and are created to obtain a significant increase in efficiency in food production. The creation of fundamentally new industrial-type technologies to solve the problem of ensuring the safety and quality of food products can form the Sixth technological mode in the agro-industrial complex. For innovative development and reaching a new level of production that guarantees the safety and quality of food in the country, the competitiveness of Russian food products in the world, it is neces-

sary to develop a technological platform of food supply in Russia based on a systematic approach to the formation of integrated complexes of technological systems for food products - from the production of raw materials to sales consumers.

Keywords: *dialectics of agro-industrial complex technologies; self-organization of technological systems; systems approach; features of agrarian-and-food technology; adaptation of technological properties of agricultural raw materials; the triad of dialectics of specific technologies of the agro-industrial complex; a system complex of manufacturing, processing technologies, as well as storage technologies*

Ведение. Диалектика технологий АПК до настоящего времени не была предметом исследований. Задачи совершенствования технологий решались, как правило, путём создания нового оборудования и средств автоматизации. Современные технологии должны рассматриваться как открытые неравновесные системы с присущими им процессами самоорганизации.

При исследовании развития технологий приходится оперировать методами системологии и анализировать процессы самоорганизации неравновесных открытых систем, находящихся во взаимодействии с внешней средой. Если рассматривать производства как закрытые системы, мы рискуем остаться на уровне устаревших, явно ошибочных представлений о развитии, понимая последнее лишь как следствие разрешения внутренних противоречий данной технологической системы [1, 2].

Сейчас уже нет необходимости пояснять, что любые технологии представляют собой системы процессов со своими закономерностями организации, строения, функционирования и развития, хотя 30-40 лет назад это было совсем неочевидно. Технологические системы обладают своей структурой, тем или иным количеством элементов и подсистем, соответствующими связями, другими системными атрибутами и, конечно, своим уровнем организации (целостности), измеряемым в цифрах [3, 4].

Надо сказать, что понятие «система» в последние годы существенно обогатилось более глубоким постижением феноменов информации и управления, а также признанием процессов самоорганизации и в неорганических системах (тем более в антропогенных системах с участием человека). Самоорганизующиеся системы более не считаются специфичными только для мира живых организмов [5, 6].

Развитие – это не просто изменения вообще, присущие всякому движению, а изменения, связанные с процессами отражения внешних возмущений, что сопровождается упорядочением связей, накоплением информации, возникновением новых структур, их усложнением и детерминацией, т.е. это процесс самоорганизации.

Цель статьи – сформировать диалектические аспекты создания и развития аграрно-пищевых технологий как интегрированных комплексов технологических систем производства продуктов питания.

Обсуждение.

Особенности аграрно-пищевой технологии. Пищевая технология рассматривается в виде части системного комплекса аграрно-пищевой технологии как открытой системы [7]. Воздействие внешней среды будет вызывать отклонение параметров системного комплекса, прежде всего другой его части – аграрной технологической системы. И это возвращение параметров в допуск в перспективе гораздо проще и легче осуществить на дальних подступах к собственно пищевой технологии, т.е. при сборке сельскохозяйственного сырья растительного и животного происхождения, изменив концептуальные основы сельскохозяйственного производства и значительно повысив технологическую дисциплину.

Таким образом, проблемы собственно пищевой технологии решаются через адаптацию технологических свойств сельскохозяйственного сырья к процессам в машинах, аппаратах и биореакторах пищевых производств. Причём под адаптацией сельскохозяйственного производства к пищевым технологиям понимается производство растениеводческой и животноводческой продукции по заранее оговорённым требованиям (допускам), что гарантирует высокое качество сквозной аграрно-пищевой технологии. Именно исключительно узкие допуски на входы и выходы ведущих технологических процессов при высокой технологической дисциплине обеспечат не только качество отдельных процессов и технологии в целом, но и эффективность производства конечного пищевого продукта [8, 9].

