

## ДИАЛЕКТИКА ТЕХНОЛОГИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

**Виктор Александрович Панфилов, академик РАН**  
 Российский государственный аграрный университет-МСХА  
 имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия  
 E-mail: vap@rgau-msha.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены некоторые аспекты создания технологий будущего АПК России. В центре внимания – синергетический подход к разработке сложных самоорганизующихся технологических систем производства продуктов питания. Обсуждаемые вопросы: перспектива новой индустриализации агропромышленного комплекса; общие принципы и задачи прикладной философии; диалектическая спираль как модель развития технологий; динамика развития технологических систем АПК с точки зрения диалектического метода; особенности процесса самоорганизации технологий АПК как сложных систем; анализ направлений развития технологий АПК; интерпретация основных законов диалектики с точки зрения развития технологий АПК в XXI веке; целесообразность и условия создания в АПК комплексов «Аграрно-пищевая технология» как путь в Шестой технологический уклад. Особое внимание уделено диалектическому усложнению технологий АПК.

**Ключевые слова:** прикладная философия, самоорганизация технологических систем, диалектическая спираль развития, синергетика, направления развития технологий АПК, прогнозирование, основные законы диалектики, технологические уклады АПК

## DIALECTICS OF THE RUSSIA AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX TECHNOLOGIES

**V.A. Panfilov, Academician of the RAS**  
 K.A. Timiyazev Russian State Agrarian University – MTAА, Moscow, Russia  
 E-mail: vap@rgau-msha.ru

**Abstract.** The article deals with some aspects of future technologies creating of the Russian agro-industrial complex. The focus is on a synergetic approach to the complex self-organizing technological systems for food production development. Issues in discussion are the prospect of a new industrialization of the agro-industrial complex (AIC); general principles and tasks of applied philosophy; dialectical spiral as a model of technology development; the dynamics of the agro-industrial complex technological systems development from the point of view of the dialectical method; features of the process of self-organization of AIC technologies as complex systems; analysis of directions for the development of agro-industrial complex technologies; interpretation of the Basic Laws of Dialectics in terms of the development of agro-industrial complex technologies in the 21<sup>st</sup> century; the feasibility and conditions for the creation of complexes “Agro-Food Technology” in the agro-industrial complex as a way to the Sixth technological order. Special focus is paid to the dialectical complication of AIC technologies.

**Keywords:** applied philosophy, self-organization of technological systems, dialectical spiral of development, synergetics, directions of AIC technologies development, forecasting, basic laws of dialectics, technological patterns of AIC

Будущее АПК России естественно связывать с новыми технологиями.

В XXI веке прогрессирующая урбанизация населения и проблема продовольственной безопасности обостряют вопрос поиска новых направлений развития технологий АПК. Необходимы прогнозы с лагом 50 и более лет. Такая стратегия, даже не поддающаяся верификации, может стимулировать разработку научного, инженерного и кадрового сопровождения развития инновационных технологий. [4]

Для нахождения методологий, которые было бы целесообразно использовать в долгосрочных прогнозах, следует обратиться к философским основам сельскохозяйственной науки.

В философии различают теоретическую и прикладную части. Прикладная не только выполняет функцию методологии, но и выявляет общие проблемы различных сфер жизни. [9]

В статье использованы разработки известных ученых в области философии науки и техники: Р.Ф. Абдеева, И.В. Блауберга, В.Г. Горохова, С.П. Курдюмова, В.А. Лекторского, Г.Г. Малинецкого, В.Н. Садовского, В.С. Стёпина, Б.Г. Юдина.

Цель работы – показать диалектическую неизбежность создания крупных индустриальных техно-

логических системных комплексов в АПК для промышленного производства сельскохозяйственной продукции растительного и животного происхождения и ее промышленной переработки в основные продукты питания.

**Технологии АПК: диалектическая спираль развития.** Механизм развития технологической системы и общая направленность ее эволюционирования как взаимодействующих элементов (процессы) зависит от характера преемственности между старым и новым, находящей свое конструктивное объяснение в диалектике циклических подвижек, малых и больших круговоротов, в которых накапливаются обратимые количественные и качественные изменения. Лучше всего они могут быть выражены в виде различных спиралей (рис. 1).

