

## Моделирование облика пищевых технологий в Шестом технологическом укладе

|                                 |                                                        |                                                                                                         |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Сергей В. Шахов <sup>1</sup>    | <a href="mailto:s_shahov@mail.ru">s_shahov@mail.ru</a> |  0000-0002-5865-2357 |
| Сергей Т. Антипов <sup>1</sup>  | <a href="mailto:ast@vsuet.ru">ast@vsuet.ru</a>         |  0000-0003-4299-1538 |
| Виктор А. Панфилов <sup>1</sup> | <a href="mailto:vap@rgau-msha.ru">vap@rgau-msha.ru</a> |                                                                                                         |

1 Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

2 Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Тимирязевская улица 49, г. Москва, 127434, Россия

**Аннотация.** Статья посвящена некоторым аспектам создания технологий будущего АПК России. В центре внимания находится диалектический подход к разработке сложных технологий АПК как синергетического комплекса процессов преобразования сельхоз сырья в продукты питания. Круг обсуждаемых вопросов включает: возможный облик технологий АПК в Шестом технологическом укладе с позиций прикладной философии; диалектическую неизбежность усложнения технологии АПК; развитие систем автоматического проектирования и систем автоматизации научных исследований; производительный труд учёного и инженера АПК в Пятом, Шестом и Седьмом технологических укладах; условие технологического прорыва в будущее АПК России; диалектику революционных и эволюционных подходов в развитии пищевых технологий. В период скачка в развитии пищевой технологии происходит как радикальное изменение ее структуры, так и всплеск функциональных возможностей, в результате чего ослабляются внутренние противоречия. 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 идет в виде эволюционных изменений: совершенствование процессов и модернизация оборудования. Для создания инновационных технологий необходимо: проанализировать современные технологии АПК России и их техническое сопровождение с точки зрения возможности и целесообразности создания в перспективе системных технологических комплексов индустриального производства и переработки продукции сельского хозяйства в продукты питания; разработать перспективные про-граммы поисковых, фундаментальных, прикладных и опытно-конструкторских работ с государственным бюджетным финансированием по сквозным технологиям системного комплекса на период до второй половины XXI века и далее; организовать подготовку научных и инженерных кадров путем объединения вузов сельскохозяйственного и пищевого профилей.

**Ключевые слова:** диалектический подход, разработка технологий, АПК, синергетический комплекс, производство продовольствия, технологический прорыв.

## Modeling the appearance of food technologies in the Sixth technological order

|                                 |                                                        |                                                                                                           |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sergey V. Shakhov <sup>1</sup>  | <a href="mailto:s_shahov@mail.ru">s_shahov@mail.ru</a> |  0000-0002-5865-2357 |
| Sergey T. Antipov <sup>1</sup>  | <a href="mailto:ast@vsuet.ru">ast@vsuet.ru</a>         |  0000-0003-4299-1538 |
| Victor A. Panfilov <sup>1</sup> | <a href="mailto:vap@rgau-msha.ru">vap@rgau-msha.ru</a> |                                                                                                           |

1 Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

2 Timiryazev Moscow Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Street, Moscow, 127434, Russia

**Abstract.** The article is devoted to some aspects of creating technologies for the future of the Russian agro-industrial complex. The focus is on the dialectical approach to developing complex agro-industrial complex technologies as a synergetic complex of processes for transforming agricultural raw materials into food products. The range of issues discussed includes: the possible appearance of agro-industrial complex technologies in the Sixth Technological Wave from the standpoint of applied philosophy; the dialectical inevitability of increasing complexity of agro-industrial complex technologies; development of automatic design systems and research automation systems; productive labor of a scientist and engineer of the agro-industrial complex in the Fifth, Sixth and Seventh Technological Waves; the condition for a technological breakthrough into the future of the Russian agro-industrial complex; the dialectic of revolutionary and evolutionary approaches to the development of food technologies. During a leap in the development of food technology, both a radical change in its structure and a surge in functional capabilities occur, as a result of which internal contradictions are weakened. Therefore, with the achievement of a new, higher level of technology organization, there are fewer contradictions with clearly expressed inhibiting factors. However, the contradictions do not disappear completely; instead of some, others appear, but, as a rule, less acute, i.e., characteristic of a higher level of organization. Further development of technology occurs in the form of evolutionary changes: improvement of processes and modernization of equipment. To create innovative technologies, it is necessary to: analyze modern technologies of the Russian agro-industrial complex and their technical support from the point of view of the possibility and expediency of creating in the future systemic technological complexes of industrial production and processing of agricultural products into food products; develop promising programs of search, fundamental, applied and experimental design work with state budget financing on end-to-end technologies of the systemic complex for the period up to the second half of the 21st century and beyond; organize the training of scientific and engineering personnel by combining universities of agricultural and food profiles.

