

ЭКОНОМИКА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- 3 Андрей Пилипук**
Концепция развития цифровых двойников в сельскохозяйственном производстве: аспекты теории и практики
- 22 Александр Герасенко**
Анализ практики корпоративного инвестирования в АПК Республики Беларусь (на примере организаций Белорусского государственного концерна пищевой промышленности «Белгоспищепром»)
- 36 Фадей Субоч**
Аспекты формирования кластерной инициативы разного диапазона и плотности с учетом современных технологий сбалансированного конверсионно-кластерного взаимодействия участников аграрной специализации

ПРОБЛЕМЫ ОТРАСЛЕЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

- 56 Елена Грузинская**
Использование принципов и инструментов кластерообразования в целях повышения эффективности кредитования субъектов АПК
- 65 Андрей Ефремов, Юлия Белоцкая**
Эвристический алгоритм оптимизации выполнения комплекса механизированных работ в полеводстве в условиях цифровизации

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

- 82 Светлана Макрак, Артур Клюкин, Диана Синило**
Зарубежная практика регулирования отрасли семеноводства овощных культур

Издается с 1995 года.
Выходит 12 раз в год
на русском, белорусском
и английском языках.

№ 10 (341), 2023

Зарегистрирован в Министерстве
информации Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации
№ 397 от 18.05.2009

Учредители:

Национальная академия наук
Беларуси;
Республиканское научное унитарное
предприятие
«Институт системных исследований
в АПК Национальной академии наук
Беларуси».

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное
предприятие «Издательский дом
«Беларуская навука».

Свидетельство о ГРИРПИ
№ 1/18 от 02.08.2013;
ЛП № 02330/455 от 30.12.2013.
Ул. Ф. Скорины, 40, 220084, г. Минск

Подписано в печать 12.10.2023.

Формат 70×100^{1/16}.

Бумага офсетная № 1.

Усл. печ. л. 7,8.

Уч.-изд. л. 7,7.

Тираж 88 экз.

Заказ 233.

Цена номера:
индивидуальная подписка – 5,36 руб.;
ведомственная подписка – 8,37 руб.

Редакция не несет ответственности
за возможные неточности,
допущенные по вине авторов.

Мнение редакции может
не совпадать с позицией автора.

Перепечатка или тиражирование
любым способом оригинальных
материалов, опубликованных
в настоящем журнале, допускается
только с разрешения редакции

RURAL ECONOMICS

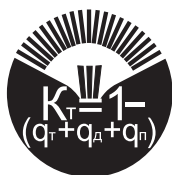
- 3 Andrei Pilipuk**
The concept of the development of digital twins in agricultural production: aspects of theory and practice
- 22 Alexander Gerasenko**
Analysis of the practice of corporate investment in the agroindustrial complex of the Republic of Belarus (on the example of organizations of the Belarusian state food industry concern “Belgospischeprom”)
- 36 Fadej Suboch**
Aspects of the formation of cluster initiatives of different ranges and densities, taking into account modern technologies of balanced conversion-cluster interaction of participants of agricultural specialization

PROBLEMS OF AGROINDUSTRIAL COMPLEX INDUSTRIES

- 56 Yelena Gruzinskaya**
The use of cluster formation principles and tools to improve the efficiency of lending to agroindustrial complex entities
- 65 Andrei Efremov, Yulia Belotskaya**
Heuristic algorithm for optimizing the implementation of a complex of mechanized works in field farming in conditions of digitalization

FOREIGN EXPERIENCE

- 82 Svetlana Makrak, Artur Kliukin, Diana Sinilo**
Foreign practice of regulating the vegetable seed industry



Андрей ПИЛИПУК

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: pilipuk@list.ru*

УДК 004:631.1
<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2023-10-3-21>

Концепция развития цифровых двойников в сельскохозяйственном производстве: аспекты теории и практики

Представлена авторская концепция развития и системного применения технологии цифровых двойников для повышения эффективности производства в стоимостной цепи АПК. Проанализирована практика использования цифровых двойников в сельском хозяйстве. Выделены основные преимущества, недостатки, принципы, а также инфраструктура для их построения. Обоснованы экономические эффекты и актуальность применения цифровых двойников для моделирования производственно-экономических процессов на уровне предприятия, района, отрасли с выходом на формирование Платформы цифровых двойников сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: цифровой двойник, сельскохозяйственное производство, предприятие, сельское хозяйство, цифровизация аграрной сферы, моделирование в АПК, машинное обучение.

Andrei PILIPUK

*Institute of System Researches in the Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: pilipuk@list.ru*

The concept of the development of digital twins in agricultural production: aspects of theory and practice

The article presents the author's concept of development and systemic application of digital twins technology to improve production efficiency in the value chain of agroindustrial complex. The analysis of the practice of using digital twins in agriculture has been carried out. The main advantages, disadvantages, principles, as well as the infrastructure for their construction are highlighted. The economic effects and the relevance of the use

© Пилипук А., 2023

of digital twins for modeling production and economic processes at the level of an enterprise, district, industry with opening onto the formation of the digital twins platform for agricultural production are substantiated.

Keywords: digital twin, agricultural production, enterprise, agriculture, digitalization of the agricultural sector, modeling in agroindustrial complex, machine learning.

Введение

Актуальность развития методологии и инструментария создания, мониторинга и совершенствования технологий цифровых двойников (ЦД) выделена нами в условиях широкого и последовательного внедрения механизмов обработки больших данных и интернета вещей. Их активное освоение и использование позволяет не только отслеживать (при помощи датчиков, камер, дистанционного зондирования и др.) актуальное (практически в реальном времени) состояние физических объектов с высоким пространственным разрешением, но и успешно прогнозировать (на основе выявления и постоянного совершенствования алгоритмов оценки влияния факторов среды) их будущие состояния на всех стадиях жизненного цикла. Указанное в полной мере отражает суть и содержание концепции ЦД.

Совершенно точно можно утверждать, что к настоящему времени развитие информатизации критически важно для широкого использования эффективных моделей и инструментов поддержки принятия решений, обеспечивающих рост производительности АПК. Например, ряд базовых для ЦД технологий интенсивно внедряются в практику в качестве прикладных решений. Их развитие при снижении стоимости хранения, обработки и передачи данных сформировало условия активной интеграции информационных (например, искусственный интеллект (AI), машинное обучение (ML), аналитика больших данных (Big Data) и интернет вещей (IoT)) и аграрных технологий при создании и внедрении цифровых двойников в сельском хозяйстве (далее – ЦД СХ). При этом современные оценки показывают, что в 2020 г. мировой рынок ЦД составил 3,1 млрд долл. США, прогноз на 2023 г. – 5 млрд, потенциал роста к 2033 г. – 95 млрд [1–3].

Выполненный нами анализ подтверждает, что технологии ЦД активно внедряются в крупнейших мировых транснациональных компаниях, например Siemens, General Electric, US Airforce, Oracle, ANSYS, SAP и Altair. Развитие получили также специализированные приложения для разработки ЦД, такие как Predix и Simcenter 3d [4].

Исследования доказывают, ученые-аграрии Беларуси также накопили достаточный объем ноу-хау, позволяющих целенаправленно формировать серию ЦД в технологической цепи производства продукции АПК. В практическом плане создана основа для моделирования агропромышленного производства на различных уровнях (продукт, технология, процесс, предприятие, регион, отрасль, страна) [5]. При этом интенсивное формирование и внедрение ЦД в практику:

требует организации широких групп разработчиков: экспертов в предметных областях АПК (агрономия, экономика, ветеринария и др.), специалистов по датчикам и IoT, машинному обучению, искусственному интеллекту и многих других;

предполагает поиск инструментов снижения общих затрат на разработку и развертывание ЦД с целью рентабельного внедрения и эксплуатации с возможностью масштабирования.

Вместе с тем анализ публикаций [4–6], отражающих практику внедрения ЦД, показывает, что в настоящий момент сама технология проходит активную стадию становления. Эффективная адаптации при оцифровке реальных физических объектов сельскохозяйственного производства предполагает выделение конкретных экономических преимуществ. При этом следует отметить, что, например, двойники цепочек поставок активно развиваются во многих отраслях, в том числе в сфере производства продовольствия, что отражает высокую актуальность совершенствования систем прослеживаемости и сокращения отходов.

В англоязычных публикациях термин «цифровой двойник – digital twin» в научно-практических изданиях впервые представил М. Гривз в 2011 г. [7, p. 133] для описания текущих проектов NASA по управлению жизненным циклом продуктов (Product Lifecycle Management, PLM) [4, 8]. При этом концепция PLM, презентованная в 2002 г., уже включала основные элементы ЦД: физическое и виртуальное пространства (в том числе виртуальные подпространства), а также существующие между ними потоки связанных данных [9]. Важно также отметить, что идея ЦД была представлена М. Гривзом значительно ранее 2011 г., а именно в лекции по управлению жизненным циклом продукта в 2003 г. [6, 9]. На современном этапе У. Перселл, Т. Нойбауэр, Д. Джонс, К. Снайдер, А. Нассе-хи, Д. Йон, Б. Хикс представили следующее актуальное определение ЦД – это «синхронизированное в реальном времени виртуальное представление продукта, процесса или среды» [5, 6].

В издании CIRP Encyclopedia of Production Engineering за 2019 г. (выпущенном под эгидой The International Academy for Production Engineering) «цифровой двойник – это цифровое представление активного уникального продукта (реального устройства, объекта, машины, услуги или нематериального актива) или уникальной системы продукт-услуга (система, состоящая из продукта и связанной с ним услуги), которое содержит его выбранные характеристики, свойства, условия и поведение, с помощью моделей, информации и данных в рамках одной или даже нескольких фаз жизненного цикла» [10].

В СТБ Республики Беларусь 2583-2020 «Цифровая трансформация. Термины и определения» цифровой двойник – это «виртуальная цифровая модель (прототип) существующего в реальности физического объекта или процесса, моделирующая внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях взаимодействия помех и окружающей среды» [11; 12, с. 258].

Применительно к сельскому хозяйству работы о ЦД представлены с 2017 г. [4]. Вместе с тем технологии ЦД СХ до настоящего времени не получили широкого распространения. Большинство их описаны на концептуальном уровне, где обоснованность и доказуемость конкретных эффектов применения и внедрения представлены недостаточно [4, 5].

Основная часть

Выполненные нами исследования показывают наличие значительных отличий и особенностей технологии ЦД от известных и используемых прогнозных моделей (например, в рамках экономико-математического моделирования, ERP-систем). Это формирует значительные риски развития концепции виртуальных двойников в реальной практике сельскохозяйственного производства. В данной связи нами выделены три отличительных параметра, которые важно учитывать в научно-практической части применения технологии:

во-первых, неизбежность моделирования процессов жизнедеятельности организмов (прямо или косвенно). Это определяет высокую сложность интеграции ЦД СХ с их физическими оригиналами (в части обратной связи, оценки и «перерасчета» алгоритмов ЦД). Вместе с тем исследования показывают, что именно технология ЦД в наибольшей степени подходит для описания сложных систем аграрного производства с высоким уровнем неопределенности;

во-вторых, значительная протяженность пространственного измерения моделируемых физических объектов в АПК. ЦД СХ варьируются от микроорганизмов, растений, животных и их множества сочетаний до двойников товаров (продуктов), техники и технологии, земельных участков, ферм, регионов, отраслевых подкомплексов, всего АПК и даже модели продовольственной безопасности страны, региона и мира в целом. Таким образом, имеет место задача изучения эффектов в значительно отличающихся масштабах;

в-третьих, различная продолжительность временных интервалов развития живых физических объектов (растения и животные, для которых моделируются ЦД СХ). В ряде случаев это определяет задержку фактических (видимых, наблюдаемых) реакций биологических систем на внешние воздействия. Сельскохозяйственные процессы, как правило, развиваются относительно медленно. В данной связи снижается значимость и качество высокочастотных взаимодействий между реальными и цифровыми двойниками.

Преимущества ЦД

Выполненные нами исследования доказывают, что отсутствие широкого внедрения ЦД СХ обусловлено слабой проработкой теории и методологии, во-первых, оценки создаваемой ими добавленной стоимости (критерии, показатели, горизонт планирования, методики и др.), а во-вторых, анализа преимуществ (характеристики, отличающие их от существующих технологий с учетом

особенностей внедрения и эксплуатации) и экономических выгод ЦД СХ, позволяющих достоверно рассчитывать эффективность и потенциал их использования. В данной связи нами обобщены и представлены следующие их важные преимущества [4–6]:

учет временного вектора. Позволяет, во-первых, моделировать финансовые потоки и эффективность на протяжении всего горизонта планирования хозяйственной деятельности; во-вторых, оперативно и динамично перестраивать прогнозные состояния имитационной модели-двойника в виртуальной среде в реальном времени по факту поступления отличающихся от «стартовой» модели фактических данных (ЦД динамически воспроизводит реальную систему в виртуальной среде в любой точке временного интервала ее жизненного цикла для оптимизации и оперативного принятия решений);

устранение ограничений, касающихся места и времени наблюдения человеком. ЦД обеспечивают удаленное и автоматическое выполнение, мониторинг, контроль и координацию операций;

автоматизированное повышение точности прогнозных моделей ЦД на основе машинного обучения и использования реальных (фактических) данных мониторинга воздействий и состояний физического объекта;

визуализация данных, применяемых технологий, форм представления. Повышает их понимание и доступность для широкого круга заинтересованных сторон;

разграничение прав доступа. Минимизирует пользовательские ошибки за счет исключения несанкционированных вмешательств во внутренние алгоритмы ЦД с ориентацией на стандартные видимые (наблюдаемые) проявления состояний реальных аналогов;

персонализированное управление. Позволяет выявлять и включать в ЦД СХ локальные особенности, адаптировать их для каждого физического объекта, накапливать данные и «обучать» прогнозную модель с учетом индивидуальных (локальных, местных) характеристик, отражающих продуктивность, экономичность, эффективность, конкурентоспособность и другие показатели;

оптимизация производственных процессов. Автоматизированный сбор данных о состоянии физических объектов позволяет моделировать процессы с учетом наличных и потенциальных ресурсов. Сокращаются затраты физического времени управленческого и технического персонала, снижается влияние «человеческого фактора» при интерпретации отчетов и принятии решений;

слияние информации. Позволяет интегрированно анализировать и учитывать операции, которые ранее оценивались отдельно (например, информация из нескольких разнородных источников) с помощью индивидуальных инструментов и решений мониторинга. Это значительно снижает сложность анализа, экономит время и устраняет барьеры переключения между системами и моделями. В данной связи справедливо утверждать, что модель ЦД наблюдает и сравнивает

множество показателей физического объекта, поступающих из различных несвязанных источников данных;

широкие возможности моделирования рисков, отвечающих на вопросы формата «что, если?». Это позволяет изучать возможные будущие состояния и сопоставлять их с целевыми прогнозами. Объединение информации в сочетании с непрерывным характером ЦД СХ отображает полную картину прошлого и текущего состояния системы для оценки ее будущих отклонений;

перекрестное взаимодействие и взаимовлияние цифрового и физического двойников. Так, подключение физического к виртуальному, как и виртуального к физическому, позволяет проектировать системы (модели), которые могут самостоятельно выдвигать гипотезы, а далее выполнять, тестировать и корректировать их в повторяющемся цикле адаптации и совершенствования в соответствии с заданными человеком критериями эффективности. Установлено, что непрерывность циклов проверки гипотез в значительной степени отличает ЦД от традиционных методов моделирования, в которых каждая проверка требует существенных ресурсов и компетенций.

Экономическая эффективность ЦД СХ

Установлено, что экономика внедрения и использования ЦД является ключевым сдерживающим фактором их активной апробации в АПК нашей страны. Следовательно, важными являются выработка и принятие совершенно конкретных критериев и показателей, оценка которых отражает целесообразность и окупаемость инвестиций в ЦД. В данной связи нами обозначены потенциальные экономические эффекты, прямо или косвенно проявляющиеся при внедрении и функционировании ЦД СХ:

финансовая оптимизация показателей рентабельности бизнес-процессов: снижение затрат, увеличение добавленной стоимости продукции. Например, ЦД СХ позволит принимать экономически обоснованные решения по дозированному применению удобрений с учетом данных конкретных участков, вносить изменения в регламенты возделывания культур по объемам и видам удобрений на основе непрерывного обучения по ранее принятым решениям и с учетом ограничивающих факторов, таких как погода, рентабельность, коэффициент выполнения питательных веществ в почве и др.;

повышение производительности за счет экономии времени и оперативного (в том числе автоматизированного) принятия управленческих решений без технической необходимости личного присутствия и наблюдения. Например, ветеринары в режиме реального времени получают информацию о здоровье животных и принимают своевременные меры по лечению и профилактике. Значительно ускоряются составление и утверждение еженедельных планов управления полями при наличии их ЦД и т. д.;

сокращение (исключение) затрат на устранение критических факторов снижения урожайности и продуктивности, обусловленных характерными для АПК

рисками и высокой неопределенностью. Например, ЦД фермы обеспечивает прозрачность и прослеживаемость условий содержания и кормления животных и др.

В широком смысле моделирование ЦД СХ на макро- и мезоуровне имеет значительный потенциал разрешения острых проблем современной промышленной модели производства продовольствия (включая производство, переработку, логистику, потребление, утилизацию) с трансформацией линейных цепочек производства в экономически эффективные системы «замкнутого цикла», обеспечивающие минимизацию и исключение отходов и загрязнений, продолжительное хранение продуктов и восстановление природных экосистем [13].

Недостатки ЦД СХ

Анализ доказывает, что применение современных цифровых технологий (в том числе ЦД СХ) требует значительных затрат не только при разработке, приобретении, но и при эксплуатации (обслуживание, оплата труда IT-специалистов, доработка, интеграция с другими процессами и др.). В данной связи нами выделены следующие недостатки, сдерживающие научно-практическое внедрение и использование технологии в реальном секторе АПК [5, 6]:

1. Цена разработки ЦД (составление карт, схем, механизмов взаимодействия и влияния на объект моделирования, развертывание и подключение датчиков мониторинга состояния, алгоритмы преобразования данных, запуск цифровой системы и др.) может значительно превышать потенциальные выгоды внедрения даже в долгосрочном периоде. Так, значительная часть моделируемых ЦД СХ – это живые системы (животные, растения или скоропортящиеся продукты) со сложными процессами жизнедеятельности. Для их оцифровки отсутствуют явные финансовые стимулы окупаемости в короткие сроки. Это определяет как необходимость масштабирования решений в рамках крупных организаций, так и внедрения их стандартизированных вариантов во множестве малых однотипных структур с целью снижения стоимости использования ЦД на 1 руб. выручки продукции АПК.

2. Отдаленность специалистов АПК (в том числе агрономов, ветврачей и др.) от реальных процессов в отрасли отражает риск игнорирования неучтенных (неочевидных) факторов. Следовательно, активное использование ЦД для управления снижает внимание к реальным процессам сельскохозяйственного производства. Такое пренебрежение может привести к невозполнимым финансовым и репутационным потерям (например, снижение доверия к цифровым решениям и ожиданий от их внедрения). Важно учитывать риски крайних состояний развития ЦД СХ, отражающих либо отсутствие внимания к реальным системам, либо полное недоверие данным из компонентов ЦД. В этой связи на этапе проектирования ЦД СХ целесообразно закладывать напоминания о важности критического восприятия сведений из виртуальных моделей. Это позволит точно формировать понимание внутренней работы ЦД, планировать этапы

обслуживания и альтернативные способы управления, включая мониторинг и контроль данных.

3. Зависимость точности прогнозных состояний ЦД от объема и качества накопленной исторической информации о развитии моделируемого в виртуальной среде физического объекта. В данной связи возможные будущие преимущества могут не проявляться в краткосрочном периоде создания и развертывания, что при отсутствии практики накопления данных и «оцифровки» сельскохозяйственных объектов значительно сдерживает внедрение ЦД и потенциал их эффективного использования.

4. Непонимание сути ЦД, что ведет к ошибкам классификации общих компьютерных моделей в качестве ЦД, а также точности виртуальной копии реального физического объекта.

Практическое внедрение и использование ЦД СХ

В числе примеров работающих решений ЦД СХ нами выделены ЦД молочно-товарного производства Dairy Monitor (Connecterra B. V., Нидерланды); ЦД товарного сельскохозяйственного производства FarmTelemetry (Lesprojekt-Služby Ltd., Чехия); ЦД развития растений Open PD (Espiral Pixel, Португалия); ЦД пчелиных семей BeeZon (BeeZon Smart Software IoT Solutions, Греция); ЦД распространения вредителей OliFLY (Harpha Sea, d.o.o. Koper, Словения); ЦД запасов силосов для животноводства INSYLO (Ubikwa Systems, Испания) [5, 14, 15].

Развитие технологии ЦД в практической деятельности организаций АПК Беларуси нами предлагается выполнять в рамках последовательного внедрения простых элементов с постепенным расширением новыми компонентами, увеличением автономности и интеллектуальности моделей. Важно, чтобы каждый последующий шаг основывался на положительном опыте и результатах реализации предыдущих. При этом установлено, что на различных участках и в сферах сельскохозяйственного производства возможно параллельное выстраивание относительно независимых технологических решений создания специализированных ЦД СХ (в растениеводстве, механизации, животноводстве, логистике, бухгалтерии и др.). В среднесрочном периоде основная роль ЦД – это обеспечение экономически эффективного управления всей совокупностью бизнес-процессов предприятия. Согласно выполненным нами исследованиям, главный потенциал внедрения ЦД СХ заключается в повышении точности оценки вклада экономически значимых активов (запасы, основные средства, оборудование, земельные ресурсы и др.) предприятия в текущую деятельность с прогнозированием ожидаемых кратко-, средне-, долгосрочных результатов хозяйствования (выручка, прибыль, рентабельность и др.).

Долгосрочной целью интеграции технологии ЦД в товарное сельское хозяйство является объединение разрозненных и независимых программных решений

в интегрированную модель – цифровой двойник сельскохозяйственного предприятия (ЦД СХП). Это предполагает выстраивание архитектуры и комплекса подключаемых модульных ЦД (в том числе отдельных ферм, полей, техники и др.) с обучающими алгоритмами на основе AI. В широком плане модульный профиль взаимоувязанной системы ЦД СХП позволит в перспективе учесть максимально возможный перечень воздействующих факторов, в том числе данных о межполевой динамике потоков воды, дисперсии удобрений и выщелачивании питательных веществ, уровне грунтовых вод, наличии ирригационной инфраструктуры, а также исторических сведений о количестве удобрений и их влиянии на урожайность и др.

При этом реальное формирование, внедрение и интеграция модулей ЦД СХП предполагают широкий состав разработчиков: эксперты в предметных областях АПК (финансы, экономика, агрономия, ветеринария и др.), специалисты по датчикам и IoT, ML, AI и многие другие.

В качестве ключевого элемента для интеграции модулей ЦД СХП нами обоснована целесообразность разработки финансово-экономической платформы моделирования ЦД СХП (далее – Платформа) на базе формализованного перечня таблиц (бухгалтерских, налоговых, статистических, экономических, отраслевых и других форм отчетности), заполнение которых является обязательным в рамках нормативно-правового поля производственной деятельности сельскохозяйственной организации.

Разработка такой Платформы предполагает описание и кодирование: всего перечня вносимых и заполняемых первичных показателей таблиц; ячеек, граф, столбцов, строк, текстовых описаний для заполняемых в настоящее время отчетных и аналитических документов предприятий АПК; алгоритмов и моделей использования первичных показателей для расчета и заполнения форм и отчетов; интерфейсов вывода на печать, направления адресату и автоматического заполнения в представляемые формы через веб-ресурсы.

Это позволит, во-первых, сформировать стандартизированную систему поступления и использования данных, во-вторых, обеспечить единообразное цифровое представление для всех процессов организации, в-третьих, интегрировать работу пользователей с оборудованием, датчиками, данными и прогнозами, в-четвертых, повысить эффективность планирования и организации сельскохозяйственного производства.