Развитие технологий АПК воспринимается как процесс, состоящий из скачков и постепенных изменений объекта, т.е. переход революционных изменений в эволюционные. Взрывной характер истории создания технологических линий в пищевых и перерабатывающих отраслях в период 30-80 гг. XX века и последующее замедление работ в этом направлении подтверждают эту диалектику развития машинных технологий. Возникает вопрос, какими обстоятельствами может быть обусловлен новый скачок в диалектике технологий продуктов питания? Речь может идти о создании принципиально новых сквозных аграрно-пищевых технологий, основанных на новых принципах организации технологического потока производства [10].

Задача заключается в том, чтобы сознательно предвидеть новый скачок, понять его природу, концепцию, качественно другие принципы организации, чтобы приблизить скачок, а не идти на поводу у объективных обстоятельств. Нет сомнений в том, что новый скачок должен быть связан с резким возрастанием уровня организации технологий.

Между тем именно в аграрно-пищевых технологиях возникают благоприятные условия для накопления информации, совершенствования внутрисистемных связей, роста отражательной способности технологии, повышения эффективности взаимодействия с её внешней средой. Другими словами, возрастает уровень организации новой совокупности процессов как технологии того или иного продукта.

В период скачка в развитии технологии происходит как радикальное изменение её структуры, так и всплеск функциональных возможностей, в результате чего ослабляются внутренние противоречия, например, «производительность – качество». Поэтому с достижением нового, более высокого уровня организации технологии становится меньше противоречий с резко выраженными тормозящими факторами. Однако противоречия не исчезают вовсе, вместо одних появляются другие, но, как правило, менее острые, т.е. характерные для более высокого уровня организации. Дальнейшее развитие технологии происходит в виде эволюционных изменений – совершенствование процессов и модернизация оборудования.

Среди многих важных положений материалистической диалектики особое значение имеет закон отрицания отрицания. Для целостных систем, какими являются технологии АПК, закон отрицания отрицания отображает прогрессивную линию их развития. Отрицание отрицания характеризует развитие как накопление информации, как процесс, содержащий моменты преемственности, относительности, цикличности, повторяемости и ритма [11].

Многие мыслители прошлого и современные учёные обращают внимание на троичный ритм, как форму бытия и развития. Материалистическая диалектика признаёт триаду как реальный факт действительности.

Сущность триады состоит в том, что процесс самоорганизации, проходя этапы «тезиса» и «антитезиса», находит своё относительное завершение в «синтезе», являющемся более

устойчивой, более высокоорганизованной структурой, так как содержит в себе положительные стороны обоих предыдущих этапов.

В таблицах 1 и 2 показаны диалектические триады принципов организации на примере технологий хлеба и колбасных изделий.

Таблица 1. Триада диалектики технологии хлеба

Table 1. Triad of dialectics of bread technology

Тезис <i>Thesis</i>	Антитезис <i>Antithesis</i>	Синтез <i>Synthesis</i>
Интегрированные технологии (условия натурального хозяйства) <i>Integrated technologies (subsistence farming conditions)</i>	Дифференцированные технологии (условия промышленных технологий) <i>Differentiated technologies (industrial technology conditions)</i>	Дифференцированные технологии, интегрированные в суперсистему (аграрно-пищевая технология) <i>Differentiated technologies integrated into a supersystem (agrarian-and-food technology)</i>
Выращивание зерновых культур (сборка адресная) <i>Cultivation of grain crops (addressed harvesting)</i>	Производство зерна в сельском хозяйстве (сборка безадресная) <i>Grain production in agriculture (unaddressed harvesting)</i>	Производство зерна (сборка адресная) <i>Grain production (harvesting addressed)</i>
Получение муки (разборка адресная) <i>Getting flour (addressed disassembly)</i>	Производство муки на мелькомбинатах (разборка безадресная) <i>Flour production at flour mills (unaddressed dismantling)</i>	Производство муки (разборка адресная) <i>Flour production (addressed disassembly)</i>
Выпечка хлеба (сборка адресная) <i>Bread baking (address assembling)</i>	Производство хлеба на хлебозаводах (сборка безадресная) <i>Production of bread at bakeries (unaddressed assembling)</i>	Производство хлеба (сборка адресная) <i>Bread production (address assembling)</i>

