

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИЙ АПК БУДУЩЕГО

Виктор Александрович Панфилов, академик РАН

Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

E-mail: vap@rgau-msha.ru

Аннотация. Статья посвящена некоторым аспектам создания технологий будущего агропромышленного комплекса России. Рассмотрена проблема организации, функционирования и развития сложной технологической системы производства продовольствия. Обсуждаемые вопросы: понятие сложности технологии АПК; создание синергетических технологических комплексов для производства и переработки сельскохозяйственной продукции в основные продукты питания; архитектура сложной технологической системы; темп развития технологических процессов; синергетические закономерности системных технологических комплексов; параметр порядка сложной технологии; количественные показатели качества ведущих процессов; эффект функционирования сложного синергетического комплекса АПК; диалектический переход от дифференцированного технологического базиса АПК к качественно новому базису технологий в виде интегрированных производств продуктов питания; системообразующие факторы сложных технологий АПК; взаимоусиление соединенных в синергетический комплекс технологий; основы индустриальных технологий растениеводческой и животноводческой продукции; условия роботизированных производств продовольствия; парадигма создания в АПК индустриальных синергетических системных комплексов. Особое внимание уделено диалектике технологий АПК, усложнение которых есть естественный исторический процесс.

Ключевые слова: синергетика, АПК России, продовольственный комплекс, организация, технологическая система, сельскохозяйственная продукция, роботизированное производство, продукты питания

SYNERGISTIC FOUNDATIONS OF FUTURE AGRO-INDUSTRIAL TECHNOLOGIES

V.A. Panfilov, Academician of the RAS

K.A. Timiyazev Russian State Agrarian University — MTAA, Moscow, Russia

E-mail: vap@rgau-msha.ru

Abstract. The article is devoted to some aspects of creating technologies for the future agro-industrial complex of Russia. The problem of organization, functioning and development of a complex technological system of food production is considered. The range of issues discussed are includes: the concept of complexity of agro-industrial complex technology; creation of synergetic technological complexes for production and processing of agricultural products into basic food products; architecture of a complex technological system; rate of technological processes development; synergetic patterns of system technological complexes; order parameter of complex technology; quantitative indicators of the quality leading processes and technology; the effect of functioning of a complex synergetic complex of the agro-industrial complex; dialectical transition from a differentiated technological basis of the agro-industrial complex to a qualitatively new basis of technologies in the form of integrated food production; system-forming factors of complex technologies of the agro-industrial complex; mutual reinforcement of technologies united in a synergetic complex; fundamentals of industrial technologies of crop and livestock products; conditions of robotic food production; paradigm of creation of industrial synergetic system complexes in the agro-industrial complex. Particular attention is paid to the dialectic of agro-industrial complex technologies, the complication of which is a natural historical process.

Keywords: synergetics, Russian agro-industrial complex, food complex, organization, technological system, agricultural products, robotic production, food products

Агропромышленный комплекс нашей страны к середине XX века подошел к пределу экстенсивного производства продуктов питания. Тогда решением вопроса интенсивного развития стало присоединение сырьевой базы к перерабатывающей промышленности и создание в 1985 году Госагропрома СССР.

Это был инновационный процесс в деле совершенствования связей между производителями и переработчиками сельскохозяйственной продукции.

Исторически развитие АПК связано с усложнением технологий, что влечет их обновление. Поэтому нужно постоянно совершенствовать структуру технологических систем, вводить связи соподчинения и кооперации, модернизировать технологии производства сельхозсырья и его переработки.

При создании комплекса технологий АПК зарождается новый стиль научного мышления, поскольку наука переходит к познанию систем упорядоченной сложности. Известно, что при объединении элементов в систему у нее на определенном уровне сложности

возникают свойства, не сводимые к свойствам элементов ее составляющих. [8] Понятие сложности сопряжено с новым научным направлением «Синергетика», включающим такие аспекты, как «эмерджентность», «открытость», «нелинейность», «нестабильность». [1] Сложность технологического комплекса АПК можно определить как результат взаимодействия разнообразных ведущих процессов и их связей во времени. Такой комплекс развивается в направлении роста сложности в соответствии с одним из основных эволюционных принципов диалектики. [4]

Цель работы — показать необходимость создания в АПК России сложных технологических систем в виде комплексов для промышленного производства сельскохозяйственной продукции и основных продуктов питания.