Согласно выполненным нами исследованиям, используемая в настоящее время в организациях АПК республики система аналитической отчетности и бизнес-планирования в целом может быть оцифрована для формирования предлагаемой Платформы. Указанный комплекс данных в виде цифровой финансово-аналитической модели предприятия позволит построить базовый каркас Платформы с возможностью последовательного подключения всего необходимого перечня модулей ЦД СХП. В их числе нами выделены:

1. Модуль ЦД земельных ресурсов (растениеводство) «ЦД СХП(р)» с накоплением базы исторических данных об урожайности, севообороте, составе почв и других параметрах цифровых паспортов полей. Он предназначен для оценки и мониторинга использования производственно-хозяйственного потенциала земельных ресурсов (состояние почв, влажность и др.), прогнозирования объемов заготовки продукции растениеводства с учетом природно-климатических факторов, научно обоснованных и фактически выполненных агротехнических мероприятий (удобрения, средства защиты, эксплуатация и приобретение сельскохозяйственной техники и др.). Модуль «ЦД СХП(р)» обеспечит принятие экономически эффективных решений в части севооборота (максимизация выручки с учетом выполнения целевых объемных показателей) и затрат (технологии, использование собственных и приобретаемых материально-технических и прочих ресурсов).

Исследования доказывают, что ЦД СХП(р) является ключевым элементом модульной системы ЦД СХ. Земля – это базовый ресурс сельскохозяйственного производства с устойчивыми характеристиками в достаточно длительном интервале времени. Данные о почвах – приоритетный объект моделирования ЦД. Это требует наличия точной информации в части интенсивности и глубины обработки, истории внесения удобрений и средств защиты растений и др.

Значительный потенциал использования данных ЦД СХП(р) можно отметить при моделировании износа и работоспособности техники и оборудования в местных условиях на основе аппроксимации имеющейся информации. Например, «протестировать» комбайн и другую технику перед покупкой в условиях, максимально приближенных к производственным особенностям реального хозяйства (с учетом различных погодных сценариев, параметров расхода топлива, эксплуатационных затрат, рисков повреждения насаждений и др.).

Важно отметить, что в Беларуси созданы и поддерживаются базовые элементы национальной системы управления почвенным плодородием. Она включает областные службы агрохимического и радиологического обследования, республиканский банк данных показателей почв, автоматизированную электронную систему моделирования почвенного плодородия с расчетом ежегодной потребности регионов республики в удобрениях и известковании. Ранее нами показана актуальность совершенствования указанной системы с разработкой дорожной карты ее развития (семь этапов) [16]. Предполагается, что ее реализация обеспечит полный комплекс прикладных решений для внедрения ЦД СХП(р) на всех уровнях сельскохозяйственного производства (предприятие, регион, область, республика).

2. Модуль ЦД стада (ферма) «ЦД СХП(ф)». Позволяет проводить постоянный мониторинг (на основе информации с датчиков на животном или внутри него, например акселерометров, болюсов и др.) и прогнозирование эффективности производства молока и мяса с учетом параметров здоровья скота. В числе

важных элементов ЦД фермы можно выделить: удаленный контроль здоровья, прогноз даты начала и определение охоты (на основе мониторинга поведения животного), автономное формирование рекомендаций по оптимизации молочно-товарного производства. Непрерывный поток данных с физических объектов (кормление, доение и др.) обеспечит точное прогнозирование экономических показателей с учетом рисков и динамики развития технологических процессов с целью оперативного реагирования в части повышения продуктивности стада и эффективности производства.

3. Модуль ЦД товаров «ЦД СХП(т)», используемых и выпускаемых в сельскохозяйственном производстве (семена, удобрения, средства защиты, технологии, сырье, продовольствие и др.). Для семян, например, это предполагает моделирование развития растения в конкретных условиях, урожайности с учетом различных природных и географических факторов (состав почв, нормы высева, алгоритм защиты, удобрения, вегетационный период, потребность в солнечном свете, жидкости и т. д.) для предлагаемой технологии возделывания [5]. Такие ЦД позволяют создавать высокоточные прогнозы объемов производства (в натуральном выражении) и экономически оптимизировать затраты ресурсов по критерию эффективности.

Преимущества формирования ЦД СХП(т) для производимых в республике семян, культур, животных, техники, оборудования и т. д. определяются значительным ростом их конкурентоспособности за счет детальной и объективной демонстрации покупателю будущих выгод от потребления (использования) конкретного вида продукции (в заданных для модели ЦД условиях). Можно также утверждать, что ЦД СХП(т) обоснованно признать важным фактором развития точного земледелия. Так, информация о производительности семян в исторической динамике (объемы, сорта, всхожесть, вегетативные состояния, рост корней, использование питательных веществ и влаги, размеры и др.) для выращиваемых культур позволяет формировать цифровую экосистему, данные которой обеспечивают точное прогнозирование каждого следующего производственного цикла.

В республике базовые основы развития ЦД СХП(т) реализованы в рамках системы электронной паспортизации товаров ePass.by. Ее возможности позволяют создавать модельные сценарии, наполнять их значимыми статистическими показателями и переменными, осуществлять цифровое прогнозирование и планирование состояний ЦД СХП, высокоточное предсказание периодов и объемов конкретных технологических операций и процессов. При этом для развития ЦД СХП(т) на базе действующей системы ePass требуется разработка и внедрение прогнозно-аналитических моделей, включающих:

- конъюнктуру и динамику цен (исторических и прогнозных);
- описания (качественные и количественные) фактических и ожидаемых параметров (условия, технология, выгоды, потенциал урожайности и т. д.) производства и использования товара в разрезе стадий их жизненного цикла;

расширенные возможности по привязке сертификатов, уведомлений о соответствии, деталей прослеживаемости, правил (умных контрактов) по поставкам, платежам и повторным заказам с учетом остатков, геолокации и др.

Так, стоимостные данные (включая затраты на приобретение материально-технических ресурсов и прогноз выручки от реализации продукции) и состояние товара на стадиях его производства и использования позволят полноценно включать модуль ЦД СХП(т) в единую Платформу моделирования аграрного производства.

4. Модуль ЦД цепочек поставок (логистика: сбыт, склад, транспорт, условия платежей и др.) «ЦД СХП(л)». Обеспечивает моделирование оптимальных сроков, каналов, условий и объемов поступления, хранения, выбытия материально-технических средств, ресурсов и конечных товаров (приобретение, перемещение и реализация) с целью максимизации выручки при минимальных торгово-логистических затратах.

5. Модуль ЦД природно-климатических условий (климат) «ЦД СХП(к)». В НАН Беларуси широкие компетенции в данной сфере сконцентрированы в Институте природопользования. ЦД СХП(к) обеспечивает корректировку объемов сельскохозяйственного производства с учетом влияния фактических и прогнозных погодных факторов (солнечный свет, осадки, температура и др.). Важное преимущество такого двойника – формирование оперативных и своевременных оповещений об отклонениях погоды от ожидаемых условий с целью принятия экстренных решений экономического и организационно-технологического характера. Интеграция модулей ЦД СХП(к) с ЦД почв и товаров (например, семян, включая технологию возделывания) позволит отбирать оптимальные сорта и предлагать структуру посевов с учетом исторического массива данных о погоде. Результат – непрерывный мониторинг, прогнозирование и планирование финансово-хозяйственных результатов деятельности организации.

В качестве актуального примера следует указать глобальный проект, реализуемый в ЕС, – Destination Earth (DestinE). Его цель – разработка высокоточной цифровой модели прогнозирования последствий влияния человека на климат в мировом масштабе для тестирования сценариев устойчивого развития, поддержки и оценки эффективности экологической политики ЕС [17]. Заявляется создание виртуального двойника Земли (мониторинг и моделирование природных явлений в атмосфере, океанах, льдах и на суше во взаимосвязи с деятельностью человека), с помощью которого можно будет прогнозировать экстремальные явления, включая наводнения, засуху и пожары, на различных временных горизонтах (в том числе в течение нескольких лет). Применение подобных двойников, построенных учеными-климатологами, на практике имеет высокий потенциал для сельского хозяйства (оценка рисков наводнений, засухи, экстремальных температур, миграция объектов флоры, фауны и др.).

6. Другие модули ЦД (объекты машинно-тракторного парка, распространения вредителей, развития пчелиных семей, сада, ландшафтов, орошения, энерго-

потребления и др.). В числе актуальных направлений разработки ЦД СХП следует выделить контролируемую среду выращивания, например тепличное земледелие, аквакультуру.

Развитие и использование ЦД СХП предполагает в первую очередь сбор и накопление релевантных данных для выделения и описания наиболее значимых факторов влияния. Это позволит строить высокоточные прогнозы урожайности и объемов производства, контролировать и сопоставлять фактические сведения с заданными целевыми значениями, своевременно информировать о рисках, оперативно принимать упреждающие решения по критериям максимизации эффективности (в том числе удаленно).

Важным преимуществом ЦД СХП является непрерывный характер выполнения операций мониторинга, контроля и прогнозирования. Это позволяет заинтересованным сторонам анализировать ожидаемые отклонения и оперативно изменять параметры стратегического управления. Например, в случае конъюнктурных сдвигов ЦД СХП(т) уведомит производителя о необходимости принять решение о корректировке сроков, условий и структуры продаж, закупок, поставок.

Принципы построения ЦД СХ

Установлено, что ограниченное использование решений ЦД СХП в реальном секторе отражает ситуацию, в которой большинство технологий сельскохозяйственного производства (включая технологические регламенты) до настоящего момента не смоделированы в цифровом виде. Это не позволяет оптимизировать процессы принятия решений и увеличивать долю созданной в сельском хозяйстве добавленной стоимости на базе активного внедрения ЦД СХП. В данной связи нами выделены:

принцип автоматизации мониторинга. Критически важно наращивать использование систем сбора и анализа множества данных с использованием интернета вещей, датчиков, сканеров, автоматического скрининга и обработки информации с использованием AI и ML. Установлено, что именно алгоритмы отслеживания с оценкой (что и почему произошло) делают возможной дальнейшую автоматизированную перенастройку ЦД СХП;

принцип повышения достоверности прогнозирования на основе машинного обучения. Осуществляется на базе предыдущего принципа, обеспечивающего диагностику рисков и потенциальных проблем. Позволяет формулировать оптимальные предложения и рекомендации по предотвращению критических сбоев функционирования оперативного и стратегического характера. Важно отметить, что анализ данных и моделирование целесообразно выполнять с использованием безопасных (защищенных) вычислительных мощностей в локальной либо национальной облачной инфраструктуре;

принцип приоритетности моделирования известных критических точек и рисков устойчивости. Это позволяет в условиях конкретных хозяйств и территорий

измерять и прогнозировать параметры сохранения качества почв и продуктивности животных с учетом уровней интенсификации производства, применяемых технологий, кадрового потенциала, природного и антропогенного воздействия и других актуальных факторов влияния.

Инфраструктура ЦД СХП

Выполненный нами анализ доказывает, что эффективная реализация ЦД СХП предполагает широкое использование современных технологий, включающих датчики (виды, количество, периодичность измерения), модели (алгоритмы мониторинга, анализа, оптимизации и прогнозирования) и интерфейсы (пользовательские, промышленные, обеспечивающие регистрацию, отправку в базу данных и другие операции).

Датчики обеспечивают поступление данных для мониторинга (в реальном времени, в том числе на основе спутниковых данных) сельскохозяйственной техники, энергопотребления, здоровья и поведения сельскохозяйственных животных, состояния полей и посевов, уровня влаги и других параметров для принятия управленческих решений. В сельском хозяйстве современные датчики позволяют отслеживать углерод, биоразнообразие, опылителей, состояние водных ресурсов и многое другое. Основная цель датчиков – считывание фактических состояний физических объектов для их дальнейшего сравнения с прогнозируемыми параметрами виртуальных двойников. При этом очевидно, что чем крупнее компания, тем важнее становится понимание данных. В этой связи значительно повышается роль моделирования и обучаемости ЦД.

Модели (методы, алгоритмы) позволяют:

- накапливать и учитывать данные мониторинга;
- точно анализировать и прогнозировать сбои в функционировании реальных физических систем;
- осуществлять удаленный анализ и моделирование (например, здоровья животных);
- своевременно обнаруживать и предупреждать критичные сбои и возможные отклонения от целевых параметров;
- моделировать сценарии типа «что, если?» и др.

Основная цель – прогнозное обучаемое моделирование на основе постоянного динамического сравнения с фактическими данными. Это обеспечивает перестроение параметров для будущих состояний ЦД в любых заданных интервалах времени. Поэтому алгоритмы моделей целесообразно формировать на базе инструментов оптимизации, обучения и динамического обновления с выходом на интерфейсы интеграции с датчиками, применяемой техникой, технологиями и взаимодействия с пользователями.

Интерфейсы – инструменты (программы, команды и другие способы) считывания, перемещения, синхронизации и визуализации данных, команд и решений

(технологии дополненной, виртуальной реальности, обработка голосовых и текстовых сообщений, распознавание действий, личности, управление жестами), обеспечивающие «бесшовную» интеграцию человека и машины. В числе актуальных решений можно выделить дашборды для руководителей, обобщающие и выводящие на монитор в приемлемом виде весь набор данных с полевых, технических, животноводческих и других информационных систем и датчиков, в том числе прогнозы и отклонения фактических значений от моделируемых ЦД СХП. Интерфейсы позволяют выстраивать взаимодействие с ЦД через визуальные программные модули (блоки) на телефоне, планшете или компьютере. На экраны выводится информация о статусе объекта, его истории (например, о здоровье животного) или его прогнозируемом состоянии (например, относительно роста урожая).

Важно отметить, что роль интерфейсов взаимодействия человека с приложениями ЦД СХП остается ключевой в рамках контроля и принятия решений по производственным процессам и процедурам. Так, большинство стандартизированных и рутинных операций моделирования ЦД СХП могут выполняться в автоматическом режиме без вмешательства человека (например, остановка техники при обнаружении рисков, краткосрочные и локальные корректировки объемов вносимых средств защиты и удобрений при изменении других влияющих факторов). Вместе с тем установлено, что интерфейсы важно формировать таким образом, чтобы сохранить возможность отключения «автопилота» с передачей функций принятия решений конкретному пользователю [13].

Интерфейсы ЦД СХП критически важны для выстраивания безопасной производственной среды и рабочих мест в сельском хозяйстве, сохранения ресурса оборудования и снижения непродуктивного выбытия скота. Например, контроль за работниками в процессе их труда, положения живых объектов, опасных предметов и т. д. обеспечивает снижение травм, поломок и других непроизводственных затрат.

Важное значение имеют также интерфейсы синхронизации между физическими и виртуальными двойниками, которые обеспечивают работу моделей динамического обучения ЦД СХП. При этом значительной сложностью отличаются задачи синхронизации ЦД для природных и биологических объектов (животные, земельные участки и др.), в том числе при использовании различных инфраструктур, программного обеспечения и противоречивых требований конечных пользователей.

Установлено, что указанные выше технологические элементы ЦД СХП в целом позволяют развивать весь спектр возможностей их использования в сельскохозяйственном производстве с непрерывным потоком операций.

Заключение

Таким образом, исследование показывает, что технология цифровых двойников может быть реализована в АПК нашей страны на основе Платформы, обеспечивающей формирование и интеграцию сети взаимосвязанных ЦД СХП

(в растениеводстве, животноводстве, механизации и т. д.), которые прогнозируют (с учетом данных автоматического мониторинга в режиме реального времени) состояния физической системы в виртуальной среде. Такая модульная Платформа представляет собой многомерную копию физической системы, включающую ее основные свойства и состояния, а также векторы воздействий на отдельные модули в любой точке цикла прогнозирования. При этом в качестве принципиального отличия ЦД от статических имитационных моделей, воспроизводящих физические системы, нами выделена динамическая оптимизация алгоритмов прогнозирования на основе фактических данных мониторинга при сопоставлении реального состояния с прогнозным виртуальным объектом и последующей автоматической переоценкой целевой модели для запрашиваемой точки временной оси.

Использование Платформы позволит формировать, анализировать и контролировать достижение прогнозных экономических показателей, выявлять причины отклонений и оперативно предлагать перечень оптимальных решений для устранения критических рисков. В данной связи классическое бизнес-моделирование в Платформе трансформируется в динамическую бизнес-модель развития сельскохозяйственного производства.

Содержание и наполнение Платформы и модулей ЦД СХП предложено формировать на основе действующих систем бухгалтерского, налогового и статистического учета с выходом на взаимоувязанные планы социально-экономического развития предприятия (1, 3, 5 лет и более) и критерии оценки деятельности руководителя (для начисления квартальных и годовых бонусов).

Накопление в Платформе данных, поступающих от модулей ЦД СХП, позволит оперативно формировать прогнозные показатели с учетом отклонений от плановых значений по итогам целевого периода. Оперативное принятие управленческих решений будет способствовать устойчивости контролируемых подсистем сельскохозяйственного производства. Важнейшее преимущество предложенной нами модульной схемы внедрения ЦД СХ – это целевое и последовательное освоение отдельных блоков с детальным прогнозом, анализом экономических выгод и «наладкой» до требуемого уровня эффективности. В данной связи наиболее приемлемым сценарием развития ЦД СХП являются варианты внедрения от более простых с меньшим количеством данных к более сложным с постепенным добавлением компонентов и функций, расширяющих потенциал ЦД.

В числе значимых результатов внедрения ЦД следует привести сокращение затрат, эффект масштаба, минимизацию рисков (экологических, конъюнктурных, технологических и др.), повышение безопасности труда и т. д. Моделирование ЦД живых систем, таких как растения и животные, позволит осуществлять раннее выявление болезней, оптимизацию производства за счет определения факторов, ухудшающих продуктивность (управление фермой) и урожайность

(управление полем). Для конечной продукции достигается экономия логистических затрат и повышение качества.

ЦД обеспечивают ряд преимуществ для экономики, общества и окружающей среды. В сельском хозяйстве ЦД могут облегчить удаленный мониторинг сельскохозяйственных культур, состояния почвы, а также управления животноводством и фермой, где они способны устранить ограничения по месту и времени, с которыми сталкиваются люди.

Выполненное нами исследование показало ограниченный объем публикаций и данных, отражающих фактические результаты внедрения ЦД СХ с указанием оценки их экономической эффективности. Вместе с тем анализ подтверждает, что текущий уровень технологий позволяет создавать и использовать ЦД СХ повсеместно (с учетом различных пространственных и временных масштабов, уровней сложности, количества компонентов и датчиков, целевой функциональности и др.).

Установлено, что в настоящее время в практическом плане в цифровом формате могут быть смоделированы следующие физические системы АПК:

живые растения или деревья, животные, сельскохозяйственная продукция; поля, агропромышленные предприятия, ландшафты, хозяйственные постройки, теплицы, сельхозтехника, включая оборудование, а также цепочки поставок продуктов питания и логистика.

Вместе с тем установлено, что ЦД, которые непосредственно моделируют процессы роста и жизнедеятельности живых объектов (стадо, поле, ферма и др.) с высокой степенью неопределенности, целесообразно создавать на начальных этапах с меньшей технической детализацией. Тогда как механические и технические объекты (например, ЦД сельскохозяйственной техники, цепочек поставок пищевых продуктов и логистики) могут быть продублированы в цифровой форме со значительно более высокой точностью (в том числе алгоритмами прогнозирования), отражающей наличие детальной информации о их конструкции и работе.

В числе ограничений и препятствий развития ЦД нами выделены высокая стоимость разработки и внедрения, снижение роли непосредственного присутствия специалистов для оценки состояния физической системы, недоступность, недостаточность и недостоверность информации, ограничение источников поступления данных.

В качестве важных отличительных преимуществ ЦД от других моделей нами выделены:

снижение (для пользователя) технической сложности моделирования, мониторинга, циклов оценки и интерпретации;

возможность принимать решения об изменении реального мира на основе его цифровой копии;

динамичность состояния ЦД в реальном времени с точным отражением текущего статуса реального объекта.

Для устранения противоречий отнесения конкретной технологии к концепции ЦД предложено оценивать наличие одновременно трех основных инфраструктурных элементов (систем): датчиков, моделей и интерфейсов. Это обеспечивает поддержку принятия решений не только на основе прошлых данных, но и с учетом будущих предсказанных состояний ЦД на базе компонентов компьютерного нейросетевого моделирования.

Актуальность создания и развития эффективных систем обучения и прогнозирования состояний различных элементов ЦД СХП характеризуется наличием потенциала роста продуктивности сельскохозяйственного производства при формировании и внедрении самообучающихся ЦД с автоматизированной адаптацией прогнозных моделей двойника на основе расхождения фактических данных с датчиков с плановыми показателями состояний системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Kshetri, N. B. The Economics of Digital Twins [Electronic resource] / N. B. Kshetri / NC Docks digital online collection of knowledge and scholarship. – Mode of access: https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/N_Kshetri_Economics_Digital_2021.pdf. – Date of access: 15.08.2023.
2. Digital Twin Market Size worth US\$ 95 Billion by 2033 at of CAGR 34.3%: Fact.MR Research [Electronic resource] / GlobeNewswire. – Mode of access: <https://www.globenewswire.com/news-release/2023/01/18/2591244/0/en/Digital-Twin-Market-Size-worth-US-95-Billion-by-2033-at-of-CAGR-34-3-Fact-MR-Research.html>. – Date of access: 01.08.2023.
3. Digital Twin Market Outlook (2023-2033) [Electronic resource] / Fact.MR. – Mode of access: <https://www.factmr.com/report/digital-twin-market>. – Date of access: 03.08.2023.
4. Pylianidis, C. Introducing digital twins to agriculture [Electronic resource] / C. Pylianidis, S. Osinga, I. N. Athanasiadis // Computers and Electronics in Agriculture. – 2021. – № 184. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169920331471>. – Date of access: 17.08.2023.
5. Purcell, W. Digital Twins in Agriculture: A State-of-the-art review [Electronic resource] / W. Purcell, T. Neubauer // Smart Agricultural Technology. – 2023 – № 3. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772375522000594/pdf?md5=fa6cde245acbbb44b36cfa55df3801ea&pid=1-s2.0-S2772375522000594-main.pdf>. – Date of access: 07.08.2023.
6. Characterising the Digital Twin: A systematic literature review [Electronic resource] / D. Jones [et al.] // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2020. – № 29. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755581720300110>. – Date of access: 09.08.2023.
7. Grieves, M. Virtually Perfect: Driving Innovative and Lean Products through Product Lifecycle Management / M. Grieves. – Cocoa Beach; FL: Space Coast Press, 2011. – 370 p.
8. Grieves, M. Digital twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication [Electronic resource] / M. Grieves // Research Gate. – Mode of access: https://www.researchgate.net/profile/Michael-Grieves/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication/links/5535186a0cf23947bc0b17fa/Digital-Twin-Manufacturing-Excellence-through-Virtual-Factory-Replication.pdf. – Date of access: 11.08.2023.
9. Grieves, M. Digital Twin: Mitigating Unpredictable, Undesirable Emergent Behavior in Complex Systems [Electronic resource] / M. Grieves, J. Vickers // Springer Link. – Mode of access: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-38756-7_4. – Date of access: 15.03.2022
10. Stark, R. Digital Twin [Electronic resource] / R. Stark, T. Damerau // CIRP Encyclopedia of Production Engineering. – 2019. – Mode of access: https://doi.org/10.1007/978-3-642-35950-7_16870-1. – Date of access: 07.08.2023.

11. Цифровая трансформация. Термины и определения: СТБ 2583-2020 [Электронный ресурс]. – Введ. 01.03.2021. – Режим доступа: <https://nasb.gov.by/rus/activity/nauchno-metodicheskoe-obespechenie-razvitiya-informatizatsii>. – Дата доступа: 07.08.2023.
12. Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология: сб. ст. / Нац. акад. наук Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики; редкол.: А. В. Тузиков (пред.) [и др.]. – Минск: Беларусь. наука, 2020. – 267 с.
13. Digital twin paradigm: A systematic literature review [Electronic resource] / C. Semeraro [et al.] // Computers in Industry. – 2021. – № 130. – Mode of access: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166361521000762>. – Date of access: 17.08.2023.
14. Matanat, R. Why Modern Farming Need the Digital Twins [Electronic resource] / R. Matanat // Challenge advisory LLP. – Mode of access: <https://www.challenge.org/knowledgeitems/why-modern-farming-need-the-digital-twins>. – Date of access: 15.08.2023.
15. Verdouw, C. N. Digital twins in farm management: illustrations from the FIWARE accelerators SmartAgriFood and Fractals [Electronic resource] / C. N. Verdouw, J. W. Kruize // Conference paper: 7th Asian-Australasian Conference on Precision Agriculture, Hamilton, 16–18 October, 2017. – Mode of access: https://www.researchgate.net/profile/Cor-Verdouw/publication/322886729_Digital_twins_in_farm_management_illustrations_from_the_FIWARE_accelerators_SmartAgriFood_and_Fractals/links/5b2cf5eaaca2720785d7c121/Digital-twins-in-farm-management-illustrations-from-the-FIWARE-accelerators-SmartAgriFood-and-Fractals.pdf. – Date of access: 15.08.2023.
16. Национальная система управления почвенным плодородием Республики Беларусь: текущее состояние и перспективы развития / В. В. Лапа [и др.] // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2021. – Т. 59, № 3. – С. 292–303.
17. Destination Earth [Electronic resource] / European Commission. – Mode of access: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/destination-earth>. – Date of access: 14.08.2023.