**Keywords:** dialectical approach, technology development, agro-industrial complex, synergetic complex, food production, technological breakthrough.

Для цитирования

Шахов С.В., Антипов С.Т., Панфилов В.А. Моделирование облика пищевых технологий в Шестом технологическом укладе // Вестник ВГУИТ. 2024. Т. 86. № 3. С. 24–29. doi:10.20914/2310-1202-2024-3-24-29

For citation

Shakhov S.V., Antipov S.T., Panfilov V.A. Modeling the appearance of food technologies in the Sixth technological order. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2024. vol. 86. no. 3. pp. 24–29. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2024-3-24-29

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Будущее производства продовольствия естественно связывать с новым обликом АПК, который должен быть представлен новыми технологиями. Для дальнесрочных прогнозов целесообразно обратиться к философским основам сельскохозяйственной науки.

В философии различают теоретическую и прикладную части. Прикладная философия не только выполняет функцию методологии, но и выявляет общие философские проблемы различных сфер жизни [1].

Диалектика пищевых технологий до настоящего времени не была предметом исследования. Как правило, решались задачи совершенствования технологий, оборудования, средств автоматизации. В сязки раз частично разрешалось какое-либо внутреннее противоречие технологии, например, «производительность – качество». При исследовании диалектики технологий продуктов питания приходится анализировать процессы самоорганизации неравновесных открытых систем, находящихся во взаимодействии с внешней средой. Без этого, рассматривая производства как закрытые системы, возможно остаться на уровне устаревших, представлений о развитии, понимая его лишь как следствие разрешения внутренних противоречий данной технологической системы.

**Цель работы** – сформировать введу диалектического усложнения технологий АПК облик технологий пищевых производств в Шестом технологическом укладе.

## Материалы и методы

Диалектику системного развития технологий АПК целесообразно рассматривать с точки зрения принципов самоорганизующихся (с участием человека) адаптивных систем. Это обусловлено тем, что технологии производства, хранения и переработки сельхозпродукции в продукты питания могут быть интерпретированы как универсальный адаптивный и оптимизационный механизм человеческой деятельности.

## Результаты и обсуждение

Исходя из этого, научно-техническое прогнозирование дальних горизонтов технологий агропромышленного комплекса России должно быть в планах работы всех научно-исследовательских организаций и ведущих вузов сельскохозяйственного и пищевого профилей, так как мы стоим на пороге совершенно новых технологий продуктов питания, определяющих Шестой технологический уклад [2].

Таким образом диалектика развития технологических систем связывает философские и конкретные научно-технические знания в единое целое. И эта связь становится особенно необходима

в кризисных ситуациях, какие сейчас переживает пищевая промышленность и продовольственное машиностроение нашей страны. Поэтому единственно верным путём возрождения пищевой инженерии на пороге новой индустриализации России может быть лишь путь, освещаемый законами природы.

Системное исследование с использованием теории отражения и некоторых положений кибернетики дало возможность сформировать генезис механизма управления и показать его самоорганизующую роль в процессах развития пищевых технологий. Вместе с этим организация перехода к сквозным высокоточным по диапазонам параметров процессов технологий очевидна и естественна. Важно понимание диалектической неизбежности перехода к аграрно-пищевым (в перспективе безлюдным) технологиям. И дело лишь за тем, чтобы сознательно, как можно раньше начать этот переход, подвергнув пересмотру, ревизии, переосмыслению всего цикла получения продуктов питания, начиная с выращивания растений и животных.