Динамику процессов развития таких систем, как технологии, создаваемые человеком, целесообразно представлять в образе сходящейся восходящей спирали (рис. 1, е), где ось ординат – время или сложность системы (количество подсистем, создаваемых за это время), абсцисс – информационная энтропия системы, увеличивающаяся от нуля влево и вправо. [1] Такой вид спирали отображает зависимость характера скачков от уровня организации технологической системы.

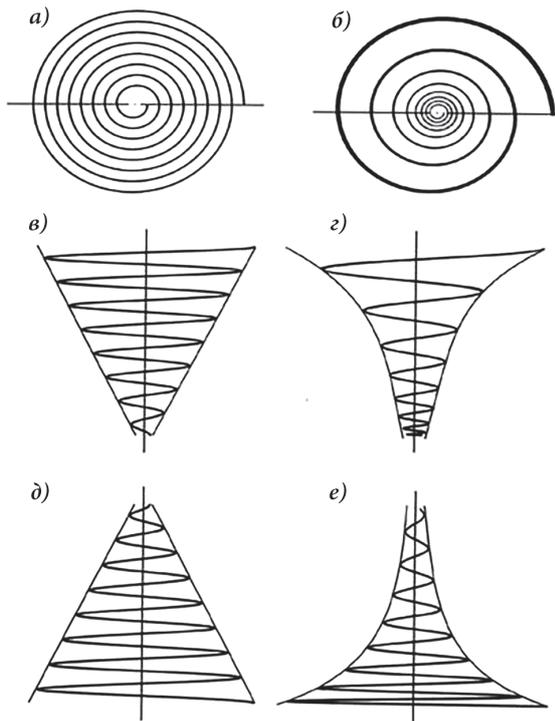


Рис. 1. Спирали развития: а – на плоскости, имеющая линейную зависимость между радиусом витков и их числом; б – на плоскости, имеющая нелинейную зависимость между радиусом витков и их числом; в – расходящаяся с линейной огибающей; г – расходящаяся с нелинейной огибающей; д – сходящаяся с линейной огибающей; е – сходящаяся с нелинейной огибающей.

Сходящаяся восходящая спираль показывает целенаправленность процессов развития, их нелинейность, стремление к устойчивости механизмов технологических процессов, стабильности ведущих параметров на их выходе, а также переход революционных изменений в эволюционные. В этом образе спирали развития находит наглядное отображение диалектика процесса самоорганизации (с участием человека). Синергетический процесс возрастания уровня целостности таких систем сопровождается снижением информационной энтропии, ростом стабильности ведущих параметров технологии.

Развитие любой технологической системы АПК обусловлено стремлением повысить точность, устойчивость, управляемость и надежность процессов как составляющих качества технологии, поэтому для них характерно стремление к негэнтропийной стабилизации ведущих параметров технологии.

В современной науке понятия информации и информационной энтропии стали основополагающими для теории развития. Информационная энтропия ( $H$ ) воспринимается как мера дезорганизации систем любой природы. Эта количественная мера качественного состояния системы занимает интервал от наивысшего уровня организации ( $H = 0$ , бит) до полной неопределенности ( $H = 1$ , бит для бинарных систем, к которым относятся технологии АПК).

Информация и информационная энтропия связаны соотношением:

$$j + H = 1, \quad (1)$$

где  $j$  – информация как мера упорядоченности,  $H$  – информационная энтропия как мера беспорядка.

Уровень организованности (целостности)  $\Theta$  технологической системы, состоящей из  $L$  подсистем, рассчитывается по формуле [6]:

$$\Theta = \sum_{i=1}^{i=L} \eta_i - (L - 1), \quad (2)$$

где  $\eta_i$  – стабильность функционирования  $i$ -й подсистемы;

$$\eta_i = 1 - \frac{H_i}{H_{\max.}}, \quad (3)$$

где  $H_i$  – текущая энтропия состояния подсистемы,  $H_{\max.}$  – максимальная энтропия состояния бинарной подсистемы,  $H_{\max.} = 1$ , бит.

Процесс развития, начинающийся с максимальной информационной энтропии, может быть описан процессом накопления информации, исчисляемой как разность между максимальным и текущим значениями информационной энтропии. Следовательно, механизм развития технологии целесообразно рассматривать в координатах: упорядоченное усложнение (количество подсистем  $L$ ) и информационная энтропия –  $H_i$  (стабильность –  $\eta_i$ ) с возможностью отсчета уровня организации (целостность –  $\Theta$ ) на всех этапах развития процессов. Усложнение технологической системы происходит во времени и их векторы совпадают. Поэтому ордината  $L$  рассматривается и как временная ось развития системы. Спираль как модель процесса развития (продольный разрез огибающих спиралей развития) показан на рисунке 2 для различных уровней целостности бинарных технологических систем.