Поступила в редакцию 29.08.2023

Сведения об авторе

Пилипук Андрей Владимирович – директор, доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент

Information about the author

Pilipuk Andrei Vladimirovich – Director, Doctor of Economic Sciences, Professor, Corresponding Member

Александр ГЕРАСЕНКО

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: gerasenko@bgp.by*

УДК 322.146:338.436.33

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2023-10-22-35>

Анализ практики корпоративного инвестирования в АПК Республики Беларусь (на примере организаций Белорусского государственного концерна пищевой промышленности «Белгоспищепром»)

Проанализированы источники корпоративного инвестирования в Белорусском государственном концерне пищевой промышленности «Белгоспищепром», выявлены их недостатки и преимущества. Обоснована целесообразность совершенствования действующего в концерне механизма финансирования проектов за счет средств его инвестиционного фонда.

Ключевые слова: механизм финансирования, корпоративное инвестирование, концерн, иностранные инвестиции, внебюджетный фонд.

Alexander GERASENKO

*Institute of System Researches in the Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: gerasenko@bgp.by*

Analysis of the practice of corporate investment in the agroindustrial complex of the Republic of Belarus (on the example of organizations of the Belarusian state food industry concern “Belgospischeprom”)

The analysis of sources of corporate investment in the Belarusian state food industry concern “Belgospischeprom” was carried out, their shortcomings and advantages were identified. The expediency of improving the mechanism of project financing operating in the concern “Belgospischeprom” at the expense of the investment fund of the concern is substantiated.

Keywords: financing mechanism, corporate investment, concern, foreign investment, off-budget fund.

Введение

Ранее нами были отражены сущность, особенности и механизм корпоративного инвестирования [1–3]. В данной статье проведено исследование действующего в Белорусском государственном концерне пищевой промышленности

© Герасенко А., 2023

«Белгоспищепром» механизма корпоративного инвестирования и выявлены преимущества и недостатки источников финансирования инвестиционных (инновационных) проектов.

Основная часть

Исследование показало, что в рамках функционирования финансового механизма в Республике Беларусь используется совокупность методов государственного стимулирования инвестиционной деятельности, которые представляют собой систему рычагов и инструментов, направленных на повышение корпоративного инвестирования (КИ) на микро- и макроэкономическом уровне.

В результате оценки роли участников КИ в развитии экономической системы страны в целом установлено преимущественное положение государства. Так, в республике выработаны механизмы прямого (выделение средств на финансирование инвестиционных (инновационных) проектов из республиканского и местных бюджетов, внебюджетных источников) и косвенного (льготные условия функционирования организаций-инвесторов, в том числе иностранных, как на местном уровне, так и на всей территории страны) регулирования КИ.

Анализ источников КИ концерна «Белгоспищепрома» показал, что организации, входящие в его состав, кроме собственных и заемных средств в виде кредитов банка используют средства внебюджетного фонда (инвестиционный фонд предприятия), а также республиканского и местных бюджетов, привлекают иностранные инвестиции (см. рисунок).

В практической плоскости установлено, что концерн «Белгоспищепром» кроме прямого финансирования проектов из средств инвестиционных фондов активно использует преференции, предоставляемые государством организациям-инвесторам, например средства от проведения IPO, льготы по Указу Президента Республики Беларусь «О социально-экономическом развитии юго-восточного региона Могилевской области» [4] и др.

Исследование показало, что одним из важнейших внебюджетных источников КИ, в том числе для развития прорывных направлений, создания новых и модернизации действующих производств, является инвестиционный фонд концерна «Белгоспищепром» (далее – ИФК) (табл. 1).

Анализ динамики формирования (наполнения финансовыми средствами) и использования ИФК с 2013 г. (с момента его фактического образования) позволил установить следующие позитивные результаты:

увеличение ИФК более чем в 8 раз – с 4,2 до 34,2 млн бел. руб. В 2019 г. достигнуто максимальное значение за весь исследуемый период – 35,4 млн бел. руб; значительный рост удельного веса ИФК в КИ концерна – с 2,3 % в 2013 г. до 24,4 % в 2020 г.;

ключевая роль ИФК в объеме собственных источников финансирования инвестиционной деятельности концерна «Белгоспищепром»;



Источники корпоративного инвестирования концерна «Белгоспишцепром»

оперативность включения инвестиционных проектов в смету и их финансирование, значительное количество его направлений;
 возможность перевода финансирования проекта с возвратной основы на безвозвратную.

При этом выявлен ряд факторов негативного характера, нивелирующих общее позитивное восприятие эффективности ИФК, в их числе нами выделены следующие основные:

1. Сохранение высокой дифференциации структуры наполнения ИФК:

три организации (ОАО «Гродненская табачная фабрика «Неман», ОАО «Минский завод игристых вин», ОАО «Мозырьсоль») формируют более 90 % ИФК;

Т а б л и ц а 1. Важнейшие характеристики внебюджетного централизованного инвестиционного фонда концерна «Белгоспищепром»

Порядок образования	Основные направления	Лимиты
Формируется за счет ежемесячных взносов организаций, входящих в его состав, в размере до 25 % прибыли, остающейся в распоряжении указанных организаций и хозяйственных обществ после уплаты налогов, сборов (пошлин), других обязательных платежей в республиканский и местные бюджеты, государственные целевые бюджетные и внебюджетные фонды	Погашение кредитов банков, бюджетных ссуд, бюджетных займов, а также процентов по ним; приобретение, в том числе по договорам финансовой аренды (лизинга), машин и механизмов, транспортных средств и технологического оборудования, необходимых для развития производственных мощностей; финансирование: – строительства зданий и сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций; – программ по энергосбережению и мероприятий по внедрению новых энергоэффективных технологий и оборудования, включая расходы на реализацию международных проектов в области энергосбережения с участием Республики Беларусь; – инвестиционных проектов, в том числе выполняемых в рамках реализации программ (проектов) комплексной модернизации производств, и иных инвестиционных проектов в соответствии с критериями	До 25 % прибыли, остающейся в распоряжении организаций

П р и м е ч а н и е. Составлена по [5–7].

кроме вышеуказанных организаций, более 1 % (до 5 %) в структуре ИФК формирует ограниченное количество предприятий: ОАО «Брестский ликероводочный завод «Белалко», ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат», ОАО «Городейский сахарный комбинат»;

на оставшиеся 39 организаций приходится до 4 % перечисленных в фонд средств;

три юридических лица с 2013 г. не направляли денежные ресурсы в ИФК: СП ОАО «Спартак», СОАО «Коммунарка» (находятся в управлении административно-территориальных единиц), ОАО «Климовичский ликероводочный завод» (в стадии санации).

В связи с тем что акции СП ОАО «Спартак» и СОАО «Коммунарка» находятся в собственности административно-территориальных единиц (Минска (Мингорисполкома) и Гомельской области (Гомельского облисполкома)), ими принято решение о неперечислении средств в ИФК без учета позиции концерна «Белгоспищепром». Указанное отражает наличие двойного подчинения организаций [8, с. 228], которое не позволяет проводить единую политику в кондитерской отрасли. В этой связи актуально решение вопроса концентрации функций управления (например, путем передачи акций в управление одного юридического лица).

2. Отсутствие пропорциональности использования средств ИФК для реализации инвестиционных проектов:

на долю компаний, формирующих более 90 % фонда, приходится только 1,1 % его использования;

три из четырех сахарных заводов (ОАО «Скидельский сахарный комбинат», ОАО «Слуцкий сахарорафинадный комбинат», ОАО «Жабинковский сахарный завод») получили из инвестиционного фонда более 50 % средств при их доле в наполнении в 2,6 %;

практически не участвующие в формировании ИФК организации (ОАО «Гамма вкуса», ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат», ОАО «Красный пищевик», ОАО «Витебский маслоэкстракционный завод», ОАО «Гомельский жировой комбинат», ОАО «Белсолод», ОАО «Криница», ОАО «Климовичский ликеро-водочный завод») получили из него 26,5 % средств.

Таким образом, можно констатировать, что ИФК фактически формируется за счет нескольких высокорентабельных и сверхприбыльных организаций, а средства фонда используются для поддержания и развития финансово неустойчивых предприятий.

3. Неудовлетворительность структуры использования средств ИФК, которая не обеспечивает реализацию прорывных инвестиционных проектов долгосрочного характера с использованием новейших высокотехнологичных решений и оборудования. Установлены следующие основные направления:

погашение кредитов банков, бюджетных ссуд, бюджетных займов, а также процентов по ним (удельный вес за исследуемый период составил 53,0 %);

приобретение, в том числе по договорам финансовой аренды (лизинга), машин и механизмов, транспортных средств и технологического оборудования, необходимых для развития производственных мощностей (27,6 %);

финансирование строительства зданий и сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций (14,2 %), а также программ по энергосбережению и мероприятий по внедрению новых энергоэффективных технологий и оборудования, включая расходы на реализацию международных проектов в области энергосбережения с участием Республики Беларусь (3,4 %);

прочие направления (1,8 %).

Анализ показал, что инвестиционный фонд концерна «Белгоспищепром» не стал источником стимулирования развития прорывных и быстрокупаемых инвестиционных направлений. Установлено, что с начала 2013 г. не было реализовано ни одного подобного проекта с использованием средств ИФК. В качестве основной причины нами выделены требования по закреплению обязательных к исполнению критериев эффективности. Так, установлены жесткие значения (в соответствии с бизнес-планами) по следующим показателям, недостижение которых в обязательном порядке ведет к возврату средств в ИФК:

сроки окупаемости инвестиций по проекту и его валютоокупаемости;

размер добавленной стоимости на одного среднесписочного работника;

удельный вес экспортных поставок в общем объеме реализации в стоимостном выражении.

Выявлено, что риски невыполнения обязательств использования ИФК при реализации высокотехнологичных проектов являются основной причиной привлечения средств фонда опосредованно, т. е. через другие направления:

приобретение, в том числе по договорам лизинга, машин, механизмов, транспортных средств и технологического оборудования, необходимых для развития производственных мощностей;

строительство зданий и сооружений;

реализация мероприятий в области энергосбережения;

стандартизация;

выполнение научно-исследовательских работ.

Выявленное нами отсутствие стимулирующей роли ИФК в развитии прорывных направлений КИ отражает актуальность разработки и внесения изменений в действующий механизм ИФК.

Комплексное исследование источников финансирования КИ организаций концерна позволило выявить ряд иных (кроме ИФК), используемых не на постоянной основе, например для реализации крупных инфраструктурных инвестиционных (инновационных) проектов, как правило, регионального значения. Так, в 2019 г. для организации инновационного производства кондитерских изделий с установкой линии на ПТУП «Красный пищевик-Славгород» было привлечено 35,3 млн бел. руб. из четырех различных источников финансирования:

в 2017–2019 гг. – средства Республиканского централизованного инновационного фонда (РЦИФ) в сумме 2,9 млн бел. руб. (табл. 2) [5, 9–12];

2021 г. – средства Белорусского инновационного фонда – 5,2 млн бел. руб. (табл. 3) [14, 13–23];

2017 г. – средства за счет субвенций на финансирование расходов по восстановлению и развитию регионов, пострадавших в результате катастрофы на ЧАЭС (далее – средства ЧАЭС) – 1,4 млн бел. руб. (табл. 4) [17, 24–28];

2017–2021 гг. – средства инновационного фонда Могилевского облисполкома (табл. 5), регламентируются [5, 9].

Финансирование указанного выше проекта из бюджетных источников различного уровня обусловлено его важностью для республики, Могилевского облисполкома и концерна. Во-первых, проект создает дополнительные рабочие места, во-вторых, позволяет выпускать новую импортозамещающую продукцию, в-третьих, отвечает всем критериям инновационности.

Кроме того, инвестиционный проект в Славгороде потребовал привлечения значительных средств в связи с необходимостью строительства нового завода.

Таким образом, исследование доказало, что:

ориентация только на вложение средств из ИФК не позволяет организациям концерна реализовывать проекты подобного масштаба;

Т а б л и ц а 2. Важнейшие характеристики РЦИФ

Порядок образования	Основные направления	Лимиты
Формируется за счет отчислений в размере 10 % налога на прибыль, уплаченного в соответствии с законодательством в республиканский бюджет, а также за счет межбюджетных трансфертов, передаваемых из местных инновационных фондов	Реализация инновационных проектов, выполняемых в рамках государственной программы инновационного развития Республики Беларусь; выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, обеспечивающих создание новой продукции, новых (усовершенствованных) технологий, услуг для Республики Беларусь; организация деятельности и развитие материально-технической базы субъектов инновационной инфраструктуры, в том числе на капитальные расходы; развитие материально-технической базы отраслевых лабораторий, примерное положение о которых определяется Советом Министров Республики Беларусь, в том числе на капитальные расходы, и др.	10 % налога на прибыль, уплаченного в соответствии с законодательством в республиканский бюджет, а также за счет межбюджетных трансфертов, передаваемых из местных инновационных фондов в размерах и порядке, определенных Советом Министров Республики Беларусь

Пр и м е ч а н и е. Составлена по [5].

Т а б л и ц а 3. Важнейшие характеристики Белорусского инновационного фонда

Порядок образования	Основные направления	Лимиты
Формируется за счет инновационных фондов, созданных в установленном законодательством порядке, республиканского бюджета, предусматриваемых на научную, научно-техническую и инновационную деятельность, а также средств ОАО «Российская венчурная компания»	Финансирование: научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, выполняемых в рамках реализации инновационных проектов, работ по организации и освоению производства научно-технической продукции, полученной в результате инновационных проектов и заданий государственных научно-технических программ, и оказание государственной финансовой поддержки при реализации инновационных проектов в виде предоставления инновационных ваучеров и грантов за счет направляемых на эти цели Белинфонду средств инновационных фондов, формируемых в установленном законодательством порядке; венчурных проектов и участия в создании венчурных организаций, за исключением венчурных организаций, образуемых в форме обществ с дополнительной ответственностью, за счет выделяемых на эти цели Белинфонду средств республиканского бюджета, предусматриваемых на научную, научно-техническую и инновационную деятельность	Нет

Пр и м е ч а н и е. Составлена по [13–23].

Т а б л и ц а 4. Важнейшие характеристики выделения средств за счет субвенций на финансирование расходов по восстановлению и развитию регионов, пострадавших в результате катастрофы на ЧАЭС

Порядок образования	Основные направления	Лимиты
Формируется в виде субвенций за счет отчислений из республиканского и местных бюджетов, предусматриваемых на эти цели	Научные исследования имеют социальную направленность и ориентированы на научное решение связанных с последствиями катастрофы на Чернобыльской АЭС медицинских проблем, задач в области радиационной защиты населения и адресного применения защитных мер в сельском и лесном хозяйстве, обеспечения производства пищевой и иной продукции, отвечающей нормативам по содержанию радионуклидов, и соответствуют приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг., определенным Указом Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156	Нет

Пр и м е ч а н и е. Составлена по [28].

Т а б л и ц а 5. Важнейшие характеристики местного инновационного фонда

Порядок образования	Основные направления	Лимиты
Формируется за счет отчислений в размере 10 % налога на прибыль, уплаченного в соответствии с законодательством в местные бюджеты на территории соответствующей области и Минска, и иных источников, установленных законодательными актами	Финансирование проектов (работ, мероприятий), развитие материально-технической базы УО «Национальный детский технопарк»; проведение научных и научно-практических конференций, семинаров, симпозиумов, выставок научно-технических достижений; подготовка и издание научно-технической и научно-методической литературы	10 % налога на прибыль, уплаченного в соответствии с законодательством в местные бюджеты на территории соответствующей области и Минска, и иных источников

Пр и м е ч а н и е. Составлена по [5].

совместное участие заинтересованных государственных структур (концерны, министерства, республиканские, областные, региональные) позволяет оперативно создавать инновационные производства в Республике Беларусь.

По результатам анализа применения средств РЦИФ нами выявлены преимущества (наиболее важное – безвозмездность получения значительного объема финансирования) и сдерживающие факторы, в числе которых выделены следующие обязательные условия:

внесение проекта в государственную программу инновационного развития с ее утверждением указом Президента Республики Беларусь;

участие в конкурсе на получение финансирования с выходом на решение комиссии, создаваемой приказом Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, в части оперативности проведения самого заседания

(как правило, раз в год), а кроме того, трудности в планировании источников инвестиций (положительное или отрицательное решение).

Изучение практики использования средств Белорусского инновационного фонда организациями концерна свидетельствует о его важности в качестве стороннего источника финансирования, однако нами выявлен ряд сдерживающих предпосылок к их применению (в сравнении с другими бюджетными источниками):

- возвратность выделения средств;

- платность пользования средствами в размере 0,5 ставки рефинансирования Национального банка Республики Беларусь;

- недостаточно оперативные сроки проведения государственной научно-технической экспертизы, необходимость подготовки заявительных документов для последующего конкурсного отбора.

Анализ использования средств за счет субвенций на финансирование расходов по восстановлению и развитию регионов, пострадавших в результате катастрофы на ЧАЭС, позволил выявить позитивные и негативные результаты. К позитивному следует отнести безвозмездную основу выделения средств, а к сдерживающим – незначительное количество направлений финансирования, а также сложности с получением средств фонда для организаций концерна, поскольку финансируются только те предприятия, которые территориально расположены на площади, пострадавшей от аварии на ЧАЭС.

Анализ показал, что инновационный фонд Могилевского облисполкома стал одним из крупнейших источников КИ организаций концерна, основное преимущество – безвозмездный характер выделения средств. К недостаткам следует отнести сложность получения таких инвестиций предприятиями другой ведомственной подчиненности, поскольку в первоочередном порядке финансируются проекты местных органов власти (в зависимости от их расположения). В свою очередь, проекты иных органов государственного управления или госструктур могут участвовать в конкурсе на получение финансирования только в случае остатка средств. Кроме того, преимущественное значение отдается крупным инфраструктурным проектам, которые будут показывать в дальнейшем значительную положительную динамику по экономической эффективности региона.

Важным источником КИ для организаций концерна «Белгоспищепром» является проведение программ «Народное IPO». Так, удачно реализованное в 2012 и 2013 гг. мероприятие в ОАО «Минский завод игристых вин» позволило создать для населения дополнительный объект вложения денежных средств. Организация по результатам IPO:

- привлекла значительные ресурсы для пополнения собственных оборотных средств;

- погасила кратко- и долгосрочные кредиты;

- приобрела оборудование, запасные части и др.

Таким образом, завод смог практически полностью «очиститься» от долгов, провести модернизацию, получить дополнительный источник поступлений от размещенных на депозите средств при сохранении контрольного пакета акций у государства [29, с. 83]. Вместе с тем важно отметить, что в 2014 г. вторая попытка организации IPO на ОАО «Гомельский жировой комбинат» не имела успеха: было выкуплено около 1 % акций.

Исследование показало, что на эффективность проведения IPO значительно влияет, с одной стороны, сила бренда, с другой – расположение предприятия. Результаты IPO в организациях концерна являются подтверждением этого: шампанское ОАО «Минский завод игристых вин» более известно населению из рекламы, в отличие от подсолнечного масла и мыла производства ОАО «Гомельский жировой комбинат». Тем не менее проведение IPO в первом случае позволило придать новый импульс развитию. Сегодня ОАО «Минский завод игристых вин» – сверхприбыльная организация в составе концерна, а ОАО «Гомельский жировой комбинат» с 2019 г. находится в процедуре санации.

При значимых достоинствах проведения IPO как дополнительного источника пополнения собственных средств нами выделены его следующие существенные недостатки:

длительные по времени процедуры проведения, обусловленные, в частности, обязательными требованиями по согласованию каждого мероприятия с Президентом и Советом Министров Республики Беларусь;

высокие риски отсутствия спроса на акции со стороны населения;

снижение доли государства в ОАО и др.

Наряду с внутренними, организации концерна привлекают внешние источники КИ, в числе которых возвратные займы иностранных учредителей и перераспределение выплат по дивидендам хозяйственных обществ (в том числе иностранным акционерам) на инвестиционное развитие [30, 31]. Так, при реализации концерном «Белгоспищепром» инвестиционного проекта «Строительство дрожжевого завода и подъездной дороги к нему в Слуцком районе Минской области» в 2012–2022 гг. зарубежный инвестор направил по договору займа на строительство и в последующем на поддержание устойчивого развития нового дрожжевого завода 14,9 млн бел. руб.

Основное преимущество указанного источника КИ в том, что он обеспечил реализацию совместного крупного инновационного проекта в пищевой отрасли АПК страны не только за счет привлечения иностранных финансовых ресурсов, но и в первую очередь – зарубежных технологий, в данном случае немецких. К отрицательной стороне иностранных займов следует отнести проблемы с паритетностью финансирования проекта, поскольку, несмотря на договоренности, немецким инвестором был внесен меньший вклад (на 10 %).

Еще одним существенным источником финансирования вложений является часть прибыли инвесторов – акционеров хозяйственных обществ, направляемая на инвестиционное развитие (регулируется [30, 31]).

Так, в СП ОАО «Спартак» и в СОАО «Коммунарка» полученная за год прибыль не распределяется между акционерами, в том числе иностранными, а направляется на цели КИ предприятий. В указанных организациях в связи с наличием привилегированных акций решение о направлении дивидендов на развитие обществ реализуется путем издания распоряжения Главы государства.

За 2012–2022 гг. в СП ОАО «Спартак» и в СОАО «Коммунарка» в качестве источника КИ было использовано 40,9 млн бел. руб. нераспределенной на дивиденды прибыли, в том числе 6,9 млн бел. руб. средств иностранных участников обществ (4,9 и 2,0 млн бел. руб. соответственно).

В качестве одного существенного недостатка данного источника КИ можно назвать отложенный характер противоречий между интересами государства и иностранных акционеров: в соответствии с мировой практикой на данном этапе совершенно справедливо приоритет имеет Республика Беларусь. При этом в долгосрочной перспективе принятые решения позволили не только сохранить важнейшие для страны организации и рабочие места, но и значительно модернизировать структуру их производства и в конечном итоге увеличить общую стоимость капитала зарубежных участников хозяйственных обществ.

Анализ КИ концерна «Белгоспищепром» позволил также выявить инструмент косвенного инвестирования для стимулирования инвестиционной активности предприятий. Так, ряд льгот использован ПТУП «Красный пищевик-Славгород» по результатам реализации ОАО «Красный пищевик» инвестиционного проекта «Организация инновационного производства кондитерских изделий с установкой линии на ПТУП «Красный пищевик-Славгород». Согласно Указу Президента Республики Беларусь «О социально-экономическом развитии юго-восточного региона Могилевской области» [4], доходы физических лиц в виде оплаты труда с 1 июля 2015 г. по 31 декабря 2020 г. на территории юго-восточного региона Могилевской области в течение 7 лет облагаются подоходным налогом по ставке 10 %, а размер обязательных страховых взносов по страхованию случаев достижения пенсионного возраста, инвалидности и потери кормильца (пенсионное страхование) – 24 %. В общей сложности ПТУП «Красный пищевик-Славгород» воспользовался льготным режимом налогообложения на сумму более 100 тыс. бел. руб.

Заключение

1. Белорусский государственный концерн пищевой промышленности «Белгоспищепром» в рамках действующего механизма корпоративного инвестирования использует различные источники финансирования проектов: собственные средства, кредиты банков, средства республиканского, местных и внебюджетных фондов, иностранные инвестиции, а также инструменты косвенного инвестирования.

2. Наиболее значительным и эффективным для концерна «Белгоспищепром» выступает собственный инвестиционный фонд, который с момента создания

(в 2013 г.) и до 2020 г. увеличился более чем в 8 раз. Фонд является достаточно гибким инструментом финансирования, поскольку имеет возможность перевода финансирования проекта с возвратной основы на безвозвратную, а также оперативным в части включения инвестиционных проектов в смету и в их финансировании и «удобным» ввиду значительного количества его направлений.