Таблица 2. Триада диалектики технологии колбасных изделий

Table 2. Triad of dialectics of sausage technology

Тезис <i>Thesis</i>	Антитезис <i>Antithesis</i>	Синтез <i>Synthesis</i>
Интегрированные технологии (условия натурального хозяйства) <i>Integrated technologies (subsistence farming conditions)</i>	Дифференцированные технологии (условия промышленных технологий) <i>Differentiated technologies (industrial technology conditions)</i>	Дифференцированные технологии, интегрированные в суперсистему (аграрно-пищевая технология) <i>Differentiated technologies integrated into a supersystem (agrarian-and-food technology)</i>
Выращивание скота (сборка адресная) <i>Growing livestock (address assembling)</i>	Выращивание скота на фермах (сборка безадресная) <i>Growing livestock on farms (unaddressed assembling)</i>	Выращивание скота (сборка адресная) <i>Growing livestock (address assembling)</i>
Получение полутуш (разборка адресная) <i>Receiving half carcasses (addressed disassembly)</i>	Получение полутуш на заводах первичной переработки (разборка безадресная) <i>Receiving half carcasses at primary processing plants (unaddressed disassembly)</i>	Получение полутуш (разборка адресная) <i>Receiving half carcasses (addressed disassembly)</i>
Производство колбасных изделий (сборка адресная) <i>Sausage production (address assembling)</i>	Выработка колбасных изделий на колбасных заводах (сборка безадресная) <i>Production of sausages at sausage factories (unaddressed assembling)</i>	Производство колбасных изделий (сборка адресная) <i>Sausage production (address assembling)</i>

По-видимому, с реализацией аграрно-пищевых технологий завершится революционный переход от старого технологического базиса «индустриальной эры» к качественно новому

информационному базису технологий в виде единых интегрированных производств пищевых продуктов. После этого научно-технический прогресс будет осуществляться эволюционно на основе совершенствования технической и информационной базы и электронной технологии управления. Конечно, динамика преобразований различных аграрно-пищевых технологий будет различная, но вектор этих преобразований един [12, 13].

Научная составляющая рассматриваемой проблемы заключается в том, чтобы сознательно предвидеть диалектический скачок, понять его механизм, раскрыть закономерности организации, строения, функционирования и дальнейшего развития аграрно-пищевых технологий.

Системный комплекс (аграрно-пищевая технология). При создании системного комплекса не только возникает новое качество, которое заключается в более эффективном функционировании его частей, но и, при известных условиях, образуются его новые части. Цель всех этих преобразований – усилить интегративные качества аграрно-пищевой технологии. В системном комплексе связь между его частями настолько тесна и органична, что изменение одних вызывает то или иное изменение других и комплекса в целом. Наличие столь тесных взаимодействий технологических систем внутри комплекса обуславливает тот факт, что при взаимодействии с окружающей средой системный комплекс выступает как единое целое. При этом фактором целостности, связывающим составные части комплекса в единое целое, следует считать стабильность функционирования технологических систем, которая, в свою очередь, проявляется через качество конкретной технологии [14].

Таким образом, целостность аграрно-пищевой технологии как системного комплекса обусловлена качеством взаимосвязи протекающих в ней ведущих материальных, энергетических и информационных процессов преобразования и хранения.

Возникновение качественно новых свойств аграрно-пищевой технологии при агрегировании отдельных технологических систем есть частное, но яркое проявление всеобщего закона диалектического материализма – закона перехода количества в качество. Чем больше отличаются свойства системного комплекса от суммы свойств образующих его технологий, тем выше организованность, а значит и эффективность аграрно-пищевой технологии. При этом новые свойства (высокая эффективность производства) возникают благодаря развитию конкретных высокоточных связей между конкретными технологиями [15].