Инновационные, действительно прорывные разработки, ведущие к созданию принципиально нового технологического оборудования и новых поколений технологических систем, возможны лишь при установлении закономерностей организации, строения, функционирования и развития открытых систем, какими являются современные технологии АПК. При этом механизм управления технологическим объектом выступает как стержень адаптационного развития, который реализует антиэнтропийную сущность управления объектом, формализуя инновационный процесс создания прогрессивной техники пищевых технологий. Такая техника, в частности, представляет собой роторные машины и роторно-конвейерные линии, работающие по роторным технологиям [3].

Важнейшим фактором, развивающим технологию и технику АПК, сегодня являются компьютеризация и автоматизация производственных процессов. Компьютеризация и высокие темпы развития Пятого технологического уклада в различных странах поставили на повестку дня принципиально новый вопрос: не просто автоматизация сельскохозяйственных и перерабатывающих производств, а автоматизация переноса научного знания в производство и автоматизация самого процесса получения новых знаний. Именно в Пятом технологическом укладе наблюдается бурное развитие систем автоматического проектирования (САПР) и систем автоматизации научных исследований (АСНИ) на основе компьютеризации. Таким образом формируется система, переносящая научные знания в производство с минимальным участием человека.

На формирование такой системы, с передающим звеном «наука – производство» тратится значительная часть научного и технического потенциала развитых стран, так как именно здесь формируется будущее технологий производства продовольствия.

Диалектичность развития современной пищевой инженерии состоит не в том, чтобы поддерживать технологию на достигнутом высоком уровне, а при необходимости постоянно и оперативно её изменять. Наиболее существенные изменения происходят не на пути совершенствования или модернизации, а за счет принципиального преобразования (реконструкции) технологий [4].

Сегодня процессы автоматизации становятся новым этапом постоянного процесса отделения человека от предмета труда. Если в первых технологических укладах машинам были переданы из рук человека непосредственные орудия воздействия на предмет труда, оставив за человеком лишь управление самой машиной, то возможности технологических укладов сегодняшнего дня освобождают человека от постоянного управления машинами. Более того, человек в значительной степени освобождается и от конструирования этих машин. Современные и будущие технологические уклады (Пятый, предстоящий Шестой и, особенно, Седьмой, захватывающий XXII век) гуманизируют производительный труд в АПК, перенося основное содержание трудовой деятельности человека в область научных изысканий в системах высокой сложности. И это закономерно. Наша земная цивилизация в процессе своей эволюции вошла в эпоху сложности как сущностного феномена процесса глобализации. Вошла необратимо, изначально неопределённо и непрогнозируемо [5].

Поэтому в инженерии АПК надо постоянно, опираясь на объективные результаты фундаментальных исследований во всех областях сельскохозяйственной науки, прогнозировать развитие технологий и техники в АПК с упреждением в 50–60 лет, заглядывая в следующий технологический уклад. При этом стержнем развития инженерии становится превращение информации в производительный труд без прямого участия человека. Это определяет основную особенность зарождающегося Шестого технологического уклада в АПК (2025–2080 гг.).

Агропромышленному комплексу России необходим инновационный технологический прорыв в будущее. Сегодня пришло время именно для такого прорыва. Этот прорыв должен быть связан с наукоёмкими технологиями, то есть инновационными способами достижения человеком технологических целей. Эти способы опираются на процессы познания, коммуникации, обработки информации, опережающее

образование специалистов, системный подход, синергетику, компьютерные технологии, математическое моделирование элементов системы «человек-машина» и ряд других [6].

Вот некоторые черты технологического прорыва в будущее АПК:

- междисциплинарность, то есть необходимо взаимодействие идей, подходов, готовых разработок из различных достаточно далёких областей знаний;

- фундаментальность образования, что позволит специалисту находить и принимать ответственные решения в условиях неопределённости при создании сложных самоорганизующихся систем процессов, когда единственной надёжной опорой могут быть научные знания в виде вскрытых явлений и установленных закономерностей технологических процессов;

- ориентация на возможности и потребности человека в реализации новых технологических укладов.

Современные технологии и техника переработки сельскохозяйственного сырья, как известно, базируются на достижениях физической химии, биофизики, биохимии, микробиологии, биотехнологии, механики, теплотехники, электроники и других разделах науки. В настоящее время главная цель фундаментальных и приоритетных прикладных научных исследований и инженерных разработок – резко повысить эффективность комплексной переработки сельскохозяйственного сырья, то есть увеличить выпуск высококачественных пищевых продуктов с минимальным количеством отходов.