Организация сложной технологической системы. Новая эпоха для науки о производстве продовольствия началась в 1990 году, когда была учреждена Российская академия сельскохозяйственных наук с Отделением

хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Это объединение ученых привело к взламыванию межотраслевых и междисциплинарных перегородок, установлению взаимодействий и связей ведущих процессов синергетического комплекса технологий продуктов питания.

Сегодня мы подходим к созданию синергетических технологий продовольственных комплексов для производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Научно обоснованное объединение технологий АПК становится одним из решающих условий обеспечения продовольственной безопасности России.

Синергетический технологический комплекс необходим для получения существенного прироста эффективности в производстве продовольствия. Комплекс составляет совокупность технологий, состоящих из большого числа разнородных и сложных частей (подсистемы), тесно связанных между собой, которые насыщены машинами, аппаратами, биореакторами, автоматикой, хорошо управляемы. В нашей стране наиболее близок к этим требованиям синергетический технологический комплекс промышленного производства и переработки птицы. Он представляет собой закономерный, но качественно новый этап развития технологических систем, непосредственно связанный с инновационной революцией в АПК.

Обобщенная структура сложной технологии АПК может быть представлена в виде технологического цикла (сборка — разборка — сборка) — технологические системы сборки сельскохозяйственной продукции из соответствующих ресурсов, ее разборки на анатомические части, сборки из них продуктов питания. Они перемежаются с технологическими системами хранения. Синергетический комплекс — результат сближения, соединения, сжатия аграрных, перерабатывающих и пищевых технологий во времени и пространстве. При этом разнообразные биологические, биохимические, химические, физико-химические и физические процессы, ранее удаленные друг от друга и слабо взаимодействующие между собой, сближаются, «спрессовываются» достаточно узкими допусками на величины параметров входа и выхода всех ведущих процессов настолько близко, что начинают непосредственно влиять друг на друга.

Создание синергетических технологических комплексов возможно уже в ближайшем будущем. Требуется уяснить «механизм» возникновения из разрозненных технологических систем очень сложных целостных образований (синергетические технологические комплексы), которые обладают незнакомыми нам свойствами, особенностями и закономерностями, с чем придется столкнуться при их организации, функционировании и развитии. Дialeктика дальнейшего развития антропогенных целостных систем ведет к их усложнению, но упрощает процессы функционирования и повышает эффективность.

Архитектура синергетической технологической системы АПК определяется не столько сложностью отдельных процессов преобразования сред, сколько сложностью разнородных технологий. Такое взаимодействие производящих, перерабатывающих и пищевых технологий порождает эмерджентный эффект, который должен быть положен в основу новой индустриализации АПК.

Первоначальное соединение производящих, перерабатывающих и пищевых технологий приводит к дезорганизованной сложности такой сочлененной системы — ее подсистемы взаимодействуют между собой случайным ничем не детерминированным образом. Дезорганизованная сложность описывается вероятностными и статистическими методами.

Организованная сложность строится на неслучайных взаимоотношениях между частями (подсистемами). Создать систему из трех различных технологий со своими способами хранения невозможно без их частичной перестройки или взаимной адаптации технологических свойств сельхозпродукции и механизмов преобразования сред в ведущих процессах ее переработки.