Системообразующая роль различных технологических систем комплекса неодинакова. Различие в значении частей комплекса приводит к понятию «централизованный системный комплекс», т.е. ведущей роли одной технологии, в частности, технологии разборки сельскохозяйственного сырья на компоненты (анатомические части).

Современные технологии перерабатывающих производств ориентированы на традиционное качество сельскохозяйственной продукции. Сложность этих технологий во многом обусловлена значительным диапазоном технологических свойств продукции растениеводства и животноводства. Концепция системности требует рассмотрения всего процесса производства пищевой продукции как системного комплекса. В этом комплексе перерабатывающая часть должна выдвигать целый ряд требований к сырью [16].

Таким образом, в основу разработки технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции должен быть положен принцип системности, даже если он не выражен системным языком [17]. Поэтому и селекционная работа, и генная инженерия, и технологии выращивания, уборки и хранения должны быть ориентированы на технологии переработки сельскохозяйственной продукции и производства продуктов питания – малооперационные и сжатые во времени.

В системный комплекс, обеспечивающий потребителя безопасными и качественными продуктами питания, помимо технологий производства сырья и пищевой продукции должна быть включена технология их доставки через товаропроводящие сети. Последние представляют собой процессы подготовки к хранению, собственно хранение, транспортирование и реализацию пищевой продукции её потребителю. Особое место занимают технологии распределения скоропортящейся охлаждённой и замороженной продукции, требующие соблюдения «холодильной цепи», состоящей из производственных и распределительных холодильников, различных видов охлаждающего транспорта и разветвлённой сети торгового холодильного оборудования.

Холодильная цепь, по сути, представляет собой пространственно-временную систему обеспечения заданных температурных условий для продукта, которая требует соблюдения режимных параметров, как в отдельных элементах, так и на их стыках – при передаче продукции от одного звена к другому. Дальнейшее её развитие связано с внедрением цифровых технологий по управлению холодильной цепью и функционированием сквозной системы прослеживаемости тепловой истории продукции от производства до потребления.

К процессам хранения также должна быть отнесена и упаковка пищевой продукции. Необходимо так упаковать продукты путём завёртки, фасовки, розлива, укладки в тару, чтобы сохранить их не только в условиях склада, но и при доставке потребителю. Системный комплекс должен включать в себя и процессы подготовки пищевой продукции к транспортированию, само транспортирование и передачу её потребителю.

Решение вопросов стыковки технологий, которые на протяжении десятков и сотен лет существовали отдельно, не кажется простым. Необходим период подготовки всех технологий, составляющих технологический комплекс пищевых продуктов, который потребует новых научно- и инженерноёмких решений.

Если сейчас, в начале XXI века, при реализации технологий пищевых продуктов специалисты обходятся без диагностики, контроля и прослеживания основных показателей их качества, то это совсем не значит, что так и должно быть в будущем. Наши технологии, особенно сельскохозяйственные, во многом носят вероятностный характер. Переход к аграрно-пищевым технологиям (системным комплексам) заставит инженеров и учёных анализировать их вероятностный «образ жизни», как открытых систем. При этом качество аграрных технологий, которые находятся в начале системного комплекса, должно быть не ниже качества пищевых технологий.

Технологии, составляющие системный комплекс, будут, наверняка, высокими технологиями. Специфическими свойствами таких технологий являются, в частности, высокие точность, устойчивость, управляемость и надёжность ведущих процессов. Создание таких технологий требует новых принципов и подходов к организации преобразований сельскохозяйственных ресурсов и пищевых сред в поточных производствах.

Заключение.

1. Сквозные технологические системы объединяют в единое целое большое число разнородных систем – автономных технологий от производства сырья до реализации потребителям – и обладают новыми свойствами, нехарактерными для отдельных технологий производства сырья и его промышленной переработки, технологий хранения и транспортирования, технологий реализации пищевой продукции.

