

Принципы формирования инновационной системы для АПК России: создание основы коммерциализации научно-технических разработок

Валерий Михайлович Коротченя,

кандидат экономических наук,
ведущий научный сотрудник,
e-mail: valor99@gmail.com

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. На основе систематизации знаний в области инноваций сформулировали принципы организации инновационной системы для агропромышленного комплекса (АПК) России. В указанных принципах в качестве ключевых установили следующие понятия: инновационная система, модель тройной спирали инноваций, инновационный процесс (в том числе трансфер технологий из сектора науки в сектор бизнеса и сопутствующая проблема долины смерти инноваций), комплексная классификация групп технологий и видов радикальных инноваций с точки зрения технологической парадигмы отрасли, внедрение инноваций. (*Цель исследования*) Разработать принципы организации (формирования) инновационной системы для АПК России и раскрыть через них внутреннее содержание понятия «инновационная система». (*Материалы и методы*) Применили нормативный подход к экономическому анализу и системный метод. (*Результаты и обсуждение*) Показали, что успешная инновационная система АПК базируется на эффективном взаимодействии сельскохозяйственной науки, агробизнеса и государства: три институциональных участника при разработке и внедрении инноваций исходят из заранее согласованного общего понимания концепции инновационного процесса, включая необходимость преодоления долины смерти инноваций. При этом первоначальная инициатива выдвижения того или иного инновационного проекта может исходить от любого сектора, а роль государства признается критической и миссия-ориентированной. Предложили критерии потенциала внедрения научно-технической разработки на ее начальной стадии, на уровне идеи. Привели пример анализа критериев для технологии в области обработки почвы. (*Выводы*) Предложили принципы организации инновационной системы для АПК России. Показали, что секрет успеха инновационной системы кроется в объединении усилий участников инновационного процесса – российской сельскохозяйственной науки, агробизнеса и государства. Подчеркнули необходимость своевременных реальных действий, практических шагов по организации инновационной системы.

Ключевые слова: инновационная система, принципы формирования инновационной системы, модель тройной спирали инноваций, агропромышленный комплекс России, уровни готовности технологий, критерии потенциала внедрения научно-технической разработки, долина смерти инноваций, классификация групп технологий и видов радикальных инноваций.

■ **Для цитирования:** Коротченя В.М. Принципы формирования инновационной системы для АПК России: создание основы коммерциализации научно-технических разработок // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16. №2. С. 90-97. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-90-97. EDN ETVKIR.

Principles of Building an Innovation System for the Agro-Industrial Complex of Russia: Creating the Basis for the Commercialization of Scientific and Technical Projects

Valeriy M. Korotchenya,

Ph.D.(Eng.), leading researcher,
e-mail: valor99@gmail.com

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Based on the systematization of the existing knowledge in the field of innovation, the article formulates the principles of organizing an innovation system for the agro-industrial complex of Russia. Within these principles, the following concepts became the key ones: an innovation system, a triple helix model of innovation, an innovation process (including the transfer of technologies



from the science sector to the business sector and the accompanying problem of the innovation death valley), a comprehensive classification of technology groups and radical innovation types from the point of view of the industry's technological paradigm, and innovation implementation. (*Research purpose*) To develop the principles of organizing (building) an innovation system for the agro-industrial complex of Russia and to reveal through them the inner content of the "innovation system" concept. (*Materials and methods*) A normative approach to economic analysis and a systematic method were applied. (*Results and discussion*) A successful innovation system of the agro-industrial complex is shown to depend on the effective interaction of agricultural science, agribusiness and the state: the three institutional participants in the innovation development and implementation act based on a pre-agreed mutual understanding of the innovation process concept, including the need to overcome the innovation death valley. At the same time, an innovative project proposal can be initiated by any sector, and the role of the state is recognized as critical and mission-oriented. The article presents the criteria for the potential of the new technology implementation at its initial stage, at the level of an idea. An example of the analysis of tillage technology criteria was provided. (*Conclusions*) The principles of organizing an innovation system for the agro-industrial complex of Russia were proposed. The secret of the innovation system success is shown to be based on the integrated efforts of the innovation process participants – Russian agricultural science, agribusiness and the state. The article highlights the need for timely real actions, practical steps to build an innovation system.