Моделирование технологий будущего в производстве продуктов питания есть необходимость. Это фундаментальная научная работа, которая основана на инновационной деятельности специалистов.

В диалектике пищевых технологий имеет место чередование революционных и эволюционных периодов. Известно восприятие процесса развития как процесса, состоящего 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-х годов XX века и затухание работ в этом направлении подтверждает эту диалектику развития машинных технологий. Возникает вопрос, чем, какими обстоятельствами может быть обусловлен новый скачок в диалектике пищевых технологий. Речь, по-видимому, может идти о создании принципиально новых технологий, основанных на новых принципах организации технологического потока производства продуктов питания.

Действительно, «ручные технологии», пройдя скачкообразный переходный процесс самоорганизации в механизированные и автоматизированные линии производства продуктов питания, нашли свою оптимальную архитектуру и вот уже десятки лет функционируют с небольшими эволюционными изменениями процессов и конструкций машин и аппаратов. И очень многие разновидности современных машин, аппаратов, устройств могут и будут еще продолжительное время применяться без существенных изменений. Задача состоит в том, чтобы сознательно предвидеть новый скачок, понять его природу, концепцию, качественно другие принципы организации и работать на этот скачок, чтобы приблизить его, а не идти на поводу у объективных обстоятельств. Нет сомнений в том, что новый скачок должен быть связан с резким возрастанием уровня организации пищевых 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 ее внешней средой [4]. Другими словами, возрастает уровень организации новой совокупности процессов как технологии того или иного продукта.

В период скачка в развитии пищевой технологии происходит как радикальное изменение ее 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 идет в виде эволюционных изменений: совершенствование процессов и модернизация оборудования.

Потребности общества в реализации новых функций технологических систем, как правило, опережают возможности существующего технического обеспечения. Для развития технологии и техники перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса требуется дальнейшее совершенствование методов разработки систем процессов и систем машин. Непременным условием таких разработок должно стать использование инженерных прогнозов [7–10].

Если посмотреть на технологию и технику сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий 50-летней давности (это 60-е годы XX века) и сравнить их с современными технологиями и техникой в АПК, то такой же технологический сдвиг мы могли бы наблюдать, посмотрев на сегодняшние технологии АПК из 70–80-х годов XXI в. Поэтому ретровзгляд из настоящего в прошлое и из будущего в настоящее весьма целесообразен. Он стимулирует ученых и инженеров к прогнозированию и созданию неординарных инновационных технологий и техники АПК [11–20].

### Заключение

Таким образом для создания инновационных технологий необходимо:

- проанализировать современные технологии АПК России и их техническое сопровождение с точки зрения возможности и целесообразности создания в перспективе системных технологических комплексов индустриального производства и переработки продукции сельского хозяйства в продукты питания;
- разработать перспективные программы поисковых, фундаментальных, прикладных и опытно-конструкторских работ с государственным бюджетным финансированием по сквозным технологиям системного комплекса на период до второй половины XXI века и далее;
- организовать подготовку научных и инженерных кадров путем объединения вузов сельскохозяйственного и пищевого профилей.

### Литература

- 1 Савкин Н.С. Возможности прикладной философии // Философия и общество. 2015. № 3–4. С. 155–165.
- 2 Черноиванов В.И. Ежевский А.А., Федоренко В.Ф. Мировые тенденции машинно – технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 284 с.
- 3 Gorlov I.F. et al. Digital technologies in the development of the agro-industrial complex // Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality 9. Springer International Publishing, 2020. P. 220-229.
- 4 Панфилов В.А. Диалектика технологий агропромышленного комплекса России // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 1. С. 4–9.
- 5 Атаманчук Г.В. Управление: философия, идеология, научное обеспечение. М.: Academia, 2015. 416 с.
- 6 Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Россия XXI век. Стратегия прорыва. Технология. Образование. Наука; изд.2-е. М.: ЛЕНАНД, 2017. 304 с.
- 7 Antsiferova O.Y., Sutormina E.S., Kolupaev S.V., Petrova L.M. et al. Innovative Development Of The Agro-Industrial Complex: Trends And Opportunities Of Improvement // European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. 2022.