2. Сквозная технологическая система создаётся для получения существенного прироста эффективности в производстве продуктов питания.

3. Перерабатывающие части сквозных технологических систем пищевых продуктов уже достаточно строго организованы в технологический поток при минимальном количестве внешних возмущающих факторов и высоком уровне механизации и автоматизации. Другие части сквозных технологических систем в продовольственном комплексе АПК России: производство растительного, животного и рыбного сырья, его хранение, транспортирование сырья и готовой пищевой продукции, её реализация, значительно отстают.

4. Решение проблемы обеспечения безопасности и качества пищевой продукции, производимой по сквозным технологиям, следует искать в создании принципиально новых технологий индустриального типа, которые могут сформировать Шестой технологический уклад в АПК.

5. Для инновационного развития и выхода на новый уровень производства, гарантирующего безопасность и качество продовольствия в стране, конкурентоспособность российской пищевой продукции в мире, необходимо приступить к разработке технологической платформы продовольственного обеспечения России на базе системного подхода к формированию интегрированных комплексов технологических систем пищевых продуктов – от производства сырья до реализации потребителям.

Список источников

1. Аверьянов А.Н. Системное познание мира: методологические проблемы. М.: Политиздат, 1985. 263 с.
2. Диалектика и научное мышление. М.: Наука, 1988. 208 с.
3. Панфилов В.А. Вектор научных изысканий при создании технологий АПК будущего // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 4-8. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/1/4-8>.
4. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. М.: Наука, 1974. 280 с.
5. Панфилов В.А. Синергетический подход к проектированию сложных технологий АПК // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2021. № 2. С. 4-7. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/2/4-7>.
6. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989. 367 с.
7. Панфилов В.А. Системный комплекс «Аграрно-пищевая технология» // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 4. С. 6-9.
8. Кошкин Л.Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. М.: Машиностроение, 1986. 320 с.
9. Прейс В.В. Технологические роторные машины: вчера, сегодня, завтра. М.: Машиностроение, 1986. 128 с.
10. Атаманчук Г.В. Управление: философия, идеология, научное обеспечение. М.: Academia, 2015. 416 с.
11. Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации. М.: ВЛАДОС, 1994. 336 с.
12. Пригожин А.И. Организации: системы и люди. М.: Политиздат, 1983. 176 с.
13. Романенко Г.А. Обеспечить модернизацию агропромышленного комплекса // АПК: экономика и управление. 2011. № 3. С. 3-10.
14. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Россия: XXI век. Стратегия прорыва: технологии, образование, наука. М.: ЛЕНАНД, 2016. 304 с.

15. Пищевые технологии будущего и нанопреобразования биополимеров. Москва: Диапазон-В, 2015. 304 с.
16. Мегердичев Е.Я. Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенным для различных видов консервирования. М.: Россельхозакадемия, 2003. 96 с.
17. Лапыгин Ю.Н. Системное решение проблем. М.: Эксмо, 2008. 336 с.