Keywords: innovation system, principles of innovation system formation, triple helix model of innovation, agro-industrial complex of Russia, technology readiness levels, criteria for the potential of the new technology implementation, innovation death valley, classification of technology groups and radical innovation types.

For citation: Korotchenya V.M. Printsipy formirovaniya innovatsionnoy sistemy dlya APK Rossii: sozdanie osnovy kommersializatsii nauchno-tekhnicheskikh razrabotok [Principles of building an innovation system for the agro-industrial complex of Russia: creating the basis for the commercialization of scientific and technical projects]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2022. Vol.16. N2. 90-97 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-2-90-97. EDN ETVKIR.

Создание эффективной инновационной системы в секторе АПК имеет большее значение по сравнению с собственно инновациями, поскольку последние вытекают из первой. В настоящей статье излагается авторское понимание вопроса формирования секторальной инновационной системы применительно к АПК России.

Главная особенность предлагаемого подхода – установка на достижение маленьких побед, а не разработка предложений по обеспечению лидерства сельскохозяйственных технологий России на глобальном рынке. Последнее практически невозможно в обозримом будущем, так как у нас нет отечественных компаний, сельскохозяйственная техника которых была бы широко представлена в мировой экономике.

Под маленькими победами понимается внедрение отечественных разработок в области АПК на своем, российском, рынке, пусть даже без особого потенциала для экспортных продаж. Самое главное, чтобы процесс коммерциализации нововведений работал эффективно в рамках осознанно созданной инновационной системы. Рано или поздно за маленькими победами придут большие, и амбиции на мировое лидерство станут приобретать все более реальный характер.

При этом сам факт наличия эффективной инновационной системы представляет собой не маленькое, а знаковое достижение, поскольку именно внутреннее (национальные) инновации становятся основой эндогенного экономического роста. Один из самых

наглядных примеров успешной региональной инновационной системы – это Кремниевая долина (США).

Задачу создания инновационной системы для АПК России можно рассматривать в рамках достижения одной из целей – «Цифровой трансформации агропромышленного комплекса» – Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.04.2020 N 993-р). Ведь для эффективного взаимодействия секторов науки, бизнеса и государства по вопросам организации и выполнения инновационных проектов необходимо наличие цифровой платформы, такой как национальная платформа цифрового государственного управления сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство» (ведомственный проект Минсельхоза России «Цифровое сельское хозяйство», 2019, срок реализации: 2019-2024 гг.).

Стратегической проблемой, решением которой должна заниматься инновационная система АПК России, выступает преобладание зарубежной сельхозтехники на внутреннем рынке и, соответственно, слабые позиции отечественных производителей сельхозмашин на территории нашей страны [1, 2]. Существует риск еще большего проникновения иностранных технологий в российский аграрный сектор, особенно на фоне создания фирмой *Deere & Company* (США) полностью автономного трактора, а также бурного развития в западных странах цифрового сельского хозяйства в целом.

В научной литературе существуют различия в понимании категории инновационной системы и близких к ней понятий, таких как инновационная экосистема [3], тройная спираль инноваций [4] (имеется также модель с четверной спиралью [5] и даже *N*-звенной) и др. Одним из часто встречающихся терминов в рамках рассматриваемой темы стало понятие «национальная инновационная система». Подробный обзор литературы по проблематике национальной инновационной системы представлен в монографии [6]. В настоящей статье проведен определенный синтез (систематизация) знаний по предмету инноваций и инновационных систем, в том числе касательно национальной инновационной системы и тройной спирали инноваций.

Цель исследования – разработка принципов организации (формирования) инновационной системы для АПК России и раскрытие через них внутреннего содержания понятия «инновационная система».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Методологической основой исследования стали нормативный подход к экономическому анализу и системный метод, применяемые для систематизации знаний об инновационной системе, которые в дальнейшем используются для проектирования инновационной системы АПК России [21-22].