При этом следует отметить существенный недостаток ИФК, который в значительной степени обесценивает его достоинства, например нереализуемый механизм финансирования прорывных, быстрокупаемых, инновационных проектов с закрепленными критериями эффективности. Руководство организаций, опасаясь ответственности и возврата средств в случае невыполнения установленных критериев, либо их не реализуют, либо финансируют через другие направления. Для разрешения данной ситуации необходим более гибкий механизм оценки эффективности инвестиционных проектов. Для этого нами предлагается нивелировать жесткие параметры, закрепленные в бизнес-планах, посредством применения поправок влияния на достижение показателей эффективности.

Также следует отметить, что двойное подчинение организаций кондитерской отрасли не позволяет проводить единую инвестиционную политику. Исправить ситуацию возможно через решение вопроса концентрации функций управления (например, путем передачи акций в управление одного юридического лица).

3. Среди бюджетных источников финансирования проектов концерна «Белгоспищепром» наиболее привлекательными являются РЦИФ и местный инновационный фонд (Могилевского облисполкома), поскольку денежные средства выделяются на безвозмездной основе и в значительных объемах. Наиболее «дорогостоящим» источником выступил Белорусский инновационный фонд – ввиду возвратности средств, платности за пользование ими, недостаточно оперативных сроков получения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пилипук, А. В. Особенности и преимущества развития корпоративного механизма хозяйствования в АПК Беларуси / А. В. Пилипук, А. В. Герасенко // Вестн. Белорус. гос. ун-та. – 2023. – № 3. – С. 21–33.
2. Пилипук, А. В. Институциональные особенности развития корпоративного инвестирования в Белорусском государственном концерне пищевой промышленности «Белгоспищепром» / А. В. Пилипук, А. В. Герасенко // Вестн. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2022. – Т. 60, № 4. – С. 351–361.
3. Пилипук, А. Теоретические основы корпоративного инвестирования в АПК / А. Пилипук, А. Герасенко // Аграр. экономика. – 2023. – № 7. – С. 3–19.
4. О социально-экономическом развитии юго-восточного региона Могилевской области [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 8 июня 2015 г., № 235 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.
5. О порядке формирования и использования средств инновационных фондов [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 7 авг. 2012 г., № 357 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

6. Об утверждении Положения о порядке и целях использования средств внебюджетных централизованных инвестиционных фондов [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 5 янв. 2013 г., № 9 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

7. Об утверждении положения [Электронный ресурс]: приказ концерна «Белгоспищепром», 5 мая 2021 г., № 67 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

8. Герасенко, А. В. Проблемы функционирования концерна «Белгоспищепром» и принимаемые меры по их преодолению / А. В. Герасенко // Корпоратив. упр. и инновац. развитие экономики Севера. – 2021. – Т. 1, вып. 2. – С. 226–234.

9. О нормативах отчислений [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 7 окт. 2022 г., № 675 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

10. О финансировании научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ в 2023 году [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 17 апр. 2023 г., № 262 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

11. О межведомственной конкурсной комиссии по открытому конкурсному отбору проектов (мероприятий) для финансирования за счет средств республиканского централизованного инновационного фонда [Электронный ресурс]: приказ Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь, 3 февр. 2017 г., № 37 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

12. Об утверждении Методических рекомендаций о порядке расчета и оценке соответствия критериям, установленным Указом Президента Республики Беларусь от 7 августа 2012 г. № 357 [Электронный ресурс]: постановление М-ва экономики Респ. Беларусь, Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь, 23 мая 2012 г., № 12/11 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

13. О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 10 июля 2012 г., № 425-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

14. О совершенствовании деятельности Белорусского инновационного фонда [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 25 марта 2008 г., № 174 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

15. Об утверждении Положения о порядке создания субъектов инновационной инфраструктуры [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 3 янв. 2007 г., № 1 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

16. О некоторых мерах по стимулированию реализации инновационных проектов [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 20 мая 2013 г., № 229 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

17. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: Указ Президента Респ. Беларусь, 7 мая 2020 г., № 156 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

18. Об утверждении Положения о порядке конкурсного отбора и реализации проектов и работ, финансируемых за счет средств республиканского бюджета, в том числе инновационных фондов [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 10 окт. 2006 г., № 1329 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

19. О порядке функционирования единой системы государственной научной и государственной научно-технической экспертиз [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров

Респ. Беларусь, 22 мая 2015 г., № 431 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

20. О некоторых мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 20 мая 2013 г. № 229 [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 4 окт. 2013 г., № 888 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

21. Об утверждении Положения о республиканском конкурсе инновационных проектов [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 26 янв. 2010 г., № 98 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

22. Об утверждении Правил по разработке бизнес-планов инвестиционных проектов [Электронный ресурс]: постановление М-ва экономики Респ. Беларусь, 31 авг. 2005 г., № 158 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

23. О республиканском конкурсе инновационных проектов [Электронный ресурс]: постановление Гос. ком. по науке и технологиям Респ. Беларусь, 13 авг. 2014 г., № 13 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

24. О социальной защите граждан, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, других радиационных аварий [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 6 янв. 2009 г., № 9-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

25. О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 26 мая 2012 г., № 385-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

26. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 7 янв. 2012 г., № 340-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

27. О радиационной безопасности [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 18 июня 2019 г., № 198-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

28. О Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 22 марта 2021 г., № 159 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

29. Герасенко, А. В. Приоритетные направления совершенствования инвестиционной политики концерна «Белгоспищепром» / А. В. Герасенко // Проблемы упр. – 2021. – № 3. – С. 80–85.

30. Гражданский кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 7 дек. 1998 г., № 218-3: принят Палатой представителей 29 окт. 1998 г.: одоб. Советом Респ. 19 нояб. 1998 г.: с изм. и доп. от 18 дек. 2019 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

31. О хозяйственных обществах [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь, 9 дек. 1992 г., № 2020-XII // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

Поступила в редакцию 30.08.2023

Сведения об авторе

Герасенко Александр Владимирович – аспирант

Information about the author

Gerasenko Alexander Vladimirovich – Post-Graduate Student

Фадей СУБОЧ

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: agrecinst@mail.belpak.by*

**Аспекты формирования кластерной инициативы
разного диапазона и плотности
с учетом современных технологий
сбалансированного конверсионно-кластерного взаимодействия
участников аграрной специализации**

Fadej SUBOCH

*Institute of System Researches in the Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: agrecinst@mail.belpak.by*

**Aspects of the formation of cluster initiatives of different dimensions
and densities, taking into account modern technologies
of balanced conversion-cluster interaction
of participants of agricultural specialization**

Введение

Последовательность реформирования агропромышленного комплекса, его эффективность во многом, если не определяющим образом, зависят от учета объективных условий рыночной среды. В свою очередь, решение ряда задач, связанных с ней, требует особого внимания к ее эволюции, особенностям воздействия на отрасли АПК, а также к направлениям по разработке организационно-методического обеспечения создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси.

Необходим новый взгляд на экономические процессы, в которых значительную роль играют вероятностное развитие событий и рисковое принятие решений. Свойствами новой экономики – неустойчивой, конъюнктурной и быстро меняющейся – являются слабая предсказуемость динамики событий, резкое изменение ситуации под влиянием внешних и внутренних факторов,

© Субоч Ф., 2023

недостаточность традиционных знаний для учета и регулирования рисков. Поэтому пришло время учиться жить и действовать в непростых (конъюнктурных) условиях. Теперь их следует воспринимать как обычное, а не сверхординарное явление.

Основная часть

Аграрная экономика Беларуси переживает непростой период адаптации к новым рыночным реалиям. Стала очевидной необходимость сквозного структурного совершенствования АПК, ускорения инновационно-технологических преобразований, повышения устойчивости аграрной экономики, в том числе к внутренним и внешнеэкономическим вызовам.

В этих условиях придание необходимого импульса разработке организационно-методического обеспечения создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси возможны не только на основе нивелирования экономической дифференциации, но и в связи с использованием организационно-экономического и управленческого подходов, базирующихся на преобразовании отечественного АПК в сквозную агропромышленную агломерацию. Методологической основой такого инструментария развития АПК является кооперативно-интеграционный (кластерный) подход, а методической – формирование моделей и организационно-экономических механизмов их реализации.

Предприятия АПК, входящие в интеграционные структуры и взаимодействующие друг с другом, получают возможность, во-первых, более рационально разделять свои функции, специализироваться на конкретных видах деятельности, во-вторых, усиливать свои позиции при конкурентной борьбе и меняющейся рыночной конъюнктуре. При этом, если взаимодействие перерабатывающих предприятий с поставщиками исходной продукции базируется на получении взаимной выгоды и носит устойчивый характер, между ними образуется экономический симбиоз. Такое сотрудничество дает положительный эмерджентный эффект; в связи с этим его величина от совместной деятельности больше, чем сумма экономических эффектов отдельно функционирующих предприятий.

Существует даже аксиома (*эмерджентности*): целое больше суммы его частей, т. е. целое всегда имеет особые свойства, отсутствующие у его частей. При сложении системного целого интеграционная структура подчиняется иным законам формирования и функционирования. Образно говоря, одно растение – еще не поле, как и группа растений. Для поля необходимо сочетание всех его экологических компонентов, составляющих именно его экосистему, образование круговоротов веществ, регуляция потока энергии, в том числе образование биоклимата, и т. д.

При всей очевидности аксиомы эмерджентности ее не всегда осознают в практической деятельности.

Движущим механизмом организационно-методического обеспечения создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси служат преимущества (выгода) при их объединении. *Правило конструктивной эмерджентности гласит:* более надежная система та, которая сложена из менее надежных автономных элементов или из подсистем, не способных к эффективному обособленному существованию.

Для этого случая можно также применять *принцип кооперативности*: саморазвитие любой взаимосвязанной совокупности – это трансформация в новую более устойчивую систему (относительно однородные системные единицы образуют новое качество общего целого). Надо подчеркнуть, что суть организационно-методического обеспечения создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси состоит в том, что в результате образуется интеграционная структура, обладающая эмерджентными свойствами: возникает эффект, обеспечивающий доминирование (превышение) эффекта совместной деятельности объектов над суммой эффектов их автономной работы.

Инструментарий инновационного кластерного подхода дает возможность сбалансировать интересы товаропроизводителей и государства, сгладить негативные проявления рыночной конкуренции и конъюнктуры, диверсифицировать риски социально-экономического развития АПК, наиболее полно использовать потенциал самохозяйствования предприятий и их объединений с мерами централизованного регулирования и экономического обеспечения. В частности, организационно-методического обеспечение создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси включает новейшие технологии:

- точного сельского хозяйства;
- урбанизированного сельского хозяйства;
- природо- и ресурсосберегающего сельского хозяйства;
- информационного АПК;
- производства продуктов питания нового поколения.

Кластерный анализ показал, что в стране появилась когорта лидеров бизнеса, научно-образовательной среды и представителей госструктур, которые не только осознали полезность кластерной модели развития, но и готовы взаимодействовать между собой с целью формирования кластеров агропромышленной специализации. Однако следует признать ограниченность инструментов государственной поддержки инновационно-агропромышленных кластеров и кластерных инициатив в оперативном решении вопросов создания кластеров.

Преимущества кластера заключаются в возможности:

экономии ресурсов за счет проведения совместных мероприятий участников кластера;

координации действий на рынке по согласованным направлениям совместной деятельности;

упрощенного доступа и использования коммерческой информации и делового опыта друг друга;

формулирования и продвижения коллективных интересов участников кластера в отношениях с госорганами и иными участниками рынка.

Формирование кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси имеет особую актуальность для страны. Ответом на вызовы времени стала реализация курса, предусматривающего переход национальной экономики на путь инновационного развития. В качестве одного из его перспективных направлений выступает внедрение в практику хозяйствования кластерного взаимодействия, которое отрывает горизонт возможностей для наращивания динамики развития отраслей и повышения социально-экономического потенциала государства. Следует ожидать, что кластеры возьмут на себя функции саморегулирования экономической активности и самоорганизации бизнеса, выступив своеобразными помощниками и проводниками политики государства в области, например, подготовки и реализации крупных инвестиционных (инновационных) и инфраструктурных проектов, разработки технологических стандартов (регламентов), коммерциализации результатов научно-технической деятельности, созданной за бюджетные средства, продвижения продукции на новые для Республики Беларусь рынки товаров и услуг.

Формирование кластерной инициативы разного диапазона по конверсионно-цифровому развитию становится чрезвычайно актуальным сейчас, на старте цифровой трансформации национальной экономики, когда требуются значительные совместные усилия государства и бизнеса для широкого распространения в практике хозяйствования новых бизнес-моделей и финансовых схем, основанных на использовании информационно-коммуникативных технологий. *Поэтому создание и функционирование научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси является одним из способов консолидации отечественного бизнеса, инструментом идентификации и продвижения экономических интересов.* Взаимодействие в рамках кластерной модели развития будет способствовать выработке навыков командной работы на уровне группы субъектов хозяйствования (отрасли или региона), в отношении формулирования и продвижения своих экономических инициатив и интересов при сотрудничестве с органами исполнительной и законодательной власти. Это поможет бизнесу осознать свои интересы, а государству удобнее взаимодействовать не с отдельными субъектами хозяйствования, а с их группами, оформленными в кластеры, представляющими консолидированные интересы бизнес-сообщества региона либо сектора экономики.

В основу профиля научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси, в зависимости от замысла его инициаторов, могут быть положены три возможные комбинации, а именно: производство, услуги, производство и услуги.

В определяющей степени формирование профиля будущего кластера основывается на ключевых компетенциях, которыми обладают инициатор и другие участники (организационное ядро кластера). Базовые компетенции – совокупность профессионального опыта, знаний, умений, навыков и способностей персонала организации, позволяющих обеспечить производство определенной продукции либо выполнение определенных функций (бизнес-процессов) с лучшим качеством и оперативностью, нежели это делают конкуренты. В сущности, наличие ключевых компетенций, а также кластерной инициативы разного диапазона и плотности кластерного пространства агропромышленной специализации определяет профиль субъекта хозяйствования и предreshает его финансовый успех.

Таким образом, в зависимости от цели формирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси и наличия ключевых компетенций персонала организаций – потенциальных участников кластера определяется профиль кластера, что необходимо для обеспечения высокого уровня конкурентоспособности на рынке. Нужна четкая конкретизация возможностей достижения целей, обозначенных в рамках кластерной инициативы. Кроме того, дополнительно прорабатывается возможность:

- получения государственной поддержки в различных формах и видах;

- привлечения иностранных инвестиций;

- участия в проектах международной технической помощи, зарубежных деловых платформах и сетях трансфера и коммерциализации технологий.

Таким образом, при создании научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси может быть достигнут значительный эмерджентно-синергетический эффект, а сама кластеризация повысит активность бизнес-сообщества в решении значимых социально-экономических задач страны. Вместе с тем в Концепции формирования и развития инновационно-промышленных кластеров в Республике Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 16 января 2014 г. № 27, обозначены те объективные ограничения, обусловленные механизмом хозяйствования и управления, которые сдерживают использование кластерной модели развития в нашей стране. К ним относятся:

- низкий уровень конкурентной среды;

- жесткая иерархичная система хозяйственного управления, преобладание вертикальных связей над горизонтальными;

- наличие значительного государственного сектора экономики, объединяющего преимущественно организации и предприятия, использующие технологии 3-го и 4-го технологических укладов.

В этой связи в качестве основных условий и предпосылок для кластерного развития экономики Республики Беларусь выступают:

- инвестиционно-структурная перестройка, направленная на постепенное замещение традиционных отраслей технологиями 5-го и 6-го технологических укладов;

разграничение функций государственного регулирования и хозяйственного управления.

Данный подход предполагает создание условий для повышения уровня конкурентоспособности национальной экономики посредством кластерной инициативы разного диапазона и плотности кластерного пространства агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси и основывается на принципах:

обеспечения системной интеграции кластерной модели развития в механизм хозяйствования и управления;

содействия в разработке кластерных инициатив и проектов;

государственной поддержки кластерных проектов.

Вовлечение в состав кластера агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси облегчается, если существует крупный проект, носящий, с одной стороны, стратегический характер для дальнейшего функционирования кластера, с другой – предполагающий участие потенциальных предприятий в обеспечении ресурсами данного проекта и в получении выгод от его реализации. При общности деятельности сохраняются юридическая самостоятельность и конкурентные отношения, которые присутствуют между товаропроизводителями, выпускающими одинаковый ассортимент продукции, поставщиками товаров и услуг.

В Национальной академии наук создано 43 новых центра – кластера по приоритетным направлениям. Решение об их создании было принято по результатам совещания Президента Республики Беларусь с ведущими учеными о перспективах развития науки в стране. Новые структуры свяжут фундаментальную науку с инновационной деятельностью. Во главе угла – практическая реализация результатов.

Справочно. В НАН Беларуси создан кластер «Научно-производственная корпорация «Белкосмос». Такое решение было принято 15 ноября 2022 г. на заседании Бюро Президиума НАН Беларуси. Утверждено Положение о кластере «Научно-производственная корпорация «Белкосмос». Руководитель кластера – Председатель Президиума НАН Беларуси академик Владимир Григорьевич Гусаков. В состав кластера входят организации НАН Беларуси: ГНУ «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси», УП «Геоинформационные системы», ГП «НПЦ многофункциональных беспилотных комплексов» НАН Беларуси, а также организации, с которыми НАН Беларуси осуществляет сотрудничество.

Среди задач, которые будет решать научно-производственная корпорация «Белкосмос»: выработка политики и стратегии развития Республики Беларусь в космической сфере деятельности; разработка предложений по формированию программ Союзного государства, СНГ, ЕАЭС, проектов в космической сфере,

а также комплекса мер по их реализации; проведение фундаментальных научных исследований в космической сфере; осуществление научно-исследовательской деятельности в области освоения и использования космического пространства в мирных целях; разработка участниками новой конкурентоспособной аэрокосмической техники.

Следует отметить, что плотность кластерного пространства агропромышленной специализации следует рассматривать не просто как способ активизации предприятий, а как *важнейший элемент общей политики Республики Беларусь, позволяющий консолидировать сильные стороны предприятий, научных учреждений и организаций*, чтобы использовать полученный в результате эмерджентно-синергетический эффект для усиления международных позиций национальных компаний в отраслях, имеющих решающее значение для конкурентоустойчивости экономики страны.

Причем такие «проблеморешающие» системы, как конверсионная привлекательность кластерного взаимодействия, нацеленная на инновационное обеспечение агропромышленной специализации, должны: во-первых, играть роль «центров системного развития», или «центров кристаллизации» новых идей, технологий, человеческого потенциала нового уровня; во-вторых, обеспечивать «проводимость» управленческих решений, ориентированных на стимулирование инновационных направлений стратегического развития экономики. Чтобы понять кластеры в контексте кластерной инициативы разного диапазона и плотности кластерного пространства, необходима новая парадигма, основанная на концепции запуска кластерной модели агропромышленного комплекса в пространстве конверсионной привлекательности кластерного взаимодействия, нацеленной на инновационное обеспечение агропромышленной специализации [1, 2].

Преимущества научно-практических кластеров агропромышленной специализации можно разделить на два уровня. *Первая группа* связана с эффектом интеграции вообще, независимо от формы, в которой она представлена, поскольку в период глобализации осуществлять деятельность в автономной структуре, как правило, менее выгодно, чем в интегрированной. *Вторая группа* преимуществ кластера связана со спецификой предпринимательского объединения: эмерджентно-синергетический эффект объединения хозяйственных структур в кластер как систему заключается в том, что преимущества от объединения достигаются не посредством арифметического сложения ресурсного потенциала его участников, а умножением возможностей всех организаций, входящих в структуру кластера. При анализе научно-практических кластеров агропромышленной специализации важно выяснить условия их возникновения, этапы, современное состояние и перспективы развития [3, 4].

Действующие кластеры

Инновационно-промышленный кластер в области аграрных биотехнологий и зеленой экономики (Брестская область, Пинск и Пинский район). Базовые организации: ООО «Технопарк «Полесье» и УО «Полесский государственный университет»; участники: порядка 37 предприятий Пинского района и Пинска.

Фармацевтический кластер (Витебск). Базовая организация: Союз юридических лиц «Медицина и Фармацевтика – инновационные проекты»; участники: УО «Витебский государственный медицинский университет», УО «Витебский государственный университет имени П. М. Машерова».

Полоцкий композитный кластер. Базовая организация: ОАО «Полоцк-Стекловолокно».

Кластер высоких технологий в области сложной медицинской техники (Минск).

Кластер приборостроения и робототехники (Минск).

IT-кластер (информационные технологии) (Минск). Участниками кластера являются 48 организаций различных форм собственности.

Формирующиеся кластеры

Проект «Кластерная инновационная инициатива по внедрению технологий умного производства на предприятиях перерабатывающей промышленности, сельского хозяйства и других предприятиях с крупносерийным производством» (промышленность, сельское хозяйство, информационные технологии) (Брест). Базовая организация: ЗАО «Брестский научно-технологический парк» («БНТП»).

Мебельный кластер (деревообработка и мебельная промышленность) (Гродненская область, Сморгонский район).

Образовательный кластер (Могилев).

Агротехнологический кластер. Базовая организация: ООО «Технопарк «Горки»; участники: УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Автомобильный кластер (автомобилестроение): Китайско-Белорусский индустриальный парк «Великий камень» (Смолевичский район). Базовая организация: ООО «Чэнду Синьдзу Шелковый Путь Развитие».

Потенциальные кластеры

Мебельный кластер (Брестская область, Ивацевичский район). Базовая организация: ОАО «Ивацевичдрев».

Каменеперерабатывающий кластер (Брестская область, Микашевичи, Лунинецкий район). Базовая организация: РУПП «Гранит».

Швейный кластер (Брест). Базовая организация: ОАО «Швейная фабрика «Надзея».

Кластер в сфере машиностроения (Брест). Базовая организация: УО «Брестский государственный технический университет».

Кластер по выращиванию и переработке льна «Витебская область» (Орша). Базовая организация: РУПТП «Оршанский льнокомбинат».

Деревообрабатывающий кластер (Витебск). Участники: предприятия – резиденты СЭЗ «Витебск».

Машиностроительный кластер (Гомель). Базовая организация: ОАО «Гомсельмаш»; участники: УО «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого».

Химический кластер (Гродно). Базовая организация: ОАО «Гродно Азот».

Кластер в сфере деревообработки (Гродно, Слонимский район). Базовая организация: ОАО «Слониммебель».

Энергетический кластер (Гродненская область, Островецкий район). Базовая организация: Белорусская АЭС.

Кластер в сфере туризма и оздоровления (Гродненская область, Волковысский, Свислочский и Зельвенский районы). На базе агроусадьб.

Кластер по производству мото- и велотехники и смежных производств на базе ООО «Минский городской технопарк» (Минск). Базовая организация: ООО «МотоВелоЗавод».

Горно-химический кластер (Минская область, Солигорский район). Базовая организация: ОАО «Беларуськалий». Строительный кластер (Могилевская область, Кричевский район). Базовая организация: ОАО «Кричевцементношифер».

Исходя из целей кластерных инициатив функционирование научно-практических кластеров агропромышленной специализации возможно с применением инструментов (см. таблицу), направленных на формирование конкурентных преимуществ региональных экономических кластеров [5].