Количественный информационный критерий  $\Theta$  адекватно описывает качественные процессы перехода от простой структуры технологии к более сложной и от плохо организованной системы процессов (суммативные системы) к хорошо организованной (целостные). Если развитие идет вследствие усложнения технологии, необходимо повысить стабильность функционирования всех ее частей. Когда развитие – результат упрощения технологии, то возможно снизить требования к стабильности ее подсистем.

Огибающие кривые спиралей развития технологий – это уровни целостности систем, которые при  $\Theta = +1$  вырождаются в прямую, совпадающую с осью ординат. Заштрихованную часть модели можно назвать областью целостных высокоорганизованных технологических систем при заданных допусках на ведущие параметры выхода подсистем и за данный период диагностики, их целостность  $\Theta$  находится в диапазоне  $= 0... +1$ . Именно эта область модели имеет технико-технологические предпосылки для разработки и создания инновационных роботизированных потоков. Остальное поле модели занимают суммативные технологические системы. Огибающая  $\Theta = 0$  может считаться границей между ними.

Таким образом, диалектическая модель развития технологии получает систему координат, свое трехмерное пространство, в котором информационная энтропия убывает, а стабильность функционирования увеличивается от периферии к центру, что

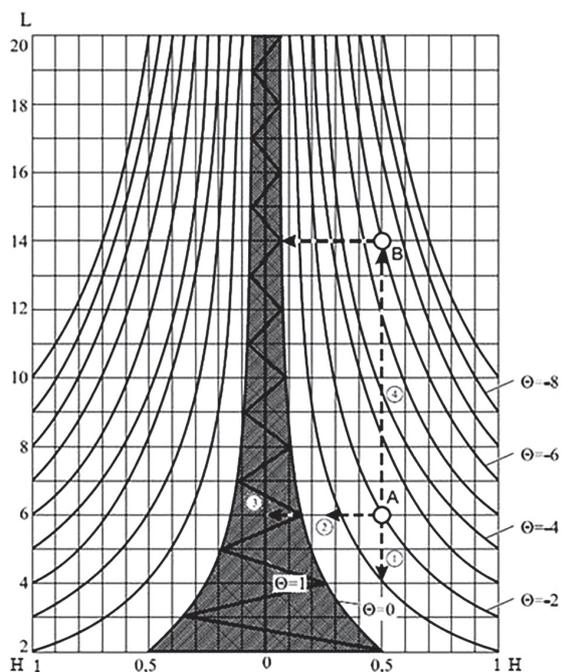


Рис. 2. Диалектическая спираль (модель процесса развития технологической системы) при различных уровнях организации (целостность –  $\Theta$ ).

говорит о возрастании уровня организации технологии. При анализе этой модели возникает вопрос, с какими технологическими системами и уровнем их организации мы имеем дело сейчас и каковы прогнозы развития этих технологий.

**Технологии АПК: диалектическое исследование спирали развития.** Как система процессов каждая технология имеет свою диалектику эволюционных и революционных этапов преобразования. Процессы самоорганизации не только удерживают систему на огибающей (саморегулирование), но и перемещают ее (саморазвитие) на другие огибающие ближе к оси спирали, повышая уровень целостности.

Эта динамика роста организации технологической системы показывает исключительную роль в развитии машинных технологий такого системообразующего фактора, как стабильность выходов ведущих процессов в машинах, аппаратах и биореакторах. Это говорит не только о стабилизации процессов путем задействования обратных связей, но и о снижении чувствительности самих механизмов явлений в биологических, механических, гидромеханических, теплообменных и биотехнологических процессах. Последнее обуславливает разработку эффективных и простых средств автоматизации. Поэтому вертикальную ось спирали следует рассматривать как ось прогресса, когда усложнение технологии ведет к росту стабильности ее процессов, что в свою очередь упрощает функционирование.

Огибающая спирали развития близкая к экспоненте свидетельствует о том, что вследствие высокой информатизации дальнейшее развитие технологии приводит к оптимизации ее управления. При этом ослабляется скачкообразность переходов и усиливается эволюционный характер развития системы (огибающая стремится к вертикальной оси спирали). С информационной точки зрения пре-

образование характера скачков из революционных в эволюционные можно объяснить достижением такого уровня организации технологии, при котором доля устраняемых возмущений существенно уменьшается. Следовательно, можно всегда иметь технологическую систему, постоянно эволюционирующую из-за присоединения новых подсистем.