Систематизация знаний в области изучения инновационных систем осуществляется следующим образом:

1) для определения понятия инновационной системы применяется функциональный подход, где акцент делается на выполняемой системой функции: процесс создания социальных систем можно начать с установления главной функции (миссии, цели, роли, предназначения) соответствующей системы, а затем под эту миссию подбирается соответствующая онтология, которая будет отражать субстанциональный аспект проектируемой системы. Попутно отметим, что Бел Банати, специалист теории систем Рассела Акоффа, в качестве отправной точки дизайна социальных систем устанавливает именно формулировку миссии соответствующей системы [7]. В соответствии с принятым подходом главной функцией (миссией) инновационной системы считается реализация инновационных процессов, то есть разработка и диффузия (внедрение) инноваций [8];

2) онтологией инновационной системы выступают институциональные участники инновационного процесса и принципы организации данной системы;

3) состав институциональных участников определен как наука, бизнес и государство, что заимствовано из модели тройной спирали инноваций (сектор науки включает в себя как сугубо научные учреждения, так и высшие учебные заведения) [4];

4) принципы организации инновационной системы, приведенные в следующем разделе, представля-

ют собой авторское изложение содержания инновационной системы применительно к АПК.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Существование проектируемой инновационной системы АПК России раскрывается через принципы ее организации:

- ядром инновационной системы выступают основанные на взаимовыгодном сотрудничестве трех- и двусторонние отношения между секторами сельскохозяйственной науки, бизнеса в сфере АПК и государства, согласно модели тройной спирали инноваций (*рисунок*) [4]. С помощью пересечения сфер диаграмма Венна демонстрирует возникающие отношения между государством, сельскохозяйственной наукой и агробизнесом. На *рисунке* показаны как двусторонние, так и трехсторонние отношения, но при этом возможны различные варианты в плане степени взаимодействия. Так, крайними случаями будут отсутствие какого-либо взаимодействия (здесь каждая сфера не будет пересекаться с двумя другими) и полное совпадение сфер, когда все вопросы в области инновационной деятельности находятся в плоскости сотрудничества трех секторов. При этом взаимодействие науки и бизнеса строится на основе парадигмы открытых инноваций, когда предполагается взаимный обмен знаниями в целях ускорения инновационного процесса [9];

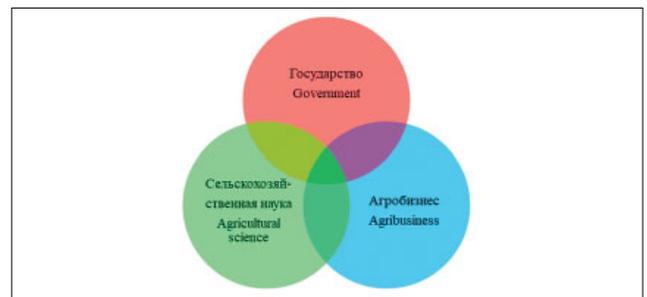


Рис. Модель тройной спирали инноваций для АПК

Fig. Triple helix innovation model for the agro-industrial complex

- об открытых инновациях обычно говорят, когда имеют в виду совместную разработку инновации несколькими фирмами, но в общем смысле они означают сотрудничество нескольких сторон, включая различные фирмы, научные институты и даже группы будущих потребителей; применительно к сельхозтехнике такое широкое взаимодействие будет выступать определенной гарантией сбыта произведенной инновационной техники;

- для облегчения трех- и двустороннего взаимодействия секторы сельскохозяйственной науки, профильного бизнеса и государства разрабатывают общее понимание концепции инновационного процесса. Для этого предлагаем использовать следующие категории:

а) система уровней готовности разрабатываемых технологий (*technology readiness levels, TRLs*, перво-



начально разработаны в *NASA*, поэтому необходима адаптация системы уровней под нужды АПК), в рамках которой изучаются:

- критерии потенциала внедрения научно-технической разработки на ее начальной стадии – на уровне идеи, *TRL 1* (представлены ниже);