Содержание организационно-методического обеспечения создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации

Цель	Задача	Мероприятия, реализуемые государством
Консолидация участников кластерных инициатив	Анализ возможностей создания кластерных образований	Оценка критериев формирования кластерной инициативы разного диапазона и плотности кластерного пространства агропромышленной специализации, а также привлекательности конверсионно-кластерного взаимодействия, нацеленного на инновационное обеспечение агропромышленной специализации
	Формирование кластерных инициатив	Формирование рабочей группы с целью выявления «узких мест», проблем и выработки коллективного видения их решения; концентрация усилий на поддержке стратегически важных критериев создания привлекательности конверсионно-кластерного взаимодействия; институционализация кластерных инициатив

Продолжение таблицы

Цель	Задача	Мероприятия, реализуемые государством
	Определение схем взаимодействия хозяйствующих субъектов кластеров	Анализ контрактных и неконтрактных отношений между хозяйствующими субъектами; распространение информации по ключевым позициям формирования кластеров и повышение уровня конверсионно-кластерного взаимодействия, нацеленного на инновационное обеспечение агропромышленной специализации
	Установление взаимодействия между субъектами кластера	Посредничество государства в налаживании системы связей и обмена знаниями; развитие контрактных механизмов
Поддержка кластерных образований в развитии конкурентных преимуществ	Формирование нормативно-правового обеспечения	Разработка необходимых критериев формирования привлекательности конверсионно-кластерного взаимодействия, нацеленного на инновационное обеспечение агропромышленной специализации, дорожных карт реализации проекта; разграничение полномочий и зон ответственности
	Развитие механизмов финансовой и информационной поддержки	Реализация мер налогового стимулирования, финансовой поддержки по регистрации фирм, технологическому сопровождению, кадровой политике; льготное кредитование; формирование привлекательности конверсионно-кластерного взаимодействия, нацеленного на инновационное обеспечение агропромышленной специализации
	Развитие социальной, транспортной инфраструктуры	Инвестирование в развитие инфраструктуры конверсионно-кластерного взаимодействия
	Повышение эффективности систем высшего и профессионального образования	Создание специализированных программ конверсионно-кластерного взаимодействия, наставничества на предприятиях кластера
Устойчивое развитие и выход на международный рынок	Обеспечение возможностей выхода на внешний рынок	Оценка критериев формирования кластерной инициативы разного диапазона и плотности кластерного пространства агропромышленной специализации по международным стандартам; участие в международных выставках
	Содействие развитию инновационной инфраструктуры	Содействие разработке программ долгосрочных партнерских исследований; подготовка и внедрение проектов конверсионно-кластерного взаимодействия, нацеленного на инновационное обеспечение агропромышленной специализации, финансирования и реализации НИОКР

Цель	Задача	Мероприятия, реализуемые государством
	Продвижение регионального бренда	Проведение маркетинговых мероприятий, нацеленных на инновационное обеспечение агропромышленной специализации
	Обеспечение точек роста кластерных образований	Мониторинг и прогнозирование привлекательности конверсионно-кластерного взаимодействия, нацеленного на формирование кластерной инициативы разного диапазона и плотности кластерного пространства агропромышленной специализации

Конверсионная привлекательность кластерного взаимодействия, нацеленная на инновационное обеспечение агропромышленной специализации, обеспечивает доступ к новым технологиям, используемым на различных направлениях хозяйственной деятельности; в инновационный процесс включаются организации других видов деятельности; структуры в кластере находятся под интенсивным конкурентным давлением, которое усугубляется сравнением хозяйственной деятельности аналогичных компаний.

В основе критериев создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси, а также привлекательности конверсионно-кластерного взаимодействия лежит обмен информацией о потребностях и технологиях между предприятиями смежных отраслей, покупателями и поставщиками. Ключевым моментом является сам рыночный механизм взаимовыгодного сотрудничества между предприятиями, расположенными на одной территории.

В этой связи позитивной стороной организационно-методического обеспечения создания и функционирования научно-практических кластеров выступает не только снижение транзакционных издержек, но и рост эффективности специализации комбинированного (в рамках кластера) производства за счет концентрации ресурсов, производства, потребителей и поставщиков в одном пространстве. Это актуализирует проблему использования конверсионно-кластерных подходов в управлении процессами формирования и развития агропродовольственных систем, обуславливает потребность в научном обосновании алгоритмов создания уровней интеграции с учетом отраслевых и региональных особенностей территорий, а также анализа факторов внешней и внутренней среды. Конверсионная привлекательность кластерного взаимодействия, нацеленная на инновационное обеспечение агропромышленной специализации, способствует созданию продукции с высокой добавленной стоимостью, пользующейся спросом потребителей [6, 7].

Таким образом, организационно-методическое обеспечение создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации отвечает следующим условиям:

- 1) эта структура может выступать в качестве единого субъекта;
- 2) его участниками являются хозяйственные общества – самостоятельные субъекты гражданско-правовых отношений;
- 3) одно из хозяйственных обществ (ядро кластера) определяет решения, принимаемые другими обществами – участниками этого же кластера;
- 4) внутри кластера проводится единая стратегия (инвестиционная, технологическая, производственно-хозяйственная, финансовая).

Кроме того, специфика функционирования инновационных кластеров агропромышленной специализации позволяет *создавать новые технологии, проводить глубинную технологическую модернизацию и обеспечивать инновационное развитие АПК на основе собственных или заимствуемых технологий, а также готовить кадры для работы в условиях новой технологической формации.*

Важно подчеркнуть, что возможность сохранения национальных позиций в разных отраслях внутри кластеров будет различна. Те отрасли и сегменты, в которых из-за меньшей сложности технологий и недостаточной дифференцированности продукции ресурсы используются менее продуктивно, могут потерять конкурентное преимущество.

При этом ключевыми могут быть одновременно несколько компонентов, каждый из которых измеряет аспект конкурентоспособности. Первое слагаемое может быть представлено *институтами*. Такая среда определяется правовой и административной системами, в рамках которых предприятия и органы власти взаимодействуют с целью создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации. Второе слагаемое связано с *инфраструктурой*, без которой кластеры не могут эффективно функционировать. Это важный фактор при выборе места размещения экономической деятельности, а также ее видов или направлений. Высокоразвитая инфраструктура стимулирует экономический рост. Третье слагаемое – *макроэкономическая среда*. Хотя сама по себе макроэкономическая стабильность не может увеличить производительность интеграционной структуры, однако макроэкономический дисбаланс наносит ей вред. Предприятия не могут эффективно работать при высокой инфляции, а экономика не будет развиваться устойчиво, пока не обеспечена стабильная макроэкономическая среда [8, 9].

Более того, стабильная макроэкономическая среда закономерно способствует формированию нового направления – пространственной агроэкономики, приоритетным объектом исследований которой выступает организационно-методическое обеспечение создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации. Однако управление пространственным развитием на мезоуровне пока не оформилось в технологию образования инновационных кластеров. На основе совмещения и взаимного обогащения перспективных исследовательских программ теории устойчивого конверсионно-кластерного развития и теории пространственной экономики становится возможной разработка концептуальных и методических основ создания привлека-

тельности конверсионно-кластерного взаимодействия. В качестве его необходимых критериев выступают следующие характеристики, рассматриваемые в совокупности: наличие предприятий, принадлежащих отраслям (подотраслям), образующим единую цепочку создания ценности, и конкуренции предприятий в отраслях специализации кластера (т. е. не менее двух однородных предприятий в ядре кластера).

На основе исследований по организационно-методическому обеспечению создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации предложена методика оценки их инновационного потенциала. В качестве индикатора формирования новых технологий в АПК предлагается использовать статистические сведения о поданных заявках на получение патентов и количество опубликованных работ по данной тематике. Патентная статистика представляет собой достоверную и наиболее полную информацию, необходимую и достаточную для анализа научно-технологического и инновационного развития предприятий, поскольку получение патента логично предполагает коммерциализацию данного новшества.

В результате внедрения кластерных технологий возникает эмерджентно-синергетический эффект, который следует рассматривать в виде следующих составляющих:

операционный эффект – экономия на масштабах производства, комбинирование взаимодополняющих ресурсов;

финансовый эффект – мобилизация и использование избыточных финансовых ресурсов;

инвестиционный эффект – сокращение сроков освоения инвестиций;

инновационный эффект – увеличение доли инновационной продукции, совместное проведение НИОКР и др.;

информационный эффект – эффективное использование средств коммуникации и информационной базы;

интеллектуальный эффект – в результате совместного использования интеллектуальных ресурсов в научно-практических кластерах агропромышленной специализации [10–12].

В условиях функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси уже на первом этапе развития кластеров в отечественном АПК к их работе необходимо привлекать не только научные и образовательные организации, но и представителей бизнеса, а также потенциальных потребителей инновационной продукции. Это будет способствовать развитию государственно-частного партнерства в инновационной сфере, координации усилий хозяйствующих субъектов АПК по внедрению современных технологий и построению единого конверсионно-кластерного пространства. Однако создание кластеров в сфере агропромышленного производства требует значительных средств, направленных на локализацию и концентрацию ресурсов, капитала, привлечение других участников. Исследо-

вания показывают, что все институты развития в аграрной сфере должны согласовывать интересы участников внутри кластера и с внешней средой на основе использования эффективных форм и методов взаимодействия бизнеса и территориальных органов государственного и хозяйственного управления в рамках кластера и за его пределами.

Не умаляя значимости кластера как структуры, объединяющей поставщиков ресурсов, производителей и потребителей продуктов, а также элементов агропромышленной инфраструктуры, взаимосвязанных в процессе создания добавленной стоимости, все же считаем, что *главную роль в эффективном функционировании кластеров имеет совокупность центров конверсионно-кластерного развития*. Их ключевая задача состоит в определении параметров динамики кластера и поддержании достаточных финансовых результатов всех хозяйствующих субъектов. Исследования подтверждают, что первейшим фактором устойчивого развития отечественного АПК в современных условиях, способным последовательно реализовать также все другие, является создание межотраслевых кластерных структур. В такие кластеры должны включаться практически все звенья хозяйствования как в сфере непосредственно сельского хозяйства, так и переработки продукции, снабжения ресурсами и сбыта конечного продовольствия на внутреннем и внешнем рынках [13–15].

Причем во главе поддержки кластерных структур со стороны государства может стоять конверсионно-кластерный проект, направленный на внедрение высоких технологий в сфере производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Важно создание центра конверсионно-кластерного развития. Учредителями такой структуры могут выступить облисполкомы, которые за счет административного ресурса способны поддерживать и развивать необходимую инфраструктуру, участвовать в модернизации предприятий, содействовать повышению уровня кадрового потенциала.

Разработка комплекса мер и предложений по повышению эффективности организации кластеров аграрной специализации НАН Беларуси в условиях инновационной трансформации АПК – закономерный результат развития производительных сил и научно-технического прогресса. Вместе с тем привлекательность конверсионно-кластерного взаимодействия не только служит средством достижения целей агропромышленной стратегии, но и является мощным инструментом для стимулирования аграрной специализации, которая в конечном итоге может состоять в повышении устойчивости и конкурентоспособности кластерных структур.

Таким образом, организационно-методическое обеспечение создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации на базе организаций НАН Беларуси следует рассматривать как структуру, состоящую из взаимосвязанных, юридически независимых предприятий и поддерживающих институтов, имеющих технологические или иные взаимосвязи и ориентированных на общий рынок ресурсов или потребителей. Конверсионно-

кластерное пространство определяется многообразием участников и их территориальным размещением, типами взаимодействий внутри кластера, а также влиянием внешней среды. Процедура формирования данного пространства состоит из следующих этапов:

- создание принципиальной модели кластера;
- разработка алгоритма создания кластера;
- формирование организационной структуры; определение последовательности их реализации [16–20].

Следует также отметить, что научно-практические кластеры агропромышленной специализации представляют собой системный объект, характеризующийся определенным набором признаков, свойств, функций. В этой связи при разработке комплекса мер и предложений по повышению эффективности организации кластеров аграрной специализации НАН Беларуси можно выделить основополагающий конверсионно-кластерный принцип, согласно которому должны проводиться институциональные преобразования в развитии инновационной инфраструктуры.

Принцип поэтапности конверсионно-кластерного взаимодействия предполагает, что в процессе преобразований институты, созданные впервые или заимствованные, требуют согласования с существующими институтами. При этом реформы должны проводиться постепенно, с учетом анализа практики в других странах.

Принцип инновационности конверсионно-кластерных преобразований предполагает не только управление институциональными инновациями, но и их регулирование и поддержку на национальном, региональном и местном уровнях. Следовательно, для более эффективного функционирования кластера считаем необходимым более четко определить цели функционирования, его участников и координационный центр.

Изучение сущности организационно-методического обеспечения создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации представляет научный интерес как достаточно новый подход к структурированию агропродовольственной системы Беларуси в условиях инновационной трансформации АПК.

Заключение

1. На основе исследований по организационно-методическому обеспечению создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации предложен конверсионно-кластерный подход, который позволит в будущем объединить все индустрии и отрасли АПК и построить единое цифровое агропространство, что, в свою очередь, приведет к повышению прозрачности, управляемости и гибкости экономики агропромышленного комплекса. Можно констатировать, что предлагаемое конверсионно-кластерное направление взаимодействий ориентируется на создание для предприятий не только цепочки высокой добавленной стоимости, но и сети ценностей через плат-

формы их реализации по основным векторам практической значимости. Это может стать важным фактором, который позволит максимально использовать ресурсный потенциал предприятий Национальной академии наук Беларуси.

2. В качестве необходимых критериев формирования привлекательности конверсионно-кластерного взаимодействия, нацеленного на инновационное обеспечение агропромышленной специализации, выступают следующие характеристики, рассматриваемые в совокупности, это наличие: предприятий, принадлежащих отраслям (подотраслям), образующим единую цепочку создания ценности; конкуренции предприятий в отраслях специализации кластера (т. е. не менее двух однородных предприятий в ядре кластера).

3. Позитивной стороной организационно-методического обеспечения создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации является не только снижение транзакционных издержек, но и рост концентрации ресурсов в одном пространстве. Это актуализирует проблему использования *конверсионно-кластерных подходов* в управлении процессами формирования и развития агропродовольственных систем, обуславливает потребность в научном обосновании алгоритмов создания уровней интеграции с учетом отраслевых и региональных особенностей развития территорий, а также анализа факторов внешней и внутренней среды. Конверсионная привлекательность кластерного взаимодействия, нацеленная на инновационное обеспечение агропромышленной специализации, способствует выпуску продукции с высокой добавленной стоимостью.

4. Создание и функционирование научно-практических кластеров агропромышленной специализации отвечает следующим условиям: 1) эта структура может выступать в качестве единого субъекта; 2) его участниками являются хозяйственные общества – самостоятельные субъекты гражданско-правовых отношений; 3) одно из хозяйственных обществ (ядро кластера) определяет решения, принимаемые другими обществами – участниками этого же кластера; 4) внутри кластера проводится единая стратегия (инвестиционная, технологическая, производственно-хозяйственная, финансовая).

5. Функционирование научно-практических кластеров агропромышленной специализации будет результативным при одновременной реализации следующих условий:

при институциональном направлении интеграции, когда создаются совместные органы управления на государственном уровне, обладающие правом принимать обязательные решения;

наращивании хозяйственных связей на первичном уровне между субъектами рыночной экономики (предприятия, интеграционные формирования);

соблюдении принципов гибкой интеграции, когда каждый участник является одновременно и донором, и получателем выгод;

решении задач и проблем, требующих совместных усилий государственных структур и организаций-участниц.

6. Конверсионная привлекательность кластерного взаимодействия, нацеленная на инновационное обеспечение агропромышленной специализации, становится важнейшим фактором формирования инновационных кластеров. Инновационная стратегия должна способствовать внедрению процессных технологий в целях снижения затрат. Приходит новая эпоха нестандартизированного, наукоемкого производства, в котором не масштабы производства и сбыта, а способность к постоянному обновлению продукции за счет применения конверсионно-кластерных технологий – создания и продвижения на рынок принципиально новых товаров – имеет решающее значение в усилении конкурентных позиций АПК на мировом рынке. Очевидно, что чем крупнее фирма, чем больше у нее ресурсов, тем больше сфера ее влияния, в том числе на внешнее окружение.

7. Формирование кластерной инициативы разного диапазона по конверсионно-цифровому развитию отвечает критериям новизны и является важным элементом технологической независимости страны, устойчивости и конкурентоспособности отечественного производства. Поэтому в ближайшее время необходимо провести исследования по созданию межотраслевого Центра конверсионно-кластерного развития инновационных технологий Союзного государства с учетом диверсификации *сквозных кластерных инноваций по критически важным отраслям*.

8. В условиях конверсионной экономики структура «неразбавленных инвестиций» должна измениться таким образом, чтобы в ней повышалась доля тех отраслей и кластеров, в которых имеется более высокая ресурсная отдача. Это обеспечит получение эмерджентно-синергетических эффектов, предопределяющих формирование межотраслевого Центра конверсионно-кластерного развития инновационных технологий Союзного государства.

Можно выделить три главных преимущества конверсионно-кластерного взаимодействия. Во-первых, критическая масса предприятий в кластере становится «магнитом» для дальнейшего привлечения отечественного и зарубежного капитала. Крупные, в том числе международные, компании предпочитают инвестировать в те регионы, где уже имеются кластеры или хотя бы есть предпосылки для их формирования. Во-вторых, инвестирование в кластеры исключает реализацию проектов конъюнктурного характера и таким образом минимизирует риск последующих дезинвестиций. В-третьих, сотрудничество в кластере и наличие общих инициатив аккумулируют частные инвестиции и дают возможность реализации крупных проектов.

9. Раскрыта сущность конверсионно-кластерного взаимодействия как динамичного процесса обмена ресурсами и результатами инновационной деятельности путем согласования интересов на основе формирования гибких и эффективных связей, обусловленных особенностями данного сотрудничества для освоения конкурентоспособной высокотехнологичной продукции; создания высокотехнологичных предприятий; заключения лицензионных соглашений; отбора и оценки

разработок, обладающих коммерческим потенциалом; патентных исследований и правовой помощи; охраны объектов интеллектуальной собственности. При адаптации инновационных процессов к уровню развития конверсионно-технологического суверенитета Союзного государства считаем целесообразным для управления инновационной деятельностью выделить следующие стадии: концептуализация, исследование, инновационное инвестирование, производство, реализация, коммерциализация.

10. По нашему мнению, под инновациями на уровне конверсионно-технологического суверенитета Союзного государства необходимо понимать экономически обоснованное воспроизводство новой техники, технологии, научной организации труда, системы менеджмента и маркетинга, направленное на активизацию процессов кластерного взаимодействия, которое отрывает горизонт возможностей для наращивания динамики развития отраслей и повышения социально-экономического потенциала государства. В свою очередь, инновационная инфраструктура в наибольшей степени отражает воспроизводственные процессы, включающие локальные производства, формирование конкурентоспособных бизнес-структур при их эффективной конверсионной интеграции.

11. Ключевыми факторами могут быть одновременно несколько компонентов, каждый из которых измеряет аспект конкурентоспособности. Первое слагаемое может быть представлено *институтами*. Такая среда определяется правовой и административной системами, в рамках которых предприятия и органы власти взаимодействуют с целью создания и функционирования научно-практических кластеров агропромышленной специализации. Второе слагаемое связано с *инфраструктурой*. Это важный фактор при выборе места размещения экономической деятельности, а также ее отдельных видов или направлений. Высокоразвитая инфраструктура стимулирует экономический рост. Третье слагаемое – *макроэкономическая среда*. Предприятия не могут эффективно работать при высокой инфляции, а экономика не будет развиваться устойчиво, пока не обеспечена стабильная макроэкономическая среда.

12. Для условий Беларуси важно создание национального центра кластерного развития АПК по конверсионно-цифровому принципу, что потребует организационно-экономического переустройства отечественного агропромышленного комплекса. Это возможно осуществить в два этапа: создание региональных кластеров (например, в каждой области) на базе инновационно-кластерных центров развития (своеобразных «точек роста» отраслей и видов деятельности) и объединение региональных кластеров в национальный центр кластерного развития, который может быть сформирован либо по продуктовому признаку, либо по многоотраслевым.

13. В практической деятельности в Республике Беларусь сложились различные формы кооперационно-интеграционного взаимодействия в АПК. Сюда можно отнести кооперативы, хозяйственные общества (АО, ООО, ОДО), концерны,

агрокомбинаты, холдинги, ассоциации, союзы, кластеры. Все они обладают достоинствами и недостатками. Тем не менее особое внимание стоит уделить развитию кластерных структур. В настоящее время, как показывает мировой опыт, они достаточно эффективны при решении крупных народнохозяйственных задач.

14. Целевая концепция создания и функционирования кластерных формирований не только целесообразна, но и неизбежна. В этой связи важно акцентировать внимание на гравитационном подходе, который выступает инструментом при формировании кластерного институционального пространства. Как известно, гравитационная модель основана на предположении, что объем двусторонних торговых потоков прямо пропорционален размеру экономик (их «массам») и обратно пропорционален расстоянию между ними. В данном случае изменение плотности экономических отношений через фреймы межотраслевой транспозиционной структуризации становится одной из важных задач исследования. Инновационный процесс формирования и функционирования региональных продуктовых (кластерных) объединений в АПК можно представить с точки зрения конкурентоустойчивости, отражающей линейную последовательность таких этапов, как структурообразующее взаимодействие, технологическое предвидение, генерация идеи, проверка технологической осуществимости и анализа потребности рынка, комплексные испытания, организация широкомасштабного производства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гусаков, Е. В. Теория и методология создания и обеспечения эффективного функционирования кластерных структур в АПК / Е. В. Гусаков; НАН Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2020. – 381 с.
2. Гусаков, В. Г. Конкурентоустойчивое развитие производства продуктов здорового питания в предприятиях пищевой промышленности Беларуси / В. Г. Гусаков, А. В. Пилипук // НАН Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси. – Минск: Беларус. навука, 2018. – 367 с.
3. Гусаков, Е. В. Научные основы и организационно-экономический механизм эффективного функционирования кооперативно-интеграционных объединений в АПК / Е. В. Гусаков. – Минск: Беларус. навука, 2015. – 206 с.
4. Пилипук, А. Концептуальные основы развития кластерного институционального пространства продовольственной системы Евразийского экономического союза / А. Пилипук, Е. Гусаков, Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2016. – № 7. – С. 2–8.
5. Пилипук, А. Формирование институциональных кластерных платформ продовольственной системы ЕАЭС / А. Пилипук, Е. Гусаков, Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2017. – № 2. – С. 8–16.
6. Пилипук, А. Научные подходы по формированию кластерообразующей платформы продовольственной системы / А. Пилипук, Е. Гусаков, Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2017. – № 8. – С. 2–10.
7. Субоч, Ф. Перспективы формирования Центра кластерного развития инновационных технологий в АПК «Здоровое питание» в ареале доктрины импортозамещения Союзного государства и ЕАЭС на платформе Китайско-Белорусского индустриального парка «Великий камень» / Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2023. – № 2. – С. 18–37.

8. Пилипук, А. В. Конкурентоспособность предприятий пищевой промышленности Беларуси в условиях построения Евразийского экономического союза / А. В. Пилипук; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2018. – 237 с.
9. Субоч, Ф. И. Инновационная система национальной продовольственной конкурентоспособности: состояние и перспективы развития / Ф. И. Субоч; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2013. – 291 с.
10. Ловкис, З. В. Научные основы технологической интеграции предприятий пищевой промышленности агропромышленного комплекса / З. В. Ловкис, Ф. И. Субоч, Е. З. Ловкис. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 384 с.
11. Ловкис, З. В. Инновационная система национальной продовольственной конкурентоспособности: теория, методология и практика / З. В. Ловкис, Ф. И. Субоч, Е. З. Ловкис. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 384 с.
12. Грибанов, Ю. И. Внедрение принципов цифровой экономики с целью оптимизации и повышения эффективности системы управления в сфере ИТ / Ю. И. Грибанов // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 9 (ч. 3). – С. 171–174.
13. Субоч, Ф. Новейшие вариативные тренды конкурентоустойчивого сбалансированного развития Белорусской национальной продовольственной корпорации «Здоровое питание» в пространственно-временном диапазоне ИТ-кластер – АПК / Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2021. – № 7. – С. 3–59.
14. Субоч, Ф. Классификационные признаки кластеризации цепочки добавленных ценностей в агропромышленном комплексе на основе формирования межотраслевой корпорации инновационно-промышленных кластеров со статусами «де-юре» и «де-факто» / Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2022. – № 2. – С. 3–51.
15. Субоч, Ф. Научные основы формирования Центра кластерного развития продовольственной гиперкорпорации на платформе Китайско-Белорусского индустриального парка «Великий Камень» в аспекте комплекса мер по внедрению кластерной модели экономики Республики Беларусь / Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2022. – № 3. – С. 27–73.
16. Субоч, Ф. Кластеризация цепочки добавленных ценностей через ИТ-кластер – РИТТВирс-алгоритм как особого финансового института добавленной стоимости Центра кластерного развития продовольственной гиперкорпорации на платформе Китайско-Белорусского индустриального парка «Великий камень» / Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2022. – № 5. – С. 14–52.
17. Субоч, Ф. Формирование диверсифицированной кластерной модели межотраслевого развития АПК Союзного государства на инвестиционной платформе Союзпродкомплеса «Здоровое питание» в ареале доктрины импортозамещения: факторы, особенности, механизмы реализации, перспективы / Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2022. – № 9. – С. 3–32.
18. Субоч, Ф. Формирование межотраслевого Центра кластерного развития на примере сахаропродуктового подкомплекса Союзного государства в ареале доктрины импортозамещения: факторы, закономерности, механизмы реализации, перспективы / Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2022. – № 11. – С. 13–38.
19. Субоч, Ф. Транспозиционное взаимодействие предприятий на основе конверсионных кластерообразующих смарт-платформ / Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2020. – № 1. – С. 11–31.
20. Субоч, Ф. Устойчивое сбалансированное развитие продуктовых структур в институциональном пространстве продовольственной системы Евразийского экономического союза / Ф. Субоч // Аграр. экономика. – 2015. – № 7. – С. 14–27.