Формально проблема развития любой технологии заключается в том, чтобы, например, из точки А (область суммативных систем) войти в зону целостных, высокоорганизованных систем.

Это возможно и структурным упрощением технологии (направление 1), и стабилизацией процессов в машинах, аппаратах и биореакторах (направление 2). После вхождения в область высокоорганизованных систем целесообразна автоматизация производственных процессов (направление 3), приближающая организацию технологии к идеальному состоянию, когда  $\Theta = 1$  при заданных допусках на ведущие параметры технологических свойств полуфабрикатов и продукции за оцениваемый период.

Однако все эти направления достижения минимальной энтропии состояния технологической системы можно рассматривать как адаптацию ее самой к внешним возмущениям и, прежде всего, к колебаниям качества сельскохозяйственного сырья. Эти направления развития хорошо известны и претворяются в жизнь.

Важно различать термины «управление» (поддержание уровня организации технологии, обеспечивая ее нахождение на одной из кривых) и «развитие» (повышение уровня организации технологии, обеспечивая переход на другую кривую, ближе к  $\Theta = 1$ ) (рис. 2). Развитие представляет собой изменения, связанные с отражением внешних возмущений, что сопровождается упорядочением связей, накоплением информации, возникновением новых структур, их усложнением и детерминацией, то есть это процесс самоорганизации.

Описанные три направления развития производственных процессов во многом исчерпали себя. Машинные перерабатывающие и пищевые технологии непрерывных производств в виде механизированных поточных линий, созданные в 30–80-е годы XX века, представляют первое и единственное поколение. Создание линий второго и следующих поколений исключительно сложно, так как флуктуация параметра технологического процесса от номинала может происходить в зависимости от мощности внешнего воздействия с различной скоростью. Поэтому встает задача учета динамического фактора того или иного процесса. Ее решение состоит в том, чтобы еще при незначительной величине начавшейся флуктуации выработать управляющее воздействие и оптимизировать процесс саморегуляции, удержать объект в пределах гомеостатического диапазона.

Решение проблемы повышения уровня организации, то есть создания линий второго и следующих поколений следует искать в разработке направления 4 (рис. 2). Его суть в структурном усложнении технологии АПК, увеличении количества подсистем до десяти и более, создании системного комплекса путем включения в него технологической системы соответствующего сельскохозяйственного производства (точка В).

Таким образом, формируется понятие «аграрно-пищевая технология продукта питания». Это означает, что вместо создания новых технических средств для существующих перерабатывающих и пищевых технологий, мы предлагаем использовать сырье со стабильными параметрами.

В этом случае проблемы перерабатывающих и пищевых технологий решаются через адаптацию сельскохозяйственного производства к процессам в машинах, аппаратах и биореакторах. Такая адаптация — это не отбор необходимого по кондициям сырья, а производство растениеводческой и животноводческой продукции по заранее оговоренным требованиям (допуски), что обеспечит высокое качество сквозной аграрно-пищевой технологии. Это — результат сжатия аграрных, перерабатывающих и пищевых технологий во времени и пространстве. Существенное сближение технологий сельскохозяйственного производства (сборка из ресурсов растениеводческой и животноводческой продукции) с технологиями переработки (получение продуктов методом разборки сельскохозяйственного сырья на анатомические части) и с пищевыми технологиями (получение продуктов питания методом сборки компонентов рецептуры) дает новое качество этой большой сквозной технологии. Оно заключается в том, что, ранее не связанные биологические, механические, гидромеханические, тепломассообменные и биотехнологические процессы, теперь сближаются из-за узких допусков на величины параметров входа и выхода и начинают влиять друг на друга. При этом повышается эффективность процессов отражения (реакция на возмущения извне), усиливается роль причинно-следственных связей, возникают новые взаимодействия. [10] Эта новая сквозная технология начинает обладать свойствами, которыми ранее не обладали раздельно сельскохозяйственные, перерабатывающие и пищевые технологии.