- 8 Anokhina M.Y., Zinchuk G.M., Petrovskaya S.A. The development of the concept of economic growth of the agro-industrial complex // Journal of internet Banking and Commerce. 2016. V. 21. №. 3. P. 1.
- 9 Sergi B.S., Popkova E.G., Bogoviz A.V., Ragulina Y.V. The agro-industrial complex: tendencies, scenarios, and regulation // Modeling economic growth in contemporary Russia. Emerald Publishing Limited, 2019. P. 233-247. doi: 10.1108/978-1-78973-265-820191009
- 10 Pilova F.I., Kushkhakanova I.M. Directions of innovative development of the agro-industrial complex of Russia // Izvestiya of Kabardi-no-Balkarian State Agrarian University named after VM Kokov. 2021. V. 4. №. 34. P. 143-148.
- 11 Panfilov V.A., Andreev S.P. Engineering of complex technological systems in the agroindustrial complex // Foods and Raw materials. 2018. V. 6. №. 1. P. 23.
- 12 Nezamova O.A., Stupina A.A., Shagaeva O.A. The main directions of agro-industrial complex development in the near future // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. V. 1076. №. 1. P. 012053. doi: 10.1088/1755-1315/1076/1/012053
- 13 Alabugina R.A., Shishkov A.N., Al-Sadi A.M.G. Planning agro-industrial complex strategies using digital technologies // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. V. 868. №. 1. P. 012029. doi: 10.1088/1755-1315/868/1/012029
- 14 Shulgina L., Chernyshova I., Shulgin A. An innovative system of the agro-industrial complex: sectoral and territorial aspects // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. V. 274. №. 1. P. 012097. doi: 10.1088/1755-1315/274/1/012097
- 15 Atamas A. P., Atamas P. I. Agroecological Production Infrastructure of Agro-Industrial Complex: Problems and Solutions // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019. V. 10. №. 02.
- 16 Antsiferova O.Y. et al. Digital Technologies for Innovative and Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex as a Complex Socio-Economic System // The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems: Volume 1. Cham: Springer International Publishing, 2021. P. 355-363.
- 17 Babaeva Z.S. An investigation into current issues in the financing of the innovative development of the agro-industrial complex // Academy of Strategic Management Journal. 2018. V. 17. №. 4. P. 1-6.
- 18 Черноиванов В. И. Цифровые технологии в АПК // Техника и оборудование для села. 2018. №. 5. С. 2-4.
- 19 Эйдис А.Л., Чутчева Ю.В., Парлюк Е.П. Техническое и технологическое обеспечение АПК // Техника и оборудование для села. 2010. №. 9. С. 13-15.
- 20 Буклагин Д.С. Информационное обеспечение разработки справочников наилучших доступных технологий в АПК России // АгроЭкоИнженерия. 2016. №. 88. С. 5-18.