- проблема так называемой долины смерти (*valley of death*) в ходе трансфера разрабатываемых технологий из сектора науки в сектор бизнеса. В научной литературе данный термин упоминается в связи с огромной сложностью коммерциализации результатов НИОКР, полученных в секторе науки, поскольку их внедрение происходит в секторе бизнеса (взаимодействие науки и бизнеса не всегда эффективно, поэтому возникает опасность гибели новых технологий);

б) комплексная классификация групп технологий и видов радикальных инноваций с точки зрения технологической парадигмы отрасли, где технологии и инновации сгруппированы следующим образом [10]:

I – технологической парадигме отрасли соответствуют революционные инновации и поддерживающие инновации [11];

II – потенциальные революционные технологии включают потенциальные революционные инновации;

III – альтернативные технологии представлены альтернативными радикальными инновациями (в пределах или за пределами технологий текущей технологической парадигмы);

IV – неиспользуемые технологии: внедренные ранее (включают устаревшие радикальные инновации, неудачные радикальные инновации) и невнедренные технологии (погибшие в долине смерти, когда попытки внедрения предпринимались; погибшие в силу разомкнутой цепи, когда попытки внедрения не предпринимались);

цель классификации – установить возможные пути внедрения инноваций. Например, для полной смены технологической парадигмы необходимо, чтобы альтернативная радикальная инновация за пределами технологий текущей технологической парадигмы стала потенциально революционной, а затем уже революционной;

в) совместно выполняемые функции секторов сельскохозяйственной науки, занятого в АПК бизнеса и государства:

- определение приоритетных направлений развития сельскохозяйственных технологий и соответствующей актуальности финансирования тех или иных инновационных проектов (наука, бизнес, государство);

- учреждение цифровой платформы для совместного обмена информацией и координации деятельности в ходе реализации инновационных проектов в сфере АПК (наука, бизнес, государство);

- разработка инноваций для сельского хозяйства

(наука и бизнес – проведение НИОКР; государство и бизнес – финансирование НИОКР; создание системы трансфера разрабатываемых технологий из сектора науки в сектор бизнеса, включая преодоление долины смерти – наука, бизнес, государство (государство может оказать финансовую поддержку предприятиям, внедряющим отечественные разработки) [12]; вовлечение науки в сектор бизнеса обычно называют академическим предпринимательством [13];

- диффузия сельскохозяйственных инноваций (преимущественно бизнес; наука и государство могут оказать содействие распространению инноваций путем организации эффективной системы трансфера технологий);

- роль системного интегратора (координатора) может принадлежать любому из трех секторов (в зависимости от конкретного инновационного проекта). Если системным интегратором выступает сельскохозяйственная наука, то такая инновационная система тяготеет к модели тройной спирали инноваций [4]. А если данную роль играет агробизнес, то имеет место подход национальной инновационной системы в духе одного из соавторов данного понятия Бенгт-Оке Лундвалла [4, 6]. Системообразующая роль государства настолько велика, что заслуживает двух отдельных пунктов;

- участие государства в разработке особо важных радикальных инноваций может быть просто критическим, поскольку, выступая заказчиком, оно берет на себя главный риск, связанный с разработкой инноваций, что помогает участникам инновационного процесса справиться с неизмеримой неопределенностью Найта [14];

- инновационная политика государства рассматривается как миссия-ориентированная [15]. Миссия – создание эффективной системы разработки и внедрения российских инноваций, прежде всего на собственном рынке. Большим общественным вызовом здесь остается доминирование на российском рынке сельскохозяйственных машин зарубежных производителей.

Уровни готовности технологий также скрывают в себе интересный момент (в дополнение к понятию долины смерти): уже даже на уровне *TRL 1* можно и нужно ставить вопрос о коммерциализации будущего продукта. Для этого введем критерии потенциала внедрения научно-технической разработки (технической системы) на ее начальной стадии – на уровне идеи, *TRL 1*:

- возможность реализации идеи на практике, включая непротиворечивость законам природы;

- мировая новизна идеи;

- предполагаемые существенные преимущества;

- радикальность идеи;

- ожидаемая невысокая стоимость массового производства;

- наличие эффективной инновационной системы;
- наличие рынка потенциальных потребителей.