Сведения об авторе

Субоч Фадей Иванович – ведущий научный сотрудник сектора кооперации, кандидат технических наук

Information about the author

Suboch Fadej Ivanovich – Leading Researcher of the Cooperation Sector, Candidate of Technical Sciences



Елена ГРУЗИНСКАЯ

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: gruzinskayaelena@mail.ru*

УДК 338.434

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2023-10-56-64>

Использование принципов и инструментов кластерообразования в целях повышения эффективности кредитования субъектов АПК

Проанализированы концепции применения кластерного подхода. Выделены критерии, обобщающие содержание рассмотренных концепций, и типы отношений в кластере, влияющие на кредитоспособность его участников. На основе этих критериев сгруппированы преимущества кластерообразования, которые следует учитывать при кредитовании, что позволило определить сферы практического применения кластерного подхода. Для повышения эффективности цепочки создания добавленной стоимости агропродовольственной продукции раскрыты инструменты кластерообразования, применяемые в европейской практике. На основе систематизации преимуществ кластерного подхода и европейского опыта предложены приемлемые в условиях Республики Беларусь инструменты кластерообразования, благоприятно влияющие на результат кредитования.

Ключевые слова: кластеры в АПК, преимущества кластерообразования, инструменты кластерообразования, кредитование, кластерный подход.

Yelena GRUZINSKAYA

*Institute of System Researches in the Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: gruzinskayaelena@mail.ru*

The use of cluster formation principles and tools to improve the efficiency of lending to agroindustrial complex entities

The analysis of the concepts of application of the cluster approach has been carried out. Criteria are identified that summarize the content of the considered concepts and the types of relationships in the cluster that affect the creditworthiness of its participants. Based on the selected criteria, the

© Грузинская Е., 2023

advantages of clustering are grouped, which should be taken into account when lending. The grouping of these advantages made it possible to identify areas of practical application of the cluster approach. To improve the efficiency of the value chain of agro-food products, the clustering tools used in European practice are disclosed. Based on the systematization of the advantages of applying the cluster approach and the European experience, clustering tools that are acceptable in the conditions of the Republic of Belarus and favorably affect the result of lending are proposed.

Keywords: clusters in the agroindustrial complex, advantages of cluster formation, cluster formation tools, lending, cluster approach.

Введение

На основании исследования теоретических и методологических аспектов эффективного функционирования интеграционных и кооперационных структур в агропромышленном комплексе установлено, что в современной экономике широко применяется кластерный подход, который может быть использован для повышения эффективности кредитования.

Это потребовало обоснования преимуществ кластерного подхода для повышения эффективности цепочек создания добавленной стоимости агропродовольственной продукции, определяющих результат от их кредитования.

Раскрытие такой возможности обусловило изучение стратегического партнерства субъектов хозяйствования, а также инструментов усиления инновационного потенциала и оптимизации бизнес-процессов в условиях Республики Беларусь.

Материалы и методы

Анализ экономической литературы по выбранной теме, а также данных, находящихся в открытом доступе, проведен посредством методов: монографического анализа, синтеза, сравнения и абстрактно-логического.

Основная часть

В исследовании проанализированы концепции применения кластерного подхода и формы межрегиональной экономической интеграции: кластеры и межрегиональные ассоциации, реализация совместных крупномасштабных инвестиционных проектов, заключение договоров о торгово-экономическом сотрудничестве, межрегиональные деловые связи и производственная кооперация [1–9]. Это позволило сгруппировать преимущества кластерообразования по следующим критериям, обобщающим содержание рассмотренных концепций, и влияющие на кредитоспособность участников кластера типы отношений в нем:

кластерная экосистема: системный подход, стратегическая направленность и более эффективная работа с группами мелких и средних предприятий, сквозные технологии, инновации в сфере услуг и экоинновационные решения;

глобальные цепочки создания добавленной стоимости: увеличение масштаба и международной консолидации рынка, усиление роли глобальных корпораций и цифровых платформенных каналов сбыта;

географический: ориентация на развитие межфирменной конкуренции, кооперационного сотрудничества, ускоренная передача и внедрение инноваций, наличие специализированных ресурсов (высококвалифицированные кадры, техника, информация, юридические компетенции);

агропромышленные парки и зоны: создание общей инфраструктуры и достижение конкурентных преимуществ кластеризации;

экспортные консорциумы: эффективное управление цепочкой создания добавленной стоимости экспортно ориентированной продукции;

субнациональная инновационная система: использование преимуществ совместного размещения, ускоренное распространение инноваций и экономия за счет эффекта масштаба;

инновационный кластер: инновационная среда, способствующая новым сочетаниям компетенций, эффективная конкурентная среда и стимулирование конкуренции, раннее определение рыночных технологических трендов, модернизированные механизмы финансирования, распределение предпринимательских рисков.

Группировка указанных преимуществ позволила выделить сферы практического применения кластерного подхода, обеспечивающие повышение результативности цепочки создания добавленной стоимости агропродовольственной продукции и эффекта от кредитования (см. таблицу).

При реализации преимуществ кластерообразования в европейской практике уже нашли применение следующие инструменты [5, 7, 9]:

кластерные инициативы. Инструмент направлен на межрегиональные и межотраслевые инновации (например, Horizon 2020), а также на создание новых производственно-сбытовых цепочек, которые требуют сотрудничества и интеграции от участников из разных секторов, что способствует интеллектуальной специализации компетенций. При этом многие проекты ЕС ориентированы на объединение малых и средних предприятий. Для получения государственной поддержки в европейском кластере должно быть более 75 % малых и средних предприятий;

поддержка инноваций в рамках кластера. Инструменты включают трансфер знаний и технологий, доступ к объектам интеллектуальной собственности, помощь в управлении инновациями, бизнес-фабрики, коллегиальную оценку инвесторов предпринимателями, краудфандинг и региональные акселераторы;

единая зона электронного обмена рыночной информацией и инновациями. Ее цель – содействие кластерному сотрудничеству в тематических областях, связанных с региональными стратегиями интеллектуальной специализации, что обеспечивает повышение вовлеченности отрасли в платформу такой специализации;

Сферы практического применения кластерного подхода

Критерий (обобщает содержание концепции)	Содержание концепции кластерообразования	Преимущества кластерообразования для повышения потенциала кредитоспособности	Типы отношений в кластере, влияющие на кредитоспособность его участников и определяющие сферы практического применения кластерного подхода
Кластерная экосистема	Кластеры предлагают благоприятную экосистему, которая поощряет конкуренцию и сотрудничество между фирмами с различными производственными, технологическими и бизнескомпетенциями	Стратегическая направленность и использование кластеров для более эффективной работы с группами мелких и средних предприятий. Сквозные технологии, инновации в сфере услуг и экоинновационные решения позволяют создавать и развивать подотрасли в сфере АПК и получать дополнительный эффект от вложенных в них кредитных ресурсов	Региональный и национальный агропромышленный комплекс (как сфера применения кластерного подхода) формируются участниками цепочки создания добавленной стоимости на основе системы контрактных отношений (тип отношений), охватывающих все аспекты совместной деятельности. Оценка кредитоспособности участников проекта в этом случае должна учитывать степень их вовлеченности в формирование совместных корпоративных бизнес-программ. В частности, следует установить наличие договорных отношений между ними и мер их стимулирования. Так, долгосрочные контракты, регулирующие совместную деятельность, позволяют упорядочить рыночное поведение участников и их активы, что в конечном счете повышает кредитоспособность всех участников цепочки создания добавленной стоимости
Глобальные цепочки создания добавленной стоимости	Для достижения кластером внутренней динамики необходимо привлечь множество участников, чтобы сформировалась критическая масса, обеспечивающая эффект масштаба	Международная консолидация рынка позволяет увеличить эффект на единицу кредитных вложений за счет масштаба. В результате повышения требований к качеству и безопасности пищевых продуктов растет роль глобальных корпораций и наблюдается доминирование крупных розничных продавцов продуктов питания в каналах сбыта, что усиливает позиции всех взаимодействующих участников цепочки создания добавленной стоимости и их кредитоспособность	Повышение кредитоспособности участников кластера возможно по средством укрепления локальных кластеров как звеньев глобальной цепочки создания добавленной стоимости (сфера отношений). Это достигается за счет типов отношений: во-первых, отношения, объединяемые местной стратегией роста эффективности коммерческой деятельности на локальном рынке; во-вторых, отношения, координируемые общей стратегией, которая связывает субъекты с глобальной цепочкой создания добавленной стоимости для более эффективного их участия и получения ими дополнительного дохода от вложенных кредитных ресурсов

Окончание таблицы

Критерий (обобщает содержание концепции)	Содержание концепции кластерообразования	Преимущества кластерообразования для повышения потенциала кредитоспособности	Типы отношений в кластере, влияющие на кредитоспособность его участников и определяющие сферы практического применения кластерного подхода
Географический	Географическая концентрация компаний, учреждений и отраслей, которые получают прибыль, используя преимущества совместного размещения и взаимодействия	Непрерывное развитие и усиление конкурентоспособности за счет сочетания межфирменного соперничества, кооперационного сотрудничества, ускоренной передачи и внедрения инноваций, а также посредством специализированных ресурсов (высококвалифицированные кадры, техника, информация, юридические компетенции)	При использовании метода географического картирования участников кластера и оценки их кредитоспособности можно условно выделить сферы практического применения кластерного подхода в зависимости от типа отношений в АПК. Вертикальные связи (тип отношений) распространяются на следующие сферы применения кластерного подхода: поставщики сырья и производственных ресурсов, сельхозпроизводители, переработчики и экспортеры, розничные продавцы. Горизонтальные связи (тип отношений) – на кооперативы производителей, консорциумы малых предприятий, поставщиков бизнес-услуг, исследовательские институты, учреждения образования. Детализация сфер и типов отношений в кластере позволяет оценить кредитоспособность его участников с учетом их географической концентрации и кластерного картирования
Агропромышленные парки и зоны	Создание инфраструктуры для производства, хранения, обработки и продвижения сельскохозяйственной продукции	Позволяет достигать конкурентных преимуществ кластеризации за счет инфраструктуры общего кооперативного пользования	Географически сконцентрированные объекты производственной и рыночной инфраструктуры имеют экспортную ориентацию и могут получать государственно-частное финансирование на НИОКР и развитие инфраструктуры
Экспортные консорциумы	Члены консорциума сотрудничают в продвижении экспортной продукции	Позволяют более эффективно управлять цепочкой создания добавленной стоимости экспортно ориентированной продукции	Участвующие организации не обязательно расположены близко друг к другу географически, они сохраняют финансовую, юридическую и управленческую автономность. В данном случае оценку их кредитоспособности следует проводить с учетом этого

Субнациональная инновационная система	Основана на государственных административных границах, но использует преимуществ кластерного подхода	Преимущества совместного размещения включают ускоренное распространение инноваций и экономии за счет эффекта масштаба, что повышает результативность вложенных кредитных ресурсов	Разнообразие участников и связей между ними определяет следуюшую сферу применения кластерного подхода: участники кластера концентрируются в регионе как целостном пространственном масштабе, с учетом влияния особенностей которого следует оценивать их кредитоспособность
Инновационный кластер	Инновации охватывают все бизнес-процессы и являются основой стратегии развития в изменчивой внешней среде	Инновационный кластер эффективен в традиционных и высокотехнологичных отраслях, что дает возможность получения дополнительного дохода от кредитования за счет таких преимуществ, как: расширение традиционных моделей предоставления технологий, знаний и использования компетенций; усовершенствование продуктов и модернизация рынков; улучшенные возможности для инноваций за счет эффективной конкурентной среды; раннее определение рыночных технологических трендов за счет сочетания компетенций; короткое время запуска сетей вокруг новых продуктов и процессов	Создание новых фирм и технологическая диверсификация в рамках кластера, что формирует инновационную платформу или сеть как сферу применения кластерного подхода. В этой связи приобщенность участников кластеров к единой инновационной платформе (сети) может стать фактором повышения их кредитоспособности за счет усовершенствованных механизмов финансирования, распределения предпринимательских рисков

Примечание. Составлена по [1–9].

меры по развитию кластера. Они включают разработку совместной стратегии кластерного партнерства, эффективное управление кластером для повышения качества оказания поддержки участникам, идентификацию кластерной стратегии на индивидуальном уровне и помощь в ее реализации (создание партнерских связей, сетей коммуникации и продвижения), определение межрегионального сотрудничества и инвестиционных возможностей кластера, организацию мероприятий по мобилизации межрегионального бизнеса и делового партнерства, укрепление кластерного взаимодействия и синергии компетенций для улучшения доступа к поддержке инноваций, интеллектуальную специализацию компетенций для повышения эффективности в цепочке создания добавленной стоимости;

эффективные институты развития кластера. Они включают формализованную стратегию и план совершенствования кластера, «зонтичные» программы (биотехнологии, пищевые технологии), интегрированные структуры развития (мегакластер, консорциум, государственная корпорация), экономический механизм государственной поддержки (льготное кредитование, страхование, налогообложение, финансирование НИОКР и инновационных проектов);

благоприятная конкурентная среда внутри кластера и в регионе его локализации. Она обеспечивается за счет гибкости государственного регулирования деятельности кластеров, поддержки на уровне страны или региона важных для них исследовательских программ, увеличения расходов на НИОКР, содействия ориентированным на отраслевые задачи исследовательским институтам, разработки механизмов распространения инноваций, стимулирования модернизации посредством стандартов качества международного уровня, организации оперативного принятия технических стандартов для высокотехнологичной продукции, строгой антимонопольной политики, поощрения государственно-частного сотрудничества с помощью налоговых льгот для долгосрочного капитала, оптимизации правил открытия новых компаний и слияния капитала, мониторинга стартапов, создания институтов и специализированной инфраструктуры.

Так, в кластеры могут вовлекаться транспортно-логистические узлы, позволяющие скоординированно распределять грузовые потоки и эффективно доставлять продукцию. Например, в Российской Федерации соглашение о повышении конкурентоспособности заключается между Министерством сельского хозяйства, региональным органом управления АПК, организациями или индивидуальными предпринимателями, осуществляющими производство (или) переработку продукции и ее реализацию [10].

Данный опыт целесообразно применять, предусматривая льготное кредитование сельхозпроизводителей (организаций и индивидуальных предпринимателей), заключивших соглашение о повышении конкурентоспособности в целях увеличения объема реализации продукции АПК за счет создания новой товарной массы.

Заключение

Систематизация преимуществ применения кластерного подхода и возможностей повышения эффекта от кредитования позволила определить следующие инструменты кластерообразования, способные повысить результат кредитования и целесообразные к дальнейшей проработке в условиях Республики Беларусь:

интегрированное использование преимуществ различных концепций развития кластерных структур (кластерной экосистемы, глобальных цепочек создания добавленной стоимости, географической, агропромышленных парков и зон, экспортных консорциумов, субнациональной инновационной системы, инновационных кластеров) для повышения результативности производства агропродовольственной продукции;

создание специализированной инфраструктуры и благоприятной конкурентной среды (трансфер знаний и технологий, краудфандинг, региональные акселераторы, цифровые платформы обмена рыночной информацией и инновациями, формализованная стратегия и «зонтичные» программы развития, эффективные институты совершенствования кластера и экономический механизм распространения результатов и инноваций (льготное кредитование, страхование, налогообложение, поощрение государственно-частного сотрудничества для формирования долгосрочного капитала), строгая антимонопольная политика и стандарты качества и безопасности);

использование кластерного подхода для повышения эффективности государственной поддержки и конкурентоспособности экспортно ориентированных отраслей и цепочек создания добавленной стоимости, например принятие группами компаний и организациями обязательств по увеличению производства высококачественной продукции и ее реализации на целевых рынках в рамках соглашений о повышении конкурентоспособности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пилипук, А. В. Тенденции и факторы конкурентного функционирования пищевой промышленности Республики Беларусь / А. В. Пилипук, С. А. Кондратенко // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы: сб. науч. ст.: в 2 т. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики НАН Беларуси; редкол.: В. И. Бельский [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2019. – Т. 1. – С. 33–41.
2. Запольский, М. И. Методологические аспекты создания и функционирования продуктовых формирований в условиях ЕАЭС / М. И. Запольский, Е. В. Гусаков, С. А. Чаусов // Экон. вопр. развития сел. хоз-ва Беларуси. – 2016. – Вып. 44. – С. 92–100.
3. Бычков, Н. А. Результаты реформирования сельскохозяйственных организаций в процедуре финансового оздоровления / Н. А. Бычков // Современные технологии сельскохозяйственного производства: экономика: сб. науч. ст. по материалам XXV Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 27 мая 2022 г. – Гродно: ГГАУ, 2022. – С. 18–19.
4. H2020 Programme 2018–2020: For a better innovation support to SMEs: Innosup-01-2018-2020 Cluster facilitated projects for new industrial value chains: Background Note: Version 1.2 4 December 2019 [Electronic resource] // European Commission. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/research/>

participants/data/ref/h2020/other/guides_for_applicants/h2020-guide-note-innosup-1-18-20_en.pdf. – Date of access: 01.08.2023.

5. Köcker, G. M. zu. Cluster Programmes in Europe [Electronic resource] / G. M. zu Köcker, L. Müller // European Commission. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/12925/attachments/1/translations/en/renditions/pdf>. – Date of access: 01.08.2023.

6. Gálvez-Nogales, E. Agro-based clusters in developing countries: staying competitive in a globalized economy [Electronic resource] / E. Gálvez-Nogales // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – Mode of access: <https://www.fao.org/3/i1560e/i1560e.pdf>. – Date of access: 01.08.2023.

7. Communication from the Commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. Strengthening Innovation in Europe's Regions: Strategies for resilient, inclusive and sustainable growth [Electronic resource] / European Commission. – Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2012:0529:FIN:EN:PDF>. – Date of access: 01.08.2023.

8. The cluster policies whitebook [Electronic resource] / T. Andersson [et al.] // International Organization for Knowledge Economy and Enterprise Development. – Mode of access: <https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/212169917>. – Date of access: 01.08.2023.

9. European Cluster Partnerships for Excellence [Electronic resource] // European Cluster Collaboration Platform. – Mode of access: <https://clustercollaboration.eu/eu-cluster-partnerships/escp-4x>. – Date of access: 01.08.2023.

10. О предоставлении из федерального бюджета субсидий российским кредитным организациям, международным финансовым организациям и государственной корпорации развития «ВЭБ.РФ» на возмещение недополученных ими доходов по кредитам, выданным сельскохозяйственным товаропроизводителям (за исключением сельскохозяйственных кредитных потребительских кооперативов), организациям и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим производство, первичную и (или) последующую (промышленную) переработку сельскохозяйственной продукции и ее реализацию, по льготной ставке [Электронный ресурс]: постановление Правительства Рос. Федерации, 26 апр. 2019 г., № 512 // Национальный правовой Интернет-портал Российской Федерации. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201904300012?rangeSize=50>. – Дата доступа: 01.08.2023.

Поступила в редакцию 07.08.2023

Сведения об авторе

Грузинская Елена Валерьевна – ведущий научный сотрудник сектора кооперации, кандидат экономических наук, доцент

Information about the author

Gruzinskaya Yelena Valeryeuna – Leading Researcher of the Cooperation Sector, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Андрей ЕФРЕМОВ, Юлия БЕЛОЦКАЯ

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: efremov.kafei@gmail.com, yuliya.belotskaya@gmail.com*

УДК 338.43:631.1

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2023-10-65-81>

Эвристический алгоритм оптимизации выполнения комплекса механизированных работ в полеводстве в условиях цифровизации

В современных условиях обеспечение конкурентоспособности сельскохозяйственного производства невозможно без точной и научно обоснованной системы его организации, неотъемлемым элементом является планирование выполнения механизированных агротехнических работ. Модели оптимизации использования машинно-тракторного парка предприятия в полеводстве основаны на математическом аппарате линейного программирования и сильно упрощают действительность.

В данном исследовании рассмотрена возможность применения нелинейных моделей к решению задачи оптимального планирования проведения весенне-полевых работ.

Особое внимание уделено эвристическому алгоритму получения начального опорного плана, близкого к оптимальному, и целочисленного решения. Приведен пример расчетов по предлагаемой методике для конкретного агропромышленного предприятия. Описанный эвристический алгоритм может быть успешно применен на практике в оперативно-производственном планировании использования машинно-тракторного парка в полеводстве.

Ключевые слова: полеводство, цифровая трансформация АПК, машинно-тракторный парк, оптимизация агротехнических работ, механизированные работы, задача о составлении расписания, целочисленное программирование.

Andrei EFREMOV, Yulia BELOTSKAYA

*Belarusian State University
of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: efremov.kafei@gmail.com, yuliya.belotskaya@gmail.com*

Heuristic algorithm for optimizing the implementation of a complex of mechanized works in field farming in conditions of digitalization

In modern conditions, ensuring the competitiveness of agricultural production is impossible without an accurate and scientifically based system of organization of production, an integral element is planning the implementation of mechanized agricultural technical work. Models for optimizing the

use of the enterprise's machine and tractor fleet in field farming are based on the mathematical apparatus of linear programming and greatly simplify reality.

This study considers the possibility of using nonlinear models to solve the problem of optimal planning of spring-field work.

Particular attention is paid to the heuristic algorithm for obtaining an initial reference plan, close to the optimal, and an integer solution. An example of calculations according to the proposed method for a specific agroindustrial enterprise is given. The described heuristic algorithm can be successfully applied in practice in operational-production planning of the use of the available machine-tractor fleet in field farming.

Keywords: crop farming, digital transformation of the agroindustrial complex, machine and tractor fleet, optimization of agrotechnical works, mechanized work, problem of scheduling, integer programming.

Введение

На настоящем этапе развития АПК Республики Беларусь важнейшей задачей, стоящей перед сельскохозяйственными предприятиями, является повышение конкурентоспособности некоторых видов продукции и производства в целом. Решение невозможно без обеспечения стабильного и относительно низкого уровня затрат, что обуславливает необходимость рациональной и научно обоснованной организации производства.

В современных условиях хозяйствования подготовкой плана выполнения комплекса механизированных сельскохозяйственных работ занимаются специалисты предприятия (чаще всего эту функцию берут на себя агрономы). При этом их подавляющее большинство либо полагается на свой собственный профессиональный опыт, либо ограничивается методами «наивного» прогнозирования. Однако ответ на вопрос, какой трактор (комбайн) отправить на выполнение конкретной операции и сколько он должен на ней отработать при достаточно большом объеме работ и разнообразии состава машинно-тракторного парка (МТП) предприятия, не может быть получен без применения математических алгоритмов и средств компьютерного моделирования.

Основоположником задачи оптимизации выполнения комплекса механизированных работ в полеводстве считается Л. В. Канторович, который в начале 1960-х гг. разработал экономико-математическую модель, содержащую несколько тысяч переменных и ограничений. Решению данной научной проблемы посвящен целый ряд работ, в том числе отечественных ученых, в частности А. В. Ленского [1], А. С. Сайганова [2, 3], А. В. Новикова, Д. А. Жданко, Т. А. Непарко, А. М. Новика [4, 5] и др.

Однако в разработках этих и других авторов есть один серьезный недостаток – предложенные ими модели базируются на применении методов линейного программирования, что искусственно упрощает задачу и не всегда гарантирует результаты, приближенные к реальным условиям хозяйствования.

Кроме того, далеко не все модели обеспечивают получение целочисленного оптимального плана. Даже если отказаться от введения ограничения по цело-

численности некоторых переменных, возникает проблема округления, которая в описанных выше моделях не решена. Надо отметить, что округление в ту или иную сторону, особенно при малых значениях переменных, существенно влияет на величину целевой функции.