Основную закономерность организации сложного целого в АПК можно сформулировать следующим образом: синтез отдельных эволюционирующих технологий в одну сложную структуру происходит при установлении общего темпа эволюции. Интенсивность процессов в различных технологиях сложной системы может быть разной. Организация же синергетической сложной технологической системы означает, что в объединяемых технологиях устанавливается одинаковый темп развития процессов, то есть они попадают в одно русло и развиваются с равной скоростью. Тем самым ускоряется развитие тех технологий, которые интегрируются в сложную, и целое развивается быстрее составляющих его частей. Таким образом, технологиям АПК «выгоднее быть» в одной сложной системе. [3]

Функционирование сложной технологической системы. Создание системных синергетических комплексов определяется не столько различием в технологиях, сколько единством и взаимосвязью их частей. Именно в процессах взаимодействия компонентов создаваемой сложной системы раскрываются резервы, изучение которых актуально на нынешнем этапе развития технологий АПК. Поэтому требуется всесторонне учитывать разнообразные синергетические закономерности системных технологических комплексов, развивать их организационную структуру в направлении максимального соединения интересов работников сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий. В этом заложен огромный потенциал повышения эффективности производства продовольствия, поскольку одна только перестройка организационных отношений может дать не меньший результат, чем новая техника в сельском хозяйстве и перерабатывающих отраслях. В антропогенных системах, в основе которых лежат механизированные операции преобразования ресурсов в продукты питания, он обусловлен своим системообразующим фактором — стабильностью параметров выходов этих операций по всей технологической цепочке. Это приводит к взаимоусилению технологий, составляющих комплекс. Целое больше суммы своих частей только при стабильности выходов всех ведущих процессов. Обеспечить это необходимое условие в технологическом комплексе возможно лишь при создании эффективной системы управления.

Поскольку комплекс АПК есть иерархическая структура, где конечный результат — продукты питания, то процессы технологий перерабатывающих и пищевых производств обуславливают необходимые технологические требования к сельскохозяйственному сырью растительного и животного происхождения, формирующие синергетический параметр порядка. [5]

При функционировании комплекса важна систематическая количественная оценка качества, входящих в него технологий. Для ведущих процессов той или иной технологии должны количественно определяться качественные показатели их выходов: точность, устойчивость, чувствительность, управляемость, технологическая надежность, а для совокупности процессов необходима оценка ее уровня целостности через измерение стабильности выходов соответствующих подсистем. [7] Сегодня эти показатели процессов и технологий не измеряются, но при функционировании сложных технологических систем-комплексов количественные оценки необходимы.

Синергетический системный технологический комплекс объединяет в единое целое большое число разнородных систем — автономных технологий производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Комплексы обладают совершенно новыми свойствами, не характерными ни для технологий производства растительной и животноводческой продукции, ни для многочисленных технологий ее переработки. Но не всякое объединение сельскохозяйственной и перерабатывающих технологий, может составить синергетический системный технологический комплекс.

Обязательное условие его организации — создание крупных промышленных агропромышленных предприятий на новой технологической и технической базе, эффект функционирования которых может быть представлен в виде: повышения производительности труда; расширения адресности производства сельскохозяйственной продукции; усиления технологичности свойств сельскохозяйственного сырья; обеспечения прижизненного формирования качества продуктов питания; реализации прослеживаемости безопасности потребления продуктов питания; приближения перерабатывающих и пищевых предприятий к местам производства сельхозсырья; развития кооперативных форм организации труда; повышения технологической дисциплины в сельскохозяйственном производстве, перерабатывающей и пищевой промышленности; создания на перерабатывающих и пищевых предприятиях высокоавтоматизированных и роботизированных производств; развития ресурсосбережения и экологичности процессов по всей технологической цепочке.

Развитие сложной технологической системы. Технологии АПК развиваются через нововведения, которые затрагивают ресурсы, технологии, оборудование, организационную структуру, выпускаемую продукцию. Создание синергетических системных технологических комплексов — следующий этап естественного развития технико-технологической базы аграрных, перерабатывающих и пищевых производств, переход от старого дифференцированного технологического базиса к качественно новому технологий АПК в виде интегрированных производств продуктов питания. [6]

Синергетический подход к созданию исключительно сложных систем позволит по-новому взглянуть на современные технологии АПК и ускорить их качественное преобразование. Синергетика не заменяет базовые научные и инженерные дисциплины, но стимулирует развитие знаний в их рамках, возникают некоторые представления и понятия, которые были введены кибернетикой и общей теорией систем. [2] Прежде всего речь идет о понятии обратной связи,