Первые три критерия предложены исходя из уровня готовности технологий *TRL 1*, четвертый – на основе деления инноваций на радикальные и инкрементальные, пятый был «вдохновлен» трудностями внедрения графеновых технологий по причине дороговизны производства графена, шестой олицетворяет собой необходимость преодоления долины смерти, седьмой получен из маркетинга.

Приведем пример анализа указанных критериев для разрабатываемой в Федеральном научном агроинженерном центре ВИМ технологии рыхления почвы посредством воздействия на нее импульсами сжатого воздуха (традиционные рабочие органы машин не применяются).

Для данной идеи критерии потенциала внедрения будут следующими:

1) теоретическая возможность реализации идеи существует; трудность практического воплощения состоит в создании системы контроля за движением

сжатого воздуха в почве, чтобы обеспечить необходимые требования к качеству обработки почвы;

2) идея обладает мировой новизной;

3) в случае реализации технология будет обладать преимуществами: сохранение почвы, снижение энергоемкости, удешевление почвообработки;

4) идея является радикальной; если она будет внедрена, то станет альтернативной радикальной инновацией за пределами технологий текущей технологической парадигмы; в случае большого успеха произойдет революция в области почвообрабатывающих технологий – смена парадигмы (таблица);

5) ожидается, что машины с новой технологией обработки почвы будут дешевле по сравнению с традиционной техникой;

6) эффективная инновационная система отсутствует (нет системного взаимодействия между секторами науки и бизнеса);

7) рынок потенциальных потребителей новых машин имеется в наличии.

Главная трудность на пути внедрения указанной

Таблица		Table
Пути внедрения радикальных инноваций за пределами технологий текущей технологической парадигмы отрасли WAYS OF INTRODUCING RADICAL INNOVATIONS BEYOND THE TECHNOLOGIES OF THE CURRENT TECHNOLOGICAL PARADIGM OF THE INDUSTRY		
Пути внедрения Ways of introduction	Диффузия на последней стадии процесса Diffusion at the last stage of the process	
1. Макет разрабатываемой технической системы → невнедренная технология (погибла в силу разомкнутой цепи, то есть попыток внедрения не было) The model of the technical system being developed → non-implemented technology (failed due to an open circuit, i.e. there were no attempts to introduce it)	нулевая zero	
2. Лабораторный образец → невнедренная технология (погибла, не преодолев долину смерти; попытки внедрения предпринимались) Laboratory sample → non-implemented technology (failed before crossing the valley of death; implementation attempts were made)	нулевая zero	
3. Лабораторный образец → промышленное внедрение → неудачная радикальная инновация (в случае неудачи внедрения) Laboratory sample → industrial implementation → failed radical innovation (in case of implementation failure)	нулевая или совершенно незначительная zero or insignificant	
4. Лабораторный образец → промышленное внедрение → альтернативная радикальная инновация Laboratory sample → industrial implementation → alternative radical innovation	низкая low	
5. Лабораторный образец → промышленное внедрение → альтернативная радикальная инновация → потенциальная революционная инновация Laboratory prototype → industrial implementation → alternative radical innovation → potential breakthrough innovation	низкая, но предполагается с течением времени высокая low, but expected to be high over time	
6. Лабораторный образец → промышленное внедрение → альтернативная радикальная инновация → потенциальная революционная инновация → альтернативная радикальная инновация (в случае неудачи потенциальной революционной инновации) Laboratory sample → industrial implementation → alternative radical innovation → potential breakthrough innovation → alternative radical innovation (if the potential breakthrough innovation fails)	низкая low	
7. Лабораторный образец → промышленное внедрение → альтернативная радикальная инновация → потенциальная революционная инновация → революционная инновация (изменение технологической парадигмы) Laboratory sample → industrial implementation → alternative radical innovation → potential breakthrough innovation → breakthrough innovation (technological paradigm shift)	высокая high	
<p>Примечание. Идея рыхления почвы с помощью импульсов сжатого воздуха (см. пример анализа критериев потенциала внедрения выше) в случае большого успеха приведет к смене технологической парадигмы отрасли (путь 7 согласно таблице).</p> <p>Note. The idea of soil loosening with compressed air pulses (see the analysis of implementation potential criteria above), if successful, will lead to a change in the industry technological paradigm (way 7 according to the table).</p>		



идеи в России – это отсутствие эффективной инновационной системы (проблема разомкнутой цепи, то есть попытки внедрения не делаются). Решение проблемы состоит в создании службы трансфера технологий и развитии академического предпринимательства.