**Технологии АПК: основные законы диалектики.** Диалектический процесс развития технологий — это переход революционных изменений в эволюционные. [2] Создание технологических линий в перерабатывающих и пищевых отраслях АПК в 30–80-е годы XX века и прекращение работ в этом направлении подтверждает диалектику развития машинных технологий. Новый скачок может быть связан с увеличением количества подсистем в технологии АПК. Четвертое направление развития технологий демонстрирует *закон перехода количественных изменений в качественные*.

В аграрно-пищевых технологиях возникают благоприятные условия для накопления информации, совершенствования внутрисистемных связей, роста отражательной способности технологии, повышения эффективности взаимодействия с ее внешней средой, возрастает уровень организации, целостности новой совокупности процессов как сложной технологии того или иного продукта питания.

Увеличение размеров технологий продуктов питания и переход к понятию «аграрно-пищевая технология» порождает вопрос о целесообразности усложнения технологического потока. Но корректно ли говорить о короткой, но плохо организованной технологии как о «простой», а о большой, но упорядоченной, слаженной структуре как о «сложной»?

Какова же диалектика скачков, если процесс развития аграрно-пищевых технологий трактовать как синергетический процесс? [3] Достигнув уровня высокой организации и детерминации, новая технология снова находит свою «оптимальную архитектуру» и существенно замедляет свое дальнейшее изменение, удовлетворяя требованиям своего времени. При их повышении опять начинают формироваться новые структуры на базе уже развившихся, но на еще более высоком иерархическом уровне.

Среди многих важных положений материалистической диалектики особое значение имеет *закон отрицания отрицания*. Для целостных систем он отображает прогрессивную линию развития и характеризует его как процесс, содержащий моменты преемственности, цикличности, повторяемости и ритма. Этот закон можно представить в виде троичного ритма.

Сущность триады состоит в том, что процесс развития, проходя этапы тезиса и антитезиса находит свое относительное завершение в синтезе, как более устойчивой и высокоорганизованной структуре, содержащей положительные стороны обоих предыдущих этапов. Диалектическая триада представляет собой динамику процесса развития технологий АПК (табл. 1, 2).

*Закон единства и борьбы противоположностей* виден при объединении противоречивых технологий «сборки» сельскохозяйственной продукции, то есть ее производства из соответствующих ресурсов (сельскохозяйственные технологии), технологий «разборки» сельскохозяйственной продукции на анатомические части (технологии переработки) и снова «сборки» из этих частей в соответствии с рецептурами продуктов питания (пищевые технологии). В этой «борьбе» перерабатывающие технологии выдвигают к сельскохозяйственным жесткие требования по технологическим свойствам продукции, а пищевые — перерабатывающим. И их возможно выполнить, создав сквозную единую аграрно-пищевую технологию. Она рассчитана на реализацию в крупных сельскохозяйственных, перерабатывающих и пищевых производствах, соединенных в технологические комплексы. Речь идет о новых, перспективных индустриальных технологиях во всех отраслях АПК. [11] Это выход к мобильным мостовым системам (передвижной сельскохозяйственный завод) в растениеводстве и к фермам-заводам в животноводстве. [7] Промышленное производство сельскохозяйственной продукции позволит получать ее в достаточно узком диапазоне технологических свойств, необходимых для организации технологий переработки и пищевых на роботизированных ротаторно-конвейерных линиях. [5, 8]

Ожидаемый синергетический эффект от функционирования сквозных аграрно-пищевых технологий: повышение производительности труда; усиление технологичности свойств сельскохозяйственного сырья; обеспечение прижизненного формирования качества продуктов питания; развитие ресурсосбережения и экологичности процессов по всему технологическому потоку; естественный уход от экспорта сельскохозяйственного сырья и увеличение экспорта готовых пищевых продуктов.

Диалектический анализ процесса создания технологий АПК показывает, что с реализацией аграрно-пищевых технологий завершится революционный

Таблица 1.

Триада диалектики технологии хлеба

Этап развития		
Тезис	Антитезис	Синтез
Интегрированные технологии (условия натурального хозяйства): – процессы выращивания зерна (сборка адресная); – процессы получения муки (разборка адресная); – процессы выпечки хлеба (сборка адресная).	Дифференцированные технологии (условия индустриальных технологий): – производство зерна в сельском хозяйстве (сборка безадресная); – производство муки на мелькомбинатах (разборка безадресная); – производство хлеба на хлебозаводах (сборка безадресная).	Дифференцированные технологии, интегрированные в суперсистему (аграрно-пищевая технология): – процессы производства зерна (сборка адресная); – процессы производства муки (разборка адресная); – процессы производства хлеба (сборка адресная).