Таким образом, в данном исследовании мы ставим перед собой следующие задачи:

- изучить нелинейную экономико-математическую модель оптимизации выполнения комплекса машинно-тракторных работ (МТР) в полеводстве;

- выбрать наиболее подходящий инструмент для решения соответствующей задачи математического программирования;

- разработать эвристический алгоритм, позволяющий получить близкий к оптимальному план выполнения МТР;

- предложить механизм корректировки полученного решения с учетом ограничений целочисленности;

- рассчитать примерную погрешность предлагаемой методики для конкретного комплекса агротехнических работ;

- сделать выводы о возможностях практического применения предлагаемого эвристического алгоритма.

Материалы и методы

Исследование выполнено на приближенных к реальным условиям исходных данных о составе МТП аграрного предприятия, перечне весенне-полевых работ, нормах выработки машинно-тракторных агрегатов, нормативной себестоимости механизированных операций и принятых технологических регламентах выращивания сельскохозяйственных культур. Основой для построения авторского алгоритма послужил ряд научных статей и отчетов. В ходе исследования применялись как общенаучные (синтеза, анализа, сравнения и др.), так и специальные (линейного, целочисленного линейного и нелинейного программирования) методы.

Основная часть

Для демонстрации практического применения предлагаемого эвристического алгоритма сформулируем задачу нелинейной оптимизации для одной из отечественных сельскохозяйственных организаций Гродненской области. Предположим, что в рамках весенне-полевых работ МТП требуется выполнить ряд взаимосвязанных агротехнических операций по погрузке, транспортировке и внесению твердых минеральных удобрений под посевы озимого рапса (табл. 1). Для этого предполагается использовать имеющуюся в распоряжении рассматриваемого предприятия сельскохозяйственную технику (табл. 2).

Т а б л и ц а 1. Объем механизированных агротехнических операций

Агротехническая операция	Плановый объем работ (за смену)
Погрузка минеральных удобрений	2800 т
Транспортировка минеральных удобрений	2000 т
Внесение минеральных удобрений	300 га

Т а б л и ц а 2. Наличное количество сельскохозяйственной техники

Марка трактора (комбайна, погрузчика)	Количество техники, ед.
Амкодор	2
МТЗ-82	25
К-700	9
Atles 946 RZ+	1
ДТ-75	2
ТО18В	1
МТЗ-1221	15
МТЗ-1523	3
МТЗ-3022	5

В табл. 3 и 4 представлена исходная информация о нормативной выработке и себестоимости часа МТР соответственно. Источником указанных в табл. 1–4 данных являются первичные документы аграрного предприятия, в частности рабочий план проведения весенне-полевых работ, технологические карты возделывания озимого рапса, путевые листы механизаторов (форма № 501-АПК), утвержденные руководителем организации нормы производительности труда и расхода топлива на механизированных работах, а также отчет об основных средствах с указанием величины остаточной стоимости сельскохозяйственной техники и др.

Т а б л и ц а 3. Матрица часовой производительности

Марка сельскохозяйственной техники	Вид механизированных работ		
	погрузка минеральных удобрений, т/ч	транспортировка минеральных удобрений, т/ч	внесение минеральных удобрений, га/ч
Амкодор	25	38	15
МТЗ-82	26	34	9
К-700	24	35	11
Atles 946 RZ+	27	42	19
ДТ-75	24	32	10
ТО18В	23	33	11
МТЗ-1221	24	33	19
МТЗ-1523	23	32	12
МТЗ-3022	23	30	8

Т а б л и ц а 4. Матрица цен 1 ч работы, бел. руб.

Марка сельскохозяйственной техники	Вид механизированных работ		
	погрузка минеральных удобрений	транспортировка минеральных удобрений	внесение минеральных удобрений
Амкодор	6,82	7,26	9,98
МТЗ-82	6,60	7,53	7,32
К-700	6,62	7,75	7,98
Atles 946 RZ+	9,31	8,86	12,42
ДТ-75	7,82	7,82	10,18
ТО18В	5,61	8,02	10,44
МТЗ-1221	7,57	8,20	10,99
МТЗ-1523	8,00	7,42	11,80
МТЗ-3022	7,64	7,81	10,93

Математическая модель задачи

Рассмотрим оптимизационную задачу, экономическая постановка которой приведена выше.

Эндогенные переменные:

x_{ij} – число имеющихся у предприятия единиц сельскохозяйственной техники j -го наименования, назначенных на выполнение i -й агротехнической операции;

y_{ij} – фактическая продолжительность работы сельскохозяйственной техники j -го наименования, занятой на выполнении i -й агротехнической операции в течение рабочей смены (выражается в часах).

Экзогенные параметры:

N – число агротехнических операций, входящих в оптимизируемый комплекс работ;

M – количество наименований тракторов (комбайнов, погрузчиков), которые имеются в распоряжении сельскохозяйственной организации;

D – плановая продолжительность интервала времени, в течение которого требуется провести заданные МТР (выражается в рабочих сменах либо днях);

$T_{\max}$ – верхний предел длительности рабочей смены, т. е. максимально допустимое время, которое в течение суток может быть отработано одним трактором либо комбайном (выражается в часах);

V_i – совокупный объем работ на выполнении i -й агротехнической операции (измеряется в т, га и т. п. в зависимости от специфики работ);

K_j – количество единиц сельскохозяйственной техники j -го наименования, имеющихся в распоряжении аграрного предприятия;

p_{ij} – часовая выработка сельскохозяйственной техники j -го наименования при выполнении i -й агротехнической операции;

c_{ij} – себестоимость одного часа работы сельскохозяйственной техники j -го наименования при выполнении i -й агротехнической операции.

Критерий оптимальности:

$F(x_{ij}, y_{ij})$ – суммарные издержки на выполнение заданного комплекса весенне-полевых работ (в белорусских рублях).

$$F(x_{ij}, y_{ij}) = D \cdot \sum_j \sum_i x_{ij} \cdot y_{ij} \cdot c_{ij} \rightarrow \min.$$

Ограничения:

по доступному для предприятия числу тракторов (комбайнов, погрузчиков):

$$\sum_i x_{ij} \leq K_j.$$

В любом временном интервале общее количество единиц сельскохозяйственной техники j -го наименования, работающих суммарно на выполнении всех МТР, не может быть больше, чем их списочное количество;

продолжительности рабочей смены:

$$\sum_i y_{ij} \leq T_{\max}.$$

Количество часов, отработанных в течение дня каждым трактором (комбайном), не должно превышать нормативной длительности рабочей смены;

выполнению запланированных объемов механизированных работ:

$$D \cdot \sum_j p_{ij} \cdot x_{ij} \cdot y_{ij} \geq V_i.$$

Суммарный объем механизированных работ, выполненных машинно-тракторными агрегатами, назначенными на определенную агротехническую операцию, обязан быть не меньше установленного планового задания (в этом случае предполагается, что ситуация, когда план перевыполнен, допустима, однако следует отметить, что этот факт не повлияет на итоговое решение оптимизационной задачи);

экономическому смыслу эндогенных переменных:

$$x_{ij} \in Z_+, \quad y_{ij} \in R_+.$$

Количество единиц сельскохозяйственной техники конкретного наименования, назначенных на выполнение каждой МТР, в итоге обязано быть целым и неотрицательным (отметим, что нулевое значение вполне правомочно). Фактическая длительность работы каждой единицы сельскохозяйственной техники конкретного наименования для любой МТР должна быть неотрицательной, но не обязательно выражаться целым числом.

Инструментальная реализация модели

Для обеспечения возможности применения изложенной выше экономико-математической модели необходимо разработать алгоритм получения ее численного решения. В этом аспекте есть ряд сдерживающих факторов, с которыми сталкивается исследователь либо специалист аграрного предприятия:

масштабность модели. Количество марок сельскохозяйственной техники и число позиций в перечне весенне-полевых (либо уборочных) работ, которые требуется выполнить на протяжении года, может быть очень большим. В то же время практически все пакеты прикладных программ (например, Ms Excel, GAMS, Matlab, AMPL), а в особенности их некоммерческие версии, имеют ограничения по размерности обрабатываемых данных (т. е. количество переменных и ограничительных условий строго лимитировано);

качество начального плана (перед запуском численного эксперимента требуется установить исходные значения эндогенных параметров).

Это особенно актуально для получения адекватных результатов по нелинейным моделям.

В некоторых случаях для построения начального плана используют информацию о выполнении аналогичного комплекса механизированных работ в прошлых периодах. Но следует отметить, что такой подход не всегда приемлем, потому что в очередном периоде производственные условия могут претерпеть существенные изменения. Тогда полученный указанным путем план может оказаться далеким от оптимального. Кроме того, нужных данных у сельскохозяйственной организации может не оказаться (например, если комплекс работ выполняется впервые) или же они могут быть неактуальными (в частности, по причине списания части основных средств либо закупки новой техники).

Таким образом, для корректного решения поставленной научно-практической задачи представляется необходимым разработать эвристический алгоритм нахождения начального плана, который был бы как можно ближе к глобальному экстремуму. При этом такой алгоритм в идеале не должен требовать привлечения дорогостоящего программного обеспечения в силу ограниченности финансовых возможностей отечественных аграрных предприятий и недостатка квалифицированных кадров, способных проводить необходимые аналитические расчеты. Следует понимать, что проектируемый эвристический алгоритм должен учитывать целый ряд практических нюансов реального производственного процесса в полеводстве. В этой связи с математической точки зрения в данном случае некорректно применять стандартные жадные алгоритмы, суть которых состоит в стремлении достичь экстремума на каждой итерации численного эксперимента для обеспечения оптимальности итогового решения. Несмотря на то что в настоящее время в научной литературе не предложен универсальный критерий для оценки результативности использования жадных алгоритмов для решения нелинейных оптимизационных задач, большинство специалистов

сходятся во мнении, что они не в состоянии гарантировать получение истинно оптимального значения целевой функции и оптимального плана по целому ряду задач теории расписаний [6, 7]. В то же время нельзя отрицать, что проектируемый эвристический алгоритм может носить итерационный характер.

Руководствуясь соображениями элементарной логики, можно заключить, что на первой итерации наиболее рационально использовать трактор (комбайн, погрузчик), обладающий минимальным значением себестоимости выполнения выбранной агротехнической операции. Но, как отмечено выше, было бы некорректно анализировать каждую МТР обособленно по причине того, что они являются элементами единого комплекса. Кроме того, при принятии решения о назначении сельскохозяйственной техники конкретного наименования на выполнение определенной МТР было бы некорректно не принимать во внимание выработку агрегатов, которая непосредственно участвует в вычислении левых частей ограничений оптимизационной задачи и косвенно влияет на итоговую сумму затрат на выполнение комплекса работ.

Рассмотрим ситуацию, когда относительно мощный трактор (с соответственно более высокой себестоимостью часа работы) способен завершить выполнение некоторой агротехнической операции хотя и с относительно немалыми издержками, но гораздо быстрее по сравнению с малопроизводительным трактором с недорогой себестоимостью работы. В этом случае на данной операции будет задействовано меньше единиц сельскохозяйственной техники, что обусловит сокращение суммарных затрат на комплекс операций.

Таким образом, на начальном этапе работы алгоритма предлагается для всех наименований сельскохозяйственной техники и каждой агротехнической операции рассчитать так называемый коэффициент предпочтительности назначения трактора (комбайна) j -й марки на i -ю МТР (далее – коэффициент предпочтительности) – k_{ij} .

Так как при поиске наиболее рационального плана назначений мы ставим перед собой цель минимизации суммарных издержек, можно сделать вывод, что коэффициент предпочтительности должен быть прямо пропорционален часовой выработке агрегатов (p_{ij}) и обратно пропорционален себестоимости часа работы сельскохозяйственной техники (c_{ij}):

$$k_{ij} \sim \frac{p_{ij}}{c_{ij}}.$$

Следует отметить, что имеется возможность установить наиболее подходящую единицу измерения для p_{ij} и c_{ij} . Так, единица измерения производительности для каждой МТР может быть своя – в соответствии с ее содержанием (т/ч, шт/ч, га/ч и т. д.), и это важно для реализации алгоритма на практике. С целью обеспечения корректной сопоставимости данных при применении экономико-

математических методов нередко используется переход к нормированным показателям. Тогда вычисление коэффициента предпочтительности можно рассчитать следующим образом:

$$k_{ij} = \frac{p_{ij}}{p_i} : \frac{c_{ij}}{c_i}.$$

Для отыскания близкого к оптимальному плана изложенной выше задачи необходимо использовать пошаговый алгоритм.

Этап 1. По результатам обработки данных, представленных в табл. 1–4, определяем элементы матрицы коэффициентов предпочтительности (табл. 5).

Т а б л и ц а 5. Матрица коэффициентов предпочтительности

Марка сельскохозяйственной техники	Коэффициент предпочтительности по операциям		
	погрузка минеральных удобрений	транспортировка минеральных удобрений	внесение минеральных удобрений
Амкодор	1,107	1,210	1,218
МТЗ-82	1,190	1,031	0,971
К-700	1,094	1,031	1,116
Atles 946 RZ+	0,876	1,082	1,238
ДТ-75	0,938	0,935	0,795
ТО18В	1,199	0,940	0,853
МТЗ-1221	0,957	0,919	1,392
МТЗ-1523	0,868	0,985	0,824
МТЗ-3022	0,908	0,877	0,593

Этап 2. Находим наибольший элемент матрицы $\|k_{ij}\|$. В нашем случае он равен $k_{i1j1} = 1,392$ и относится к назначению трактора МТЗ-1221 на операцию внесения минеральных удобрений.

Этап 3. Для выбранной марки трактора и МТР устанавливаем максимально допустимую длительность рабочей смены: в нашем случае она составляет 8 ч. Затем вычисляем необходимое число единиц техники, для чего предлагается использовать следующую формулу:

$$x_{i0j0} = \min \left\{ \left\lceil \frac{V_i^{(0)}}{D \cdot p_{i0j0} \cdot T_{\max}} \right\rceil + 1; K_j^{(0)} \right\}.$$

Суть данной формулы состоит в обеспечении целочисленности получаемого значения, причем округление в этом случае правильно проводить именно в большую сторону. Однако здесь же нужно проследить, чтобы расчетное

количество назначаемых на операцию единиц сельскохозяйственной техники данного наименования не превысило их списочную численность.

После этого следует уменьшить продолжительность смены до такого значения, при котором весь объем работ на данной сельскохозяйственной операции будет выполнен:

$$y_{i0j0} = \min \left\{ \frac{V_i^{(0)}}{D \cdot x_{i0j0} \cdot p_{i0j0}}; T_{\max} \right\}.$$

Данная формула принимает во внимание ограничение по длительности рабочей смены.

Этап 4. В данном случае возможно несколько вариантов дальнейших действий. Если $x_{i0j0} \cdot y_{i0j0} \cdot p_{i0j0} \cdot D = V_i$, то на этом следует завершить анализ i -й механизированной работы и перейти снова к этапу 2. Необходимо только из матрицы коэффициентов предпочтений предварительно удалить тот, который до этого был признан наибольшим, а также другие коэффициенты, которые расположены в той же строке. Кроме того, следует скорректировать текущее значение остаточного объема i -й механизированной работы с V_i на $V_i^{(1)} = 0$.

Если же $x_{i0j0} \cdot y_{i0j0} \cdot p_{i0j0} \cdot D < V_i$, то нужно повторно возвратиться к этапу 2 алгоритма, предварительно удалив тот коэффициент, который до этого был признан максимальным, и заменив текущее значение остаточного объема i -й механизированной работы с V_i на $V_i^{(1)} = V_i - x_{i0j0} \cdot y_{i0j0} \cdot p_{i0j0} \cdot D$.

После этого алгоритм повторяется до тех пор, пока на некотором m -м этапе не будет выполняться соотношение $V_1^{(m)} = V_2^{(m)} = \dots = V_N^{(m)}$.

В нашем случае на 1-м шаге имеем:

$$x_{i1j1} = \min \left\{ \left\lceil \frac{300}{1 \cdot 18,9 \cdot 8} \right\rceil + 1; 15 \right\} = 3;$$

$$y_{i1j1} = \min \left\{ \frac{300}{1 \cdot 3 \cdot 18,9}; 8 \right\} \approx 5,30 \text{ (ч)}.$$

Проверяем, полностью ли выполнена работа «внесение минеральных удобрений»: $3 \cdot 5,30 \cdot 18,9 \cdot 1 = 300$ – верно. Значит, на этом анализ данной операции завершен, поэтому исходную матрицу коэффициентов предпочтительности следует заменить редуцированной (табл. 6).

Также внесем изменения в другие переменные: $V_3^{(1)} = 0$ (га), $K_7^{(1)} = 15 - 3 = 12$.

Возвращаемся к этапу 2. Теперь наибольшим элементом является $k_{i2j2} = 1,21$. Это значение соответствует закреплению погрузчиков Амкодор за транспортировкой минеральных удобрений.

Т а б л и ц а 6. Редуцированная матрица коэффициентов предпочтительности

Марка сельскохозяйственной техники	Коэффициент предпочтительности по операциям	
	погрузка минеральных удобрений	транспортировка минеральных удобрений
Амкодор	1,107	1,210
МТЗ-82	1,190	1,031
К-700	1,094	1,031
Atles 946 RZ+	0,876	1,082
ДТ-75	0,938	0,935
ТО18В	1,199	0,940
МТЗ-1221	0,957	0,919
МТЗ-1523	0,868	0,985
МТЗ-3022	0,908	0,877

На 2-м шаге получаем:

$$x_{i2j2} = \min \left\{ \left[\frac{2000}{1 \cdot 38,47 \cdot 8} \right] + 1; 2 \right\} = \min \{8; 2\} = 2;$$

$$y_{i2j2} = \min \left\{ \frac{2000}{1 \cdot 2 \cdot 38,47}; 8 \right\} = 8 \text{ (ч)}.$$

Проверяем, полностью ли выполнена работа «транспортировка минеральных удобрений»: $2 \cdot 8 \cdot 38,47 \cdot 1 \approx 615,5 < 2000$. Значит, анализируемая операция выполнена не в полном объеме.

$$V_2^{(2)} = 2000 - 615,5 = 1384,5 \text{ (т)}; K_1^{(2)} = 2 - 2 = 0.$$

Переходим к следующему шагу.

$k_{i3j3} = 1,199$. Это значение соответствует закреплению тракторов ТО18В за погрузкой минеральных удобрений.

На 3-м шаге получаем:

$$x_{i3j3} = \min \left\{ \left[\frac{2800}{1 \cdot 22,27 \cdot 8} \right] + 1; 1 \right\} = \min \{17; 1\} = 1;$$

$$y_{i3j3} = \min \left\{ \frac{2800}{1 \cdot 1 \cdot 22,27}; 8 \right\} = 8 \text{ (ч)}.$$

Проверяем, полностью ли выполнена работа «погрузка минеральных удобрений»: $1 \cdot 8 \cdot 22,27 \cdot 1 \approx 178 < 2800$. Значит, анализируемая операция выполнена не в полном объеме.

$$V_1^{(3)} = 2800 - 178 = 2622 \text{ (т); } K_6^{(3)} = 1 - 1 = 0.$$

Переходим к следующему шагу.

Новое значение максимального коэффициента предпочтительности – $k_{i4j4} = 1,189$. Эта величина соответствует закреплению тракторов МТЗ-82 за погрузкой минеральных удобрений.

На 4-м шаге получаем:

$$x_{i4j4} = \min \left\{ \left[\frac{2622}{1 \cdot 26 \cdot 8} \right] + 1; 25 \right\} = \min \{14; 25\} = 14;$$

$$y_{i4j4} = \min \left\{ \frac{2622}{1 \cdot 14 \cdot 26}; 8 \right\} \approx 7,21 \text{ (ч)}.$$

Проверяем, полностью ли выполнена работа «погрузка минеральных удобрений»: $14 \cdot 7,21 \cdot 26 \cdot 1 = 2622 = V_1^{(3)}$. Значит, рассматриваемая операция выполнена полностью.

$$V_1^{(4)} = 0 \text{ (т); } K_2^{(4)} = 25 - 14 = 11.$$

Переходим к следующему шагу.

Прежде всего требуется понизить порядок матрицы коэффициентов предпочтительности (табл. 7).

Т а б л и ц а 7. Матрица коэффициентов предпочтительности на завершающем этапе

Марка сельскохозяйственной техники	Коэффициент предпочтительности при транспортировке минеральных удобрений
МТЗ-82	1,031
К-700	1,031
Atles 946 RZ+	1,082
ДТ-75	0,935
МТЗ-1221	0,919
МТЗ-1523	0,985
МТЗ-3022	0,877

Новое значение максимального коэффициента: $k_{i5j5} = 1,08$. Эта величина соответствует закреплению тракторов Atles 946 RZ+ за транспортировкой минеральных удобрений.

На 5-м шаге имеем:

$$x_{i5j5} = \min \left\{ \left[\frac{1384,5}{1 \cdot 42 \cdot 8} \right] + 1; 1 \right\} = \min \{6; 1\} = 1;$$

$$y_{i5j5} = \min \left\{ \frac{1384,5}{1 \cdot 1 \cdot 42}; 8 \right\} = 8 \text{ (ч)}.$$

Проверяем, полностью ли выполнена работа «транспортировка минеральных удобрений»: $1 \cdot 8 \cdot 42 \cdot 1 = 336 < V_2^{(2)}$. Значит, анализируемая операция выполнена не в полном объеме.

$$V_2^{(5)} = 1384,5 - 336 = 1048,5 \text{ (т); } K_4^{(5)} = 1 - 1 = 0.$$

Переходим к очередному шагу.

Новое значение максимального коэффициента предпочтительности – $k_{i6j6} \approx 1,03$. Это значение соответствует закреплению тракторов МТЗ-82 за транспортировкой минеральных удобрений.

На 6-м шаге имеем:

$$x_{i6j6} = \min \left\{ \left\lceil \frac{1048,5}{1 \cdot 34 \cdot 8} \right\rceil + 1; 11 \right\} = \min \{5; 11\} = 5;$$

$$y_{i6j6} = \min \left\{ \frac{1048,5}{1 \cdot 5 \cdot 34}; 8 \right\} \approx 6,18 \text{ (ч)}.$$

Проверяем, полностью ли выполнена работа «внесение минеральных удобрений»: $5 \cdot 6,18 \cdot 34 \cdot 1 = 1048,5 = V_2^{(5)}$. Значит, выполнение рассматриваемой операции завершено.

$$V_1^{(4)} = V_2^{(6)} = 0 \text{ (т), } V_3^{(1)} = 0 \text{ (га)}.$$

Таким образом, работа эвристического алгоритма закончена.

Агрегируем полученные результаты в табл. 8.

Т а б л и ц а 8. Оптимальные значения эндогенных переменных

Вид механизированных работ	Марка сельскохозяйственной техники	Количество техники, ед.	Объем выработки за смену, ч
Погрузка минеральных удобрений	ТО18В	1	8
	МТЗ-82	14	7
Транспортировка минеральных удобрений	Амкодор	2	8
	Atles 946 RZ+	1	8
	МТЗ-82	5	6
Внесение минеральных удобрений	МТЗ-1221	3	5

Рассчитаем значение целевой функции, которого удалось достичь в процессе эвристической оптимизации.

$$F(x_{ij}, y_{ij}) = D \cdot \sum_j \sum_i x_{ij} \cdot y_{ij} \cdot c_{ij} = 1 \cdot (1 \cdot 8 \cdot 5,61 + 14 \cdot 7,21 \cdot 6,60 + 2 \cdot 8 \cdot 7,26 + \\ + 1 \cdot 8 \cdot 8,86 + 5 \cdot 6,18 \cdot 7,53 + 3 \cdot 5,3 \cdot 10,99) \approx 1305,21 \text{ (бел. руб.)}.$$

Это и есть минимальная стоимость выполнения рассматриваемого комплекса работ.