причем не только отрицательной, отвечающей за процесс поддержания функции объекта, но и положительной, отвечающей за процесс его форсированного развития. Синергетика помогает осознать концепцию совершенствования очень сложных технологических объектов в АПК как открытых нелинейных систем, которые в нестабильном состоянии носят многообразные формы будущей организации. Системный комплекс, находящийся в нестабильном состоянии, чувствителен к внешним воздействиям, согласованным с его собственными свойствами, что приводит к возникновению точек ветвления пути дальнейшего развития комплекса. [9]

Кульминационный момент развития технологий АПК — обстоятельства, при которых формируется целостность системного комплекса, приводящая к сверхэффективности соединенных в единое целое технологий. Эффект самого системного комплекса определяется мерой реализации системообразующих факторов в отдельных технологиях. Таким образом, взаимоусиление соединенных в комплекс технологий — источник эффекта сложных систем.

Перерабатывающая часть синергетического системного комплекса строго организована в технологический поток и функционирует на заводах, фабриках, комбинатах и других перерабатывающих и пищевых предприятиях, что нельзя сказать о части комплекса производящей растительное и животное сырье. По этой причине необходимо организовать производство сельскохозяйственной продукции на промышленной основе. В сельском хозяйстве закономерности, описывающие строение, функционирование и развитие технологических процессов гораздо сложнее, чем в технологических процессах на перерабатывающих и пищевых предприятиях и носят преимущественно вероятностный характер. Это обусловлено особенностями главного средства производства — земли с ее сильно изменяющейся от погодных условий отдачей. Растения и животные также имеют свои биологические особенности роста и развития. Поэтому решение проблемы производства стабильной по качеству и количеству сельскохозяйственной продукции следует искать в создании принципиально новых технологий промышленного типа, что приведет к получению высокоурожайных культур растений и новых высокопродуктивных пород животных.

В основе промышленных технологий растениеводческой продукции должна лежать организация стройной системы обработки почвы, внесения удобрений, точного посева, механизированного ухода за посевами, борьбы с болезнями и вредителями, уборки урожая и его хранения. Точный посев семян (основной фактор) возможен после их специальной обработки (сортирование, шлифование, калибрование, дражирование).

В основе промышленных технологий животноводческой продукции должна быть организация автоматизированных процессов содержания животных. Технология приводит к понятию «ферма-завод».

В конце XX века получены важные исходные предпосылки для проектирования агробиозаводов и агрозоофабрик. В полеводстве одно из направлений развития заводской модели — создание мостовых мобильных систем. Это передвижной сельскохозяйственный завод. Заводские тенденции развития свойственны и

промышленному животноводству из-за высокой концентрации производства при его узкой специализации.

На сельскохозяйственных предприятиях заводского и фабричного типа должны быть обеспечены точность, устойчивость, стабильность и технологическая надежность процессов сельскохозяйственного производства. Именно такие процессы могут обусловить необходимое качество связей по всей технологической цепочке синергетического системного комплекса, что позволит на перерабатывающих и пищевых предприятиях организовать роботизированные производства продовольствия с помощью роторных технологий.

Новая парадигма в науке и производстве продуктов питания — идеология создания индустриальных синергетических системных комплексов, приводящих к безусловному положительному эффекту. В этом суть и неизбежность диалектического развития антропогенных систем.

Основные положения парадигмы.

Первое — изменение стиля мышления ученого и инженера, то есть осмысление необходимости процессов анализа и синтеза. В настоящее время складывается впечатление, что в сельскохозяйственной науке процессы дифференциации преобладают над процессами интеграции. Но это впечатление связано с классом решаемых задач. Процедура интеграции уже требует учета внешних возмущающих факторов и взаимовлияния ведущих процессов в сложной технологии. Это ведет к смене математического аппарата и построению синергетической модели объекта.

Второе — рассмотрение технологий производства и переработки сельскохозяйственной продукции как сложных систем процессов. В таких технологиях должен существовать системообразующий фактор, определяющий взаимосвязь подсистем в сложной системе и создающий синергетический эффект, количественная мера уровня организации (целостность) сложной системы, которая должна быть частью (подсистема) охватывающей ее (надсистема).