Таблица 2.

Триада диалектики технологии колбасных изделий

Этап развития		
Тезис	Антитезис	Синтез
Интегрированные технологии (условия натурального хозяйства): – процессы выращивания скота (сборка адресная); – процессы получения полутош (разборка адресная); – процессы выделки колбасных изделий (сборка адресная).	Дифференцированные технологии (условия индустриальных технологий): – производство скота на фермах (сборка безадресная); – производство полутош на заводах первичной переработки (разборка безадресная); – производство колбасных изделий на колбасных заводах (сборка безадресная).	Дифференцированные технологии, интегрированные в суперсистему (аграрно-пищевая технология): – процессы производства скота (сборка адресная); – процессы производства полутош (разборка адресная); – процессы производства колбасных изделий (сборка адресная).

переход от старого технологического базиса «индустриальной эры» к качественно новому информационному в виде единых компьютерно-интегрированных производств продуктов питания, с чем агропромышленный комплекс России должен войти в Шестой технологический уклад. После этого научно-технический прогресс будет совершать эволюцию на основе совершенствования технологической и информационной базы и электронной технологии управления. Таким образом, открывается окно возможностей уже сейчас создавать в АПК России элементы Пятого технологического уклада не на базе элементов Четвертого, а опираясь на элементы Шестого технологического уклада. Это означает, что просматривается перспектива опережающего развития технологий агропромышленного комплекса, и планы научных работ на ближайшие годы должны формироваться с учетом прогнозных разработок на вторую половину XXI века.

**Выводы.** Научная составляющая рассматриваемой проблемы заключается в том, чтобы сознательно предвидеть диалектический скачок развития АПК, понять его механизм, вскрыть закономерности организации, строения, функционирования и форсированного развития технологий. Практическая часть состоит в пересмотре всего цикла получения продуктов питания, начиная с выращивания растений и животных. Необходимо выйти на концепцию создания открытых, нелинейных и неравновесных сложных технологических систем в АПК.

Решение проблемы требует создания организационных и дидактических основ подготовки научных и инженерных кадров технологических специальностей для разработки и реализации индустриальных аграрно-пищевых технологий продуктов питания.

**СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Абдеев Р.Ф. Философия информационной цивилизации. М.: ВЛАДОС, 1994. 336 с.

2. Атаманчук Г.В. Управление: философия, идеология, научное обеспечение. М.: Academia, 2015. 416 с.  
 3. Баранцев Р.Г. Синергетика в современном естествознании. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 160 с.  
 4. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Россия XXI век. Стратегия прорыва. Технологии. Образование. Наука. Изд. 2-е. М.: ЛЕНАНД, 2017. 304 с.  
 5. Кошкин Л.Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. М.: Машиностроение, 1986. 320 с.  
 6. Панфилов В.А. Вектор научных изысканий при создании технологий АПК будущего // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 4–8.  
 7. Погорелый Л.В. Сельскохозяйственная техника и технологии будущего. К.: Урожай, 1988. 176 с.  
 8. Прейс В.В. Технологические роторные машины: вчера, сегодня, завтра. М.: Машиностроение, 1986. 128 с.  
 9. Савкин Н.С. Возможности прикладной философии // Философия и общество. 2015. № 3-4. С. 155–165.  
 10. Синергетика: Будущее мира и России // Под ред. Г.Г. Малинецкого. М.: Издательство ЛКИ, 2016. 384 с.  
 11. Черноиванов В.И., Ежовский А.А., Федоренко В.Ф. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 284 с.

**REFERENCES**

1. Abdeev R.F. Filosofiya informacionnoj civilizacii. M.: VLADOS, 1994. 336 s.  
 2. Atamanchuk G.V. Upravlenie: filosofiya, ideologiya, nauchnoe obespechenie. M.: Academia, 2015. 416 s.  
 3. Barancev R.G. Sinergetika v sovremennom estestvoznanii. M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM», 2009. 160 s.  
 4. Ivanov V.V., Malineckij G.G. Rossiya XXI vek. Strategiya proryva. Tekhnologii. Obrazovanie. Nauka. Izd. 2-e. M.: LENAND, 2017. 304 s.  
 5. Koshkin L.N. Rotornye i rotorno-konvejernye linii. M.: Mashinostroenie, 1986. 320 s.