Попытки предложить принципы формирования инновационной системы для российского АПК или России в целом предпринимались многими авторами [16-18]. Настоящая статья отличается от других работ прежде всего тем, что она подготовлена в научном центре, который сам занимается разработкой новых технических средств, и поэтому сразу же видны общие проблемы, которые характерны для многих российских научных институтов (слабая связь науки с предприятиями и др.).

Сформулированные принципы подразумевают, что успех инновационной системы зависит от эффективности взаимодействия трех секторов – сельскохозяйственной науки, агробизнеса и государства. В рыночных условиях такое сотрудничество строится на добровольной основе, поэтому инновационную систему как таковую можно считать системой систем [19]. При этом инициатива разработки той или иной инновации может исходить от любого сектора, что вписывается в нелинейную модель инноваций [4]. Все это говорит о сложной природе инновационных процессов.

Внедрение у себя того, что было разработано отечественной наукой для АПК, мы называем маленькой победой. Однако если этот вид деятельности ведется в рамках специально созданной инновационной системы, то систематическая последовательность таких небольших достижений становится большой победой, поскольку через них проявляется эффективность самой инновационной системы АПК. Отечественные инновации необходимо поставить на поток.

Следует отметить важность уровня готовности технологий *TRL 1*, поскольку на уровне идеи будущей инновации уже виден потенциал и пути (проблемы) ее внедрения. Критерии потенциала внедрения идей должны стать объектом изучения в последующих работах, ввиду того что часто имеют место иллюзорные ожидания относительно предполагаемой технологической революции, а одержимость стремлением создать новое отвлекает внимание инженеров от действительно важной работы [20].

Существенным барьером для коммерциализации научных разработок может стать тот факт, что академическое предпринимательство не типично для России, в отличие от западных стран, где профессора технических специальностей часто выступают соучредителями компаний для продвижения на рынок собственных разработок. Проблемой может быть также неподготовленность российской нормативно-правовой базы к осуществлению коммерческой деятельности государственными научными (образовательными) учреждениями.

В связи с этим важным направлением для будущих исследований станет интегрирование инновационной системы в АПК России согласно модели четверной спирали инноваций [5]. Четвертая спираль представлена гражданским обществом, определяющим культуру, в контексте которой осуществляется инновационная деятельность. Особый интерес представляет также изучение правовых вопросов коммерциализации научно-технических разработок государственными научно-исследовательскими и образовательными организациями в России.

Выводы. В настоящей статье на основе систематизации имеющихся знаний в области инноваций предложены принципы организации инновационной системы для АПК России.

Лейтмотивом работы выступает необходимость обеспечения внедрения отечественных разработок на собственном рынке. Чтобы уйти от чрезмерно большой зависимости от импортных машин и технологий в сельском хозяйстве, России необходима опора на национальные инновации. В этом плане создание эффективно работающей инновационной системы аграрного сектора имеет первостепенное значение, особенно с учетом быстрого развития цифрового сельского хозяйства в странах с развитой экономикой, когда конкурировать с западными компаниями становится все труднее.

Секрет успеха инновационной системы кроется в объединении усилий участников инновационного процесса – российской сельскохозяйственной науки, агробизнеса и государства. Роль государства здесь является критической и миссия-ориентированной. Необходимы своевременные реальные действия, практические шаги по организации инновационной системы, а не просто обсуждение насущных проблем сельского хозяйства России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов М.А., Лавров А.В., Шевцов В.Г. О необходимости восстановления механизированного сельскохозяйственного производства в России // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2018. Т. 14. №1. С. 48-61.
2. Годжаев З.А., Шевцов В.Г., Лавров А.В., Ценч Ю.С., Зубина В.А. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России до 2030 года (прогноз) // *Технический сервис машин*. 2019. №4(137). С. 220-229.
3. Granstrand O., Holgersson M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*. 2020.