References

1. Averyanov A.N. Systemic knowledge of the world: methodological problems. M.: Politizdat Publ.; 1985. 263 p. (In Russ.).
2. Dialectics and scientific thinking. M.: Nauka Publ.; 1988. 208 p. (In Russ.).
3. Panfilov V.A. Vector of scientific findings in the technologies creation of the agro-industrial complex future. *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki = Vestnik of the Russian agricultural science*. 2020;(1):4-8. (In Russ.). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2020/1/4-8>.
4. Sadovsky V.N. Foundations of the general theory of systems. M.: Nauka Publ.; 1974. 280 p. (In Russ.).
5. Panfilov V.A. Synergistic approach to the design of agroindustrial complex sophisticated technologies. *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki = Vestnik of the Russian agricultural science*. 2021;(2):4-7. (In Russ.). <https://doi.org/10.30850/vrsn/2021/2/4-7>.
6. Peregudov F.I., Tarasenko F.P. Introduction to system analysis. M.: Vysshaya shkola Publ.; 1989. 367 p. (In Russ.).
7. Panfilov V.A. Systemic complex "Agrarian-food technology". *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki = Vestnik of the Russian agricultural science*. 2015;(4):6-9. (In Russ.).
8. Koshkin L.N. Rotary and rotary conveyor lines. M.: Mashinostroenie Publ.; 1986. 320 p. (In Russ.).
9. Preis V.V. Technological rotary machines: yesterday, today, tomorrow. M.: Mashinostroenie Publ.; 1986. 128 p. (In Russ.).
10. Atamanchuk G.V. Management: philosophy, ideology, scientific support. M.: Academia Publ.; 2015. 416 p. (In Russ.).
11. Abdeev R.F. Philosophy of information civilization. M.: VLADOS Publ.; 1994. 336 p. (In Russ.).
12. Prigozhin A.I. Organizations: systems and people. M.: Politizdat Publ.; 1983. 176 p. (In Russ.).
13. Romanenko G.A. Ensure the modernization of the agro-industrial complex. *APK: ekonomika i upravlenie = AIC: economics, management*. 2011;(3):3-10. (In Russ.).
14. Ivanov V.V., Malinetsky G.G. Russia: XXI century. Breakthrough strategy: technology, education, science. M.: LENAND Publ.; 2016. 304 p. (In Russ.).
15. Food technologies of the future and nanoconversions of biopolymers. Moscow: Diapazon-V Publ.; 2015. 304 p. (In Russ.).
16. Megerdichev E.Ya. Technological requirements for varieties of vegetable and fruit crops intended for various types of canning. M.: Rosselkhozakademiya Publ.; 2003. 96 p. (In Russ.).
17. Lapygin Yu.N. Systematic problem solving. M.: Eksmo Publ.; 2008. 336 p. (In Russ.).

Вклад авторов: Виктор А. Панфилов: оформление результатов исследований, написание первой версии статьи; Георгий А. Белозеров: разработка концепции и дизайна исследования, анализ результатов и подготовка рукописи, одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации, формулировка результатов исследования и заключительных выводов; Сергей П. Андреев: критический пересмотр статьи на предмет важного интеллектуального содержания, табличное представление результатов. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Author's contribution: Viktor A. Panfilov: registration of research results, writing the first version of the article; Georgy A. Belozеров: development of the concept and design of the study, analysis of the results and preparation of manuscripts, approval of the final version of the article before submitting it for publication, formulation of the research results and final conclusions; Sergey P. Andreev: critical revision of the article for important intellectual content, tabulating results. All authors participated equally in writing the manuscript and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Белозеров Георгий Автономович – главный научный сотрудник лаборатории исследований теплофизических свойств и теплотехнических измерений, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; 127422, Россия, Москва, ул. Костякова, д. 12; e-mail: mail@vnihi.ru;
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8152-146X>;

Андреев Сергей Петрович – ведущий научный сотрудник лаборатории исследований теплофизических свойств и теплотехнических измерений, Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН; 127422, Россия, Москва, ул. Костякова, д. 12; e-mail: mail@vnihi.ru;
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6261-900X>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Georgy A. Belozеров – Chief Researcher of the Laboratory for Research of Thermophysical Properties and Thermal Engineering Measurements, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science; 12, Kostyakova st., Moscow, 127422, Russian Federation; e-mail: mail@vnihi.ru;
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8152-146X>;

Sergey P. Andreev – Leading Researcher of the Laboratory for Research of Thermophysical Properties and Thermal Engineering Measurements, All-Russian Scientific Research Institute of Refrigeration Industry – branch of V.M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Science; 12, Kostyakova st., Moscow, 127422, Russian Federation; e-mail: mail@vnihi.ru;
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6261-900X>.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 25.10.2021;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 09.03.2022;
принята к публикации / *accepted for publication:* 10.03.2022