Третье — процесс развития сложной технологической системы адаптирует технологические свойства сельскохозяйственного сырья к процессам его преобразования и механизмы операций в машинах, аппаратах и биореакторах перерабатывающих производств к технологическим свойствам сырья.

Дальние горизонты технологий АПК должны постоянно просматриваться для соответствующих корректировок планируемых работ на ближайшие годы. Это связано с приближением совершенно новых технологий продуктов питания, определяющих Пятый и Шестой технологические уклады.

Необходимо проанализировать современные технологии АПК России и их техническое сопровождение с точки зрения возможности и целесообразности создания в перспективе синергетических 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 синергетического системного комплекса на период до второй половины XXI века и далее; организовать опережающую подготовку научных и инженерных кадров, объединяя вузы сельскохозяйственного и пищевого профилей в государственные университеты инженерных технологий продовольствия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Баранцев Р.Г. Синергетика в современном естествознании. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 160 с.
2. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Синергетика: нелинейность времени и ландшафты коэволюции. М.: КомКнига, 2014. 272 с.
3. Князева Е.Н. Синергетика. Антология. М.; СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2013. 408 с.
4. Крушанов А.А., Мамчур Е.А. Будущее фундаментальной науки: Концептуальные, философские и социальные аспекты проблемы. М.: КРАСАНД, 2011. 288 с.
5. Мегердичев Е.Я. Технологические требования к сортам овощных и плодовых культур, предназначенных для различных видов консервирования. М.: Россельхозакадемия, 2003. 96 с.
6. Панфилов В.А. Диалектика технологий агропромышленного комплекса России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2023. № 1. С. 4–9.
7. Панфилов В.А. Теория технологического потока. 3-е изд. М.: ИНФРА-М, 2019. 320 с.
8. Пригожин И. От существующего к возникающему: Время и сложность в физических науках. Пер. с англ. / Под редакцией Ю.Л. Климонтовича. Изд. 4-е. М.: Едиторал УРСС, 2016. 304 с.
9. Пригожин И. Философия нестабильности // Вопросы философии. 1991. № 6. С. 46–57.

REFERENCES

1. Barancev R.G. Sinergetika v sovremennom estestvoznanii. M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2009. 160 s.
2. Knyazeva E.N., Kurdyumov S.P. Sinergetika: nelinejnost' vremeni i landshafty koevolucii. M.: KomKniga, 2014. 272 s.
3. Knyazeva E.N. Sinergetika. Antologiya. M.; SPb.: Centr gumanitarnyh iniciativ, 2013. 408 s.
4. Krushanov A.A., Mamchur E.A. Budushchee fundamental'noj nauki: Konceptual'nye, filosofskie i social'nye aspekty problemy. M.: KRASAND, 2011. 288 s.
5. Megerdichev E.Ya. Tekhnologicheskie trebovaniya k sortam ovoshchnyh i plodovyh kul'tur, prednaznachennyh dlya razlichnyh vidov konservirovaniya. M.: Rossel'hozakademiya, 2003. 96 s.
6. Panfilov V.A. Dialektika tekhnologij agropromyshlennogo kompleksa Rossii // Vestnik rossijskoj sel'skhozoyajstvennoj nauki. 2023. № 1. S. 4–9.
7. Panfilov V.A. Teoriya tekhnologicheskogo potoka. 3-e izd. M.: INFRA-M, 2019. 320 s.
8. Prigozhin I. Ot sushchestvuyushchego k voznikayushchemu: Vremya i slozhnost' v fizicheskikh naukah. Per. s angl. / Pod redakciej Yu.L. Klimontovicha. Izd. 4-e. M.: Editorial URSS, 2016. 304 s.
9. Prigozhin I. Filosofiya nestabil'nosti // Voprosy filosofii. 1991. № 6. S. 46–57.

Поступила в редакцию 02.09.2024
Принята к публикации 16.09.2024