- Vol. 90-91. February-March. N102098.
4. Etzkowitz H., Zhou Ch. The triple helix: University–industry–government innovation and entrepreneurship. 2nd ed. London. New York: Routledge. 2018. 328.
 5. Carayannis E.G., Campbell D.F.J. Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems: 21st-Century Democracy, Innovation, and Entrepreneurship for Development. New York: Springer. 2012. 63.
 6. Chaminade C., Lundvall B.-Å., Haneef Sh. Advanced Introduction to National Innovation Systems. Cheltenham, Northampton: Edward Elgar Publishing. 2018. 175.
 7. Banathy B.H. Designing social systems in a changing world. New York: Springer Science+Business Media. 1996. 372.
 8. Borrás S., Edquist Ch. Holistic Innovation Policy: Theoretical Foundations, Policy Problems, and Instrument Choices. Oxford, New York: Oxford University Press. 2019. 295.
 9. Chesbrough H., Vanhaverbeke W., West J. New Frontiers in Open Innovation. Oxford, New York: Oxford University Press. 2014. 344.
 10. Коротченя В.М. История технологического развития сельского хозяйства (растениеводства) // *Экономика сельского хозяйства России*. 2019. N7. С. 28-33.
 11. Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*. 1982. Vol. 11. N3. 147-162.
 12. Hockaday T. University Technology Transfer: What It Is and How to Do It. Baltimore: [Johns Hopkins University Press. 2020. 340.
 13. Barth T.D., Schlegelmilch W. Academic Entrepreneur, Academic Entrepreneurship. *Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship Cham*. Springer. 2020. 1-8.
 14. Mazzucato M. The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths. New York: PublicAffairs. 2015. 260.
 15. Mazzucato M. Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*. 2018. Vol. 27. N5. 803-815.
 16. Чистякова О.В. Принципы формирования национальной и региональных инновационных систем в России // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. 2017. Т. 10. N3. С. 101-111.
 17. Полтерович В. Принципы формирования национальной инновационной системы // *Проблемы теории и практики управления*. 2008. N11. С. 8-19.
 18. Реймер В.В., Улезько А.В. Концептуальные и методологические подходы к формированию инновационной системы агропродовольственного комплекса // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2015. N4. С. 196-207.
 19. Walden D.D., Roedler G.J., Forsberg K.J., Hamelin R.D., Shortell T.M. International Council on Systems Engineering. *Systems engineering handbook: A guide for system life cycle processes and activities*. USA: Wiley. 2015. 290.
 20. Vinsel L., Russell A.L. The Innovation Delusion: How Our Obsession with the New Has Disrupted the Work That Matters Most. New York: Currency. 2020. 260.
 21. Годжаев З.Д., Шевцов В.Г., Лавров А.В., Ценч Ю.С., Зубина В.А. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России до 2030 года (Прогноз) // *Технический сервис машин*. 2019. N4(137). С. 220-229.
 22. Лобачевский Я.П., Ценч Ю.С., Бейлис В.М. Создание и развитие систем машин и технологий для комплексной механизации технологических процессов в растениеводстве // *История науки и техники*. 2019. N12. С. 46-55.