## References

- 1 Savkin N.S. Possibilities of Applied Philosophy. Philosophy and Society. 2015. no. 3–4. pp. 155–165. (in Russian).
- 2 Chernouvanov V.I. Ezhevsky A.A., Fedorenko V.F. World Trends in Machine-Technological Support for Intelligent Agriculture. Moscow, Rosinformagrotech, 2012. 284 p. (in Russian).
- 3 Gorlov I.F. et al. Digital Technologies in the Development of the Agro-Industrial Complex. Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality 9. Springer International Publishing, 2020. pp. 220–229. (in Russian).
- 4 Panfilov V.A. Dialectics of Technologies in the Russian Agro-Industrial Complex. Bulletin of the Russian Agricultural Science. 2023. no. 1. pp. 4–9. (in Russian).
- 5 Atamanchuk G.V. Management: philosophy, ideology, scientific support. Moscow, Academia, 2015. 416 p. (in Russian).
- 6 Ivanov V.V., Malinetsky G.G. Russia XXI century. Breakthrough strategy. Technology. Education. Science; 2nd ed. Moscow, LENAND, 2017. 304 p. (in Russian).
- 7 Antsiferova O.Y., Sutormina E.S., Kolupaev S.V., Petrova L.M. et al. Innovative Development Of The Agro-Industrial Complex: Trends And Opportunities Of Improvement. European Proceedings of Social and Behavioural Sciences. 2022.
- 8 Anokhina M.Y., Zinchuk G.M., Petrovskaya S.A. The development of the concept of economic growth of the agro-industrial complex. Journal of internet Banking and Commerce. 2016. vol. 21. no. 3. pp. 1.
- 9 Sergi B.S., Popkova E.G., Bogoviz A.V., Ragulina Y.V. The agro-industrial complex: tendencies, scenarios, and regulation. Modeling economic growth in contemporary Russia. Emerald Publishing Limited, 2019. pp. 233-247. doi: 10.1108/978-1-78973-265-820191009
- 10 Pilova F.I., Kushkhakanova I.M. Directions of innovative development of the agro-industrial complex of Russia. Izvestiya of Kabardi-no-Balkarian State Agrarian University named after VM Kokov. 2021. vol. 4. no. 34. pp. 143-148.
- 11 Panfilov V.A., Andreev S.P. Engineering of complex technological systems in the agroindustrial complex. Foods and Raw materials. 2018. vol. 6. no. 1. pp. 23.
- 12 Nezamova O.A., Stupina A.A., Shagaeva O.A. The main directions of agro-industrial complex development in the near future. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2022. vol. 1076. no. 1. pp. 012053. doi: 10.1088/1755-1315/1076/1/012053
- 13 Alabugina R.A., Shishkov A.N., Al-Sadi A.M.G. Planning agro-industrial complex strategies using digital technologies. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. vol. 868. no. 1. pp. 012029. doi: 10.1088/1755-1315/868/1/012029
- 14 Shulgina L., Chernyshova I., Shulgin A. An innovative system of the agro-industrial complex: sectoral and territorial aspects. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. vol. 274. no. 1. pp. 012097. doi: 10.1088/1755-1315/274/1/012097
- 15 Atamas A. P., Atamas P. I. Agroecological Production Infrastructure of Agro-Industrial Complex: Problems and Solutions. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019. vol. 10. no. 02.

16 Antsiferova O.Y. et al. Digital Technologies for Innovative and Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex as a Complex Socio-Economic System. The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems: Volume 1. Cham: Springer International Publishing, 2021. pp. 355-363.

17 Babaeva Z.S. An investigation into current issues in the financing of the innovative development of the agro-industrial complex. Academy of Strategic Management Journal. 2018. vol. 17. no. 4. pp. 1-6.

18 Chernoiivanov V. I. Digital technologies in the agro-industrial complex. Machinery and equipment for the village. 2018. no. 5. pp. 2-4. (in Russian).

19 Eidis A. L., Chutcheva Yu. V., Parlyuk E. P. Technical and technological support of the agro-industrial complex. Machinery and equipment for the village. 2010. no. 9. pp. 13-15. (in Russian).

20 Buklagin D. S. Information support for the development of reference books of the best available technologies in the agro-industrial complex of Russia. AgroEcoEngineering. 2016. no. 88. pp. 5-18. (in Russian).

#### Сведения об авторах

**Сергей В. Шахов** д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, s\_shahov@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-5865-2357>

**Сергей Т. Антипов** д.т.н., профессор, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ast@vsuet.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-4299-1538>

**Виктор А. Панфилов** д.т.н., профессор, Академик РАН, кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Тимирязевская улица 49, г. Москва, 127434, Россия, vap@rgau-msha.ru

#### Information about authors

**Sergey V. Shakhov** Dr. Sci. (Engin.), professor, food processing machines and apparatuses productions department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, s\_shahov@mail.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-5865-2357>

**Sergey T. Antipov** Dr. Sci. (Engin.), professor, food processing machines and apparatuses productions department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, ast@vsuet.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-4299-1538>

**Victor A. Panfilov** Dr. Sci. (Engin.), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, processes and apparatuses of processing industries department, Timiryazev Moscow Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Street, Moscow, 127434, Russia, vap@rgau-msha.ru

#### Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

|                      |                                |                             |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Поступила 15/07/2024 | После редакции 01/08/2024      | Принята в печать 22/08/2024 |
| Received 15/07/2024  | Accepted in revised 01/08/2024 | Accepted 22/08/2024         |