REFERENCES

1. Smirnov M.A., Lavrov A.V., Shevtsov V.G. O neobkhodimosti vosstanovleniya mekhanizirovannogo sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva v Rossii [On the need to recover mechanized farming in Russia]. *National Interests: Priorities and Security*. 2018. Vol. 14. N1. 48-61 (In Russian).
2. Godzhaev Z.A., Shevtsov V.G., Lavrov A.V., Tsench Yu.S., Zubina V.A. Strategiya mashinno-tekhnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyaistva Rossii do 2030 goda (prognoz) [Strategy of Russian agricultural machinery modernization until 2030 (forecast)]. *Tekhnicheskii servis mashin*. 2019. N4(137). 220-229 (In Russian).
3. Granstrand O., Holgersson M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*. 2020. Vol. 90-91. February-March. N102098 (In English).
4. Etzkowitz H., Zhou Ch. The triple helix: University–industry–government innovation and entrepreneurship. 2nd ed. London. New York: Routledge. 2018. 328 (In English).
5. Carayannis E.G., Campbell D.F.J. Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems: 21st-century democracy, innovation, and entrepreneurship for development. New York: Springer. 2012. 63 (In English).
6. Chaminade C., Lundvall B.-Å., Haneef Sh. Advanced introduction to national innovation systems. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing. 2018. 175 (In English).
7. Banathy B.H. Designing social systems in a changing world. New York: Springer Science+Business Media. 1996. 372 (In English).
8. Borrás S., Edquist Ch. Holistic innovation policy: Theoretical foundations, policy problems, and instrument choices. Oxford, New York: Oxford University Press. 2019. 295 (In English).
9. Chesbrough H., Vanhaverbeke W., West J. (Eds.) New frontiers in open innovation. Oxford, New York: Oxford University Press. 2014. 344 (In English).
10. Korotchenya V.M. Istoriya tekhnologicheskogo razvitiya sel'skogo khozyaistva (rasteniyevodstva) [History of technological development of agriculture (crop production)].



- Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2019. N7. 28-33 (In Russian).
11. Dosi G. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*. 1982. Vol. 11. N3. 147-162 (In English).
 12. Hockaday T. University technology transfer: What it is and how to do it. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 2020. 340 (In English).
 13. Barth T.D., Schlegelmilch W. Academic entrepreneur, academic entrepreneurship. In: Carayannis E.G., ed. Encyclopedia of creativity, invention, innovation and entrepreneurship. 2nd ed. Cham: Springer. 2020. 1-8 (In English).
 14. Mazzucato M. The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths. New York: PublicAffairs. 2015. 260 (In English).
 15. Mazzucato M. Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*. 2018. Vol. 27. N5. 803-815 (In English).
 16. Chistyakova O.V. Printsipy formirovaniya natsional'noy i regional'nykh innovatsionnykh sistem v Rossii [The principles of forming the national and regional innovation systems in Russia]. *St.Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2017. Vol. 10. N3. 101-111 (In Russian).
 17. Polterovich V. Printsipy formirovaniya natsional'noy innovatsionnoy sistemy [National innovation system formation principles]. *Problemy teorii i praktiki upravleniya*. 2008. N11. 8-19 (In Russian).
 18. Reimer V.V., Ulez'ko A.V. Kontseptual'nye i metodologicheskie podkhody k formirovaniyu innovatsionnoy sistemy agroproduktov'stvennogo kompleksa [Conceptual and methodological approaches to the formation of innovation system of the agro-industrial complex]. *Vestnik of Voronezh state agrarian university*. 2015. N4. 196-207 (In Russian).
 19. International Council on Systems Engineering. Systems engineering handbook: A guide for system life cycle processes and activities. 4th ed. Hoboken, NJ, USA: Wiley. 2015. 290 (In English).
 20. Vinsel L., Russell A.L. The Innovation Delusion: How Our Obsession with the New Has Disrupted the Work That Matters Most. New York: Currency. 2020. 260 (In English)
 21. Godzhaev Z.D., Shevtsov V.G., Lavrov A.V., Tsench Yu.S., Zubina V.A. Strategiya mashinno-tehnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyaystva Rossii do 2030 goda (Prognoz) [Strategy of machine-technological modernization of agriculture in Russia until 2030 (Forecast)]. *Tekhnicheskij servis mashin*. 2019. N4(137). 220-229 (In Russian).
 22. Lobachevskiy Ya.P., Tsench Yu.S., Beylis V.M. Sozdanie i razvitie sistem mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii tekhnologicheskikh protsessov v rasteniyevodstve [Creation and development of machine systems and technologies for complex mechanization of technological processes in crop production]. *Istoriya nauki i tekhniki*. 2019. N12. 46-55 (In Russian)..

Конфликт интересов.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Автор прочитал и одобрил окончательный вариант.

Conflict of interest.

The author declares no conflict of interest.
The author read and approved the final manuscript.

Статья поступила в редакцию
Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on
The paper was accepted for publication on

11.01.2022
08.02.2022