В условиях интеллектуализации АПК Республики Беларусь и создания цифровой платформы национального аграрного сектора решение задач по управлению сельскохозяйственным производством должно перейти на качественно новый уровень. Речь идет уже не просто о широком применении компьютерных алгоритмов, численных методов и экономико-математического моделирования, а о поэтапном внедрении технологий искусственного интеллекта. Так, сегодня для составления оптимального варианта закрепления машинно-тракторных агрегатов за механизированными агротехническими операциями можно использовать прогрессивные прикладные пакеты, основанные на привлечении заранее обученных нейронных сетей для нахождения расписания, близкого к оптимальному [8, 9]. Одним из таких пакетов, хорошо зарекомендовавших себя при решении класса аналогичных задач, является Ruomo. Он построен на синтаксисе языка Python и позволяет уйти от классического способа решения, базирующегося на поиске строго оптимального с математической точки зрения варианта распределения техники. Вместо этого алгоритм осуществляет ограниченный перебор, руководствуясь результатами обучения специализированных искусственных нейронных сетей на других выборочных совокупностях. Такой подход позволяет при незначительной потере точности расчетов существенным образом сэкономить машинное время и память. Кроме того, важным преимуществом указанного инструментария является его принадлежность к технологиям open source – в противоположность программам-солверам (решателям оптимизационных задач), работа с коммерческими версиями которых часто обходится недешево.

Еще одним аспектом влияния цифровизации на организацию выполнения комплекса механизированных работ в полеводстве является автоматизация сбора исходных данных для решения оптимизационных задач, а также проверки первичных данных на наличие в них ошибок.

В дальнейшем интерес представляет разработка методик расчета нормативной производительности машинно-тракторных агрегатов и себестоимости часа МТР путем анализа ретроспективных статистических данных указанного предприятия и, что важно, – других аналогичных в отрасли [10]. В данном случае может возникнуть необходимость привлечения технологий анализа и хранения больших данных [11, 12].

Сравним результат эвристической оптимизации с тем, который можно получить с применением солвера GAMS 24.2.1 (сегодня является одним из самых совершенных средств автоматизированной оптимизации) (табл. 9).

Т а б л и ц а 9. Результаты решения оптимизационной задачи в пакете GAMS

Вид механизированных работ	Марка сельскохозяйственной техники	Количество техники, ед.	Время работы, ч
Погрузка минеральных удобрений	TO18B	1	8
	MT3-82	13	7,76
Транспортировка минеральных удобрений	Амкодор	2	8
	Atles 946 RZ+	1	8
	MT3-82	12	2,57
Внесение минеральных удобрений	MT3-1221	2	7,94

П р и м е ч а н и е. Значение целевой функции – 1303,79 (бел. руб.).

Относительное отклонение стоимости комплекса агротехнических работ, найденной эвристическим путем, от оптимального значения по методу обобщенного приведенного градиента составило для данной задачи

$$\left| \frac{1305,21 - 1303,79}{1303,79} \right| 100 \% \approx 0,11 \%$$

Такая низкая погрешность свидетельствует о достаточно высоком качестве предложенного эвристического алгоритма, а также о возможности его применения для решения данного класса оптимизационных задач.

Следует отметить, что в условиях цифровой трансформации обоснование и последующее принятие управленческих решений, связанных с организацией сельскохозяйственного производства, должно осуществляться с применением современных информационных технологий и компьютерных методов обработки данных [13].

Заключение

В результате исследования обоснован выбор наиболее рациональных методов и инструментов решения задачи оптимизации выполнения комплекса механизированных работ в полеводстве по критерию минимума суммарных приведенных затрат и предложен эвристический алгоритм, позволяющий за конечное число итераций получить без привлечения специализированного программного обеспечения достаточно близкое к оптимальному расписание МТП сельскохозяйственного предприятия. Представленный алгоритм апробирован на данных конкретного комплекса весенне-полевых работ.

Кроме того, изучены особенности оптимизации использования машинно-тракторных агрегатов в условиях цифровой трансформации бизнес-процессов в аграрном секторе, выделены проблемные аспекты, связанные с решением задачи обеспечения рационального с экономической точки зрения режима эксплуатации тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин при выполнении комплекса весенне-полевых работ.

Стоит отметить, что на современном этапе развития сельскохозяйственного производства для обеспечения эффективности и результативности принятия управленческих решений необходимо привлекать к этому процессу передовой опыт и прогрессивные информационные технологии. В этом ключе особую роль играют корпоративная культура обращения с данными и повышение уровня квалификации персонала аграрных предприятий.

ПРИМЕЧАНИЕ

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта БРФФИ Ф23НФ-017 «Математические модели и компьютерные технологии календарного планирования производства и энергетики в условиях экономической неопределенности».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ленский, А. В. Организационно-экономические основы развития машинно-технологических станций в АПК Республики Беларусь: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / А. В. Ленский; Гос. науч. учреждение «Ин-т аграр. экономики Нац. акад. наук Беларуси». – Минск, 2003. – 20 с.
2. Сайганов, А. С. Предпосылки и перспективы создания и функционирования машинно-технологических станций в Беларуси / А. С. Сайганов // Экономические проблемы агропромышленного комплекса: науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15–16 окт. 1998 г. – Минск, 1999. – С. 257–261.
3. Сайганов, А. С. Механизм формирования и регулирования рынка производственно-технических услуг в районном звене АПК: монография / А. С. Сайганов, М. И. Белько; Акад. аграр. наук Респ. Беларусь, Белорус. науч.-исслед. ин-т экономики и информ. АПК. – Минск, 1998. – 53 с.
4. Новые подходы к разработке методики определения нормативов потребности в сельскохозяйственной технике [Оптимизация состава МТП Белоруссии] / А. В. Новиков [и др.] // Агропанорама. – 2019. – № 3. – С. 10–13.
5. Методики определения показателей состава и использования машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия / А. В. Новиков [и др.] // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6–7 июня 2019 г. – Минск: Белорус. гос. аграр. техн. ун-т, 2019. – С. 222–230.
6. Бойков, В. А. О применении жадных алгоритмов в некоторых задачах дискретной математики / В. А. Бойков // Програм. продукты и системы. – 2019. – № 1. – С. 55–62.
7. Топка, В. В. Жадный алгоритм в календарном планировании инновационных проектов / В. В. Топка, А. Д. Цвиркун, Е. В. Юркевич // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2016): тр. 9-й Междунар. конф., М., 3–5 окт. 2016 г.: в 2 т. – М.: Ин-т проблем упр. им. В. А. Трапезникова РАН, 2016. – Т. 1. – С. 216–227.

8. Клишина, Ю. С. Решение оптимизационных задач на основе онтологий и нейросетей / Ю. С. Клишина, П. А. Колпаков, В. А. Мохов // Применение и развитие нейросетевого моделирования для решения фундаментальных задач в науке и технике: материалы Междунар. молодеж. науч.-практ. конф., Новочеркасск, 3–4 дек. 2018 г. – Новочеркасск: Лик, 2018. – С. 27–30.

9. Нейросетевое управление ресурсами в структурном подразделении предприятия / Е. В. Долгова [и др.] // Приборы и системы. Упр., контроль, диагностика. – 2006. – № 7. – С. 61–66.

10. Ефремов, А. Проблемные аспекты определения технико-экономических показателей машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия / А. Ефремов // Аграр. экономика. – 2016. – № 4. – С. 39–43.

11. Тихонова, А. В. Системный подход к анализу больших данных АПК с использованием методов Data Science / А. В. Тихонова, А. И. Сидоров // Цифровые технологии анализа данных в сельском хозяйстве. – М.: Науч. консультант, 2022. – С. 179–210.

12. Лукина, И. В. Использование больших данных в АПК / И. В. Лукина, Н. Н. Белова, Т. П. Виеру // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Чебоксары, 25 февр. 2022 г. – Чебоксары: Чуваш. гос. аграр. ун-т, 2022. – С. 415–420.

13. Ефремов, А. Обзор тенденций цифровой трансформации сельскохозяйственного производства / А. Ефремов, И. Ковалев // Аграр. экономика. – 2023. – № 1. – С. 50–57.

Поступила в редакцию 17.09.2023

Сведения об авторах

Ефремов Андрей Александрович – заведующий кафедрой экономической информатики, кандидат экономических наук, доцент;
Белоцкая Юлия Сергеевна – аспирант

Information about the authors

Efremov Andrei Aleksandrovich – Head of the Department of Economic Informatics, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;
Belotskaya Yulia Sergeevna – Post-Graduate Student



Светлана МАКРАК, Артур КЛЮКИН, Диана СИНИЛО

*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: makraksv@inbox.ru, a.klyukin@refor.by, d.sinilo@refor.by*

УДК 631.53.02:635.1/7(100)
<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2023-10-82-96>

Зарубежная практика регулирования отрасли семеноводства овощных культур

Представлены особенности функционирования отрасли семеноводства овощных культур в зарубежных государствах. Проанализирован показатель Access to Seeds Index, оценивающий семеноводческие компании стран Азии и Африки в соответствии с их усилиями по облегчению доступа к семенам улучшенных сортов для фермеров. Разработаны три модели реализации инструментов регулирования отрасли на уровне государств.

Ключевые слова: отрасль семеноводства, инструменты регулирования, семенной бизнес, поддержка семеноводства, эффективность регулирования.

Svetlana MAKRAK, Artur KLIUKIN, Diana SINILO

*Institute of System Researches in the Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: makraksv@inbox.ru, a.klyukin@refor.by, d.sinilo@refor.by*

Foreign practice of regulating the vegetable seed industry

The features of the functioning of the vegetable seed industry in foreign countries are presented. The Access to Seeds Index is analyzed, which evaluates seed companies in Asia and Africa in accordance with their efforts to improve access to quality seeds of improved varieties for farmers. Three models for the implementation of industry regulation tools at the country level have been developed.

Keywords: seed industry, regulatory instruments, seed business, seed support, regulatory efficiency.

Введение

Отрасль семеноводства овощных культур – одно из перспективных направлений оптимизации импортных закупок семян и наращивания экспортного потенциала как

© Макрак С., Ключкин А., Синило Д., 2023

семенного материала (томата, свеклы столовой, огурца и др.), так и овощей. Вместе с тем проблемы системного характера (семеноводство овощных культур имеет длительный срок оборота денежных средств; районирование и получение семян овощных культур являются весьма трудозатратными в сравнении с другими подотраслями растениеводства; материально-техническая база существенно устарела и требует модернизации с учетом инновационных решений и др.) не позволяют эффективно развиваться данной отрасли в нашей стране.

Неоспоримая потребность отечественного семеноводства овощных культур в инновационных и научно-технических разработках, а также высокая капиталоемкость характеризуют ее как непривлекательную для инвесторов. Поэтому на начальных этапах необходимо обязательное вовлечение государства в стимулирование развития семенного бизнеса, проведение маркетинговых мероприятий и др. [1].

В данной связи особую актуальность приобретает исследование зарубежной практики регулирования отрасли семеноводства овощных культур, позволяющее выявить этапы ее становления в условиях достижения взаимовыгодного сотрудничества инвесторов, селекционеров, семеноводческих хозяйств, производителей овощей и овощной продукции, а также организаций торговли при ориентации на укрепление технологической независимости отрасли.

Материалы и методы

Результаты исследования получены на основе анализа отечественной и зарубежной литературы; применялись абстрактно-логический, сравнительный и другие методы.

Основная часть

Установлено, что комплексность инструментов регулирования отрасли семеноводства овощных культур в масштабе стран предопределяется уровнем развития данного бизнеса, при этом во внимание принимают степень его влияния на социально-экономическое положение государства, экспортный потенциал данного сегмента, систему научно-правового обеспечения, включая механизмы защиты прав интеллектуальной собственности.

Исследование зарубежной практики регулирования отрасли семеноводства овощных культур позволило выделить следующие ключевые инструменты ее реализации [2–4]:

нормативно-правовые – законы, постановления, акты по организации и контролю перемещения, производства, регистрации, продвижения, охраны сортов, лицензированию предприятий семенной отрасли и др.;

организационные – система семеноводства и структура ее взаимосвязей с другими секторами и сферами национальной экономики, научное обеспечение и т. д.;

экономические – финансовая поддержка государства и крупных компаний, регулирование цен, налогов и др.

Стоит отметить, что для данных инструментов характерна многоуровневая структура управления, что в большинстве случаев выделяет приоритетность организационных мер. В глобальном масштабе стратегия развития отрасли координируется Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО), транснациональными корпорациями в отрасли семеноводства овощных культур, взаимодействием крупных объединений, на национальном уровне – ассоциациями в разрезе отдельных стран (например, Международная федерация семеноводства (ISF), Итальянская ассоциация семян (ASSOSEMENTI), Европейская ассоциация по семеноводству (ESA), Французский семеноводческий союз (UFS), Национальная ассоциация семеноводства Индии (NSAI), Федерация семеноводческой промышленности Индии (FSII)) и др.

В данной связи изучение опыта ряда государств позволило разграничить три подхода к реализации инструментов регулирования:

целенаправленное развитие семенного бизнеса – предполагает комплексные меры, ориентированные на формирование и поддержание благоприятных условий конкурентной среды в семенной отрасли, укрепление ее научной и экспортной составляющих. Это свойственно таким странам, как Китай, США, Италия, Франция, Швейцария, Нидерланды и др., которые обладают инновационным, научным, природно-климатическим, нормативно-правовым, технико-технологическим, организационно-экономическим потенциалом;

стимулирующее развитие семенного бизнеса – концентрирует внимание на повышении эффективности отрасли производства и развитии рынка семян овощных культур, формировании необходимых условий для привлечения субъектов хозяйствования в семенной бизнес за счет укрепления научного, нормативно-правового потенциала (большинство стран мира);

поддерживающее развитие семенного бизнеса – подразумевает содействие эволюции рынка семян овощных культур и удовлетворение его внутреннего спроса на семена в условиях расширения потоков импортных технологий при высоком уровне потребления овощной продукции населением (страны Африки).

Стоит отметить, что в условиях Беларуси целесообразно углубленно исследовать второй подход с учетом перспективы переориентации на первый при дальнейшем укреплении научной составляющей и природно-климатических изменений в регионах нашей республики. Вместе с тем особый интерес вызывает и третий подход, в том числе в рамках усиления экспортного потенциала отрасли и продвижения нашей продукции в другие страны.

Первый подход – целенаправленное развитие семенного бизнеса.

В Европе семеноводческим компаниям оказывается системная государственная поддержка, например возвращается 40–60 % финансовых средств, затра-

ченных на строительство семеноводческих цехов, заводов, лабораторий. Фермеры-семеноводы получают не только прямое финансирование, но и ряд других (например, налоговых) преференций [3].

Вместе с тем для каждой страны характерны свои особенности.

В Нидерландах регулирование отрасли семеноводства овощных культур осуществляется через государственные инвестиции в крупные компании (Rijk Zwaan, Enza Zaden и Bejo Zaden и др.), которые разрабатывают новые сорта овощей с улучшенными свойствами и продают семена по всему миру [5]. В Западной Африке, Азии и Центральной Америке они реализуют специальные программы, направленные на размножение сортов овощей с учетом местных климатических условий. При этом каждая из организаций имеет свой вектор развития: компания Rijk Zwaan создает инновационные сорта, Bejo Zaden поддерживает мелких фермеров, Enza Zaden дополнительно разрабатывает инновационные концепции по продвижению семян и овощной продукции от производителя до конечного потребителя. Нидерландская инспекция в области растениеводства Naktuinbouw играет ключевую роль в создании систем стимулирования и распространения знаний в селекционной отрасли [5–8]. Все профильные компании используют услуги сторонних организаций, например Incotec и Holland Processing, которые располагают высокотехническим оборудованием для обработки семян и протравливания их от вредителей.

В процессе исследований в рамках страны выделено несколько видов сотрудничества между партнерами по цепочке поставок семян. Самым наглядным примером является функционирование кооператива Coforta, объединяющего около 900 производителей и владеющего дочерней фирмой Greenery, которая тесно сотрудничает с компаниями по размножению растений и супермаркетами. Это позволяет проводить опросы, оперативный мониторинг рыночной конъюнктуры, анализировать потребительские предпочтения применительно к конкретным сегментам. Некоторые селекционные компании подписывают эксклюзивные контракты с супермаркетами на продажу определенных сортов семян.

В Нидерландах обмену знаниями способствует тесное взаимодействие заинтересованных образовательных и научных структур (функционируют учреждения высшего образования, опытные станции, научно-исследовательские институты в области селекции), в том числе благодаря государственно-частному партнерству в инновационной сфере (рис. 1).

Положительный опыт такого сотрудничества представлен образовательным консорциумом сельскохозяйственной отрасли (Green Knowledge Cooperative, GKC). Он фокусируется на обеспечении доступа университетов и школ к передовым знаниям, нацелен на создание сети общих объектов, характеризующейся прочными и тесными связями между наукой, образованием, промышленностью и правительством. Установлено, что совместные программы (в большинстве случаев частично финансируются государством), реализуемые научно-



Рис. 1. Государственно-частное партнерство в семеноводческой отрасли Нидерландов
(выполнен по [5, 7, 8])

исследовательскими институтами и селекционными компаниями, являются эффективным инструментом обмена знаниями.

Особого внимания заслуживает функционирование отраслевых организаций, которые создают необходимую инфраструктуру для взаимодействия научных центров и правительства. Так, компания Plantum занимается селекцией, культурой тканей клеток, производством семян и молодых растений и торговлей ими. По ее инициативе в Нидерландах в международном селекционном центре Seed Valley (семенная долина с множеством штаб-квартир целого ряда инновационных компаний, где ученые со всего мира работают над созданием самых современных технологий производства семян) был образован Технологический институт зеленой генетики (TTI-GG) как кластерное формирование. Данная структура и Центр геномики биосистем (CBBSG) являются результативным примером государственно-частного партнерства.

В Нидерландах помимо такого партнерства развито сотрудничество «от бизнеса к бизнесу», в том числе между конкурентами, для достижения экономических выгод. Примером является стратегический альянс BioSeeds.

Таким образом, инновационная система отрасли семеноводства в Нидерландах формируется под воздействием увеличивающегося спроса на продукцию (прибыльность отрасли, рост потребления овощей и др.), благоприятных условий конкурентной среды и высокого уровня научного обеспечения отрасли (рис. 2).

Следует отметить, что Нидерланды были одной из первых стран, которые создали систему защиты прав селекционеров растений уже в 1940-х гг. Это позволяет разработчику сорта занять монопольное положение, гарантирующее хорошую отдачу от инвестиций. Современную технологию защиты прав интел-

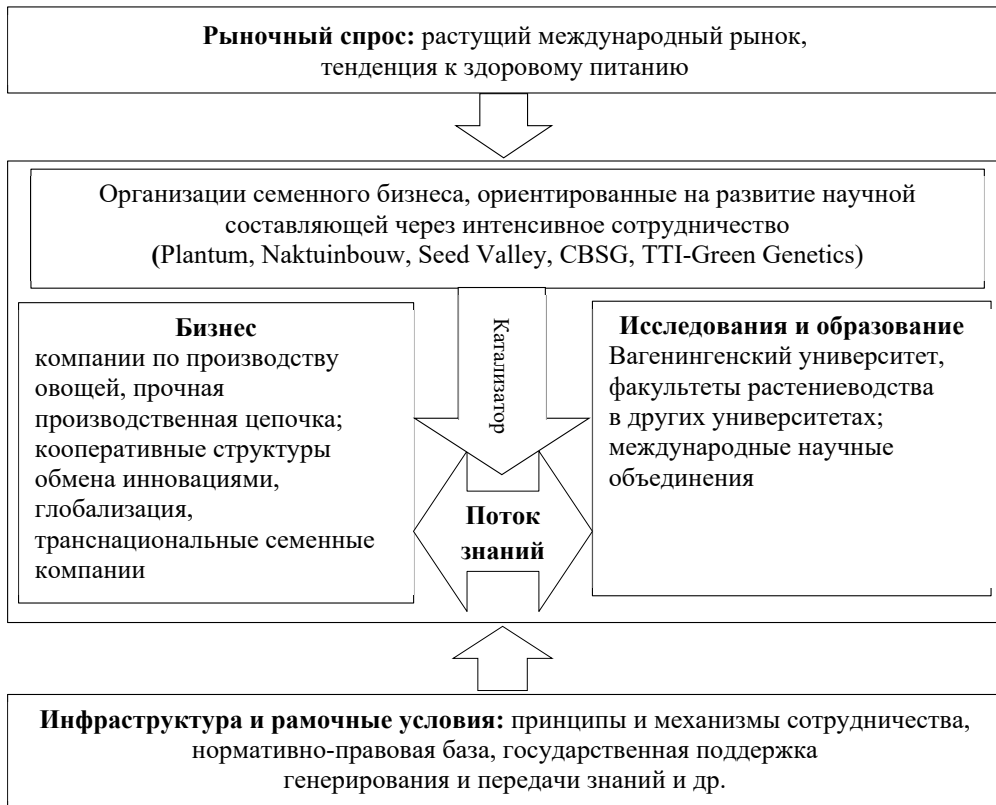


Рис. 2. Элементы инновационной системы отрасли семеноводства овощных культур в Нидерландах (выполнен по [5, 7, 8])

лектуальной собственности можно назвать открытой инновационной системой, поскольку все охраняемые сорта доступны для использования в будущих селекционных программах. В стране действует многоуровневая система контроля в отношении сохранения сортовых качеств семян, производства, обработки, упаковки и маркетинга.

Правительство Франции предоставляет производителям семян финансовую поддержку на научные исследования и разработки. Средства распределяются между транснациональными компаниями. Среди них следует выделить следующие [9–12]:

Astera Seed – специализируется на размножении семян овощей для клиентов по всему миру, разработке новых видов, улучшении процессов размножения овощей для повышения урожайности культур и качества семян;

Sakata Vegetables Europe, дочерняя компания Sakata Seed Corporation – занимается выращиванием, производством и продажей высококачественных семян овощей для Европы, Ближнего Востока и Африки; разрабатывает новые

овощные и декоративные сорта, которые обладают превосходными характеристиками, что может устанавливать новые стандарты для отрасли;

НМ.Clause – разрабатывает высококачественные семена овощей; совершенствует отраслевые стандарты за счет сотрудничества с независимыми сертифицированными аналитиками для проведения тестов на всхожесть каждой партии семян и на гарантию продуктивности, создает новые инновационные сорта для удовлетворения мирового рыночного спроса. Компания инвестирует 18 % годового объема выручки в свою исследовательскую группу по всему миру (инновации направлены на ускорение селекции новых семян, повышение устойчивости к болезням, разработку стратегий защиты растений от заражения путем диагностики болезней, удовлетворение потребительского спроса);

Vilmorin-Mikado France – ежегодно выводит на рынок более 75 новых сортов семян основных видов овощных культур; ее научные исследования позволили разработать ряд решений совершенствования технологической составляющей (например, пленочное покрытие) для более точного посева семян, повышения их производительности, создания благоприятных условий для развития всходов и т. д.

Италия является крупнейшим производителем семян овощей (наиболее популярны помидоры, огурцы, баклажаны, перцы, кабачки и бобы) в Европе и 3-м в мире после Китая и Индии. Семеноводством овощных культур в стране занимаются как государственные, так и частные структуры. Накоплен положительный опыт развития отрасли за счет организации кооперативного движения семенных компаний. Например, товарное семеноводство капусты белокочанной представлено пятью фирмами, а также фермерами, объединенными в национальную ассоциацию. Данная структура решает организационные вопросы, в том числе пространственной изоляции полей, фитосанитарного состояния и др., заключает договоры на выращивание товарных семян с большим числом компаний из разных стран, предоставляя им свои семена элиты сортов или линий гибридов, реализует научное и финансовое обеспечение договоров с фермерами [5–15].

В Германии крупнейшим игроком на данном рынке является фирма Bayer, которая инвестирует в исследования и производство семян овощей. Это обеспечивает потребности товаропроизводителей овощей в инновационных семенах для повышения урожайности культур в условиях экологизации земледелия [13]. Компания Nunhems является всемирно известным брендом в индустрии гибридов, ее программы селекции позволили разработать более 1200 сортов семян 24 овощных культур [6].

Второй подход – стимулирующее развитие семенного бизнеса.

Австралия является крупным производителем семян. В стране функционируют несколько организаций, занимающихся распространением или производством, однако большинство из них принадлежат иностранным материнским компаниям, которые специализируются на региональном семеноводстве. Дочерние группы получают семена, размножают и экспортируют [14–17], что свиде-

тельствует о масштабировании рынка. Местные селекционеры должны соблюдать общие стандарты. Это обеспечивает гарантию последующего получения овощей с заданными характеристиками. Национальный уровень управления представлен Австралийской федерацией семеноводства (ASF), которая является ведущим органом семенной промышленности. Данная структура разрабатывает:

Национальный свод правил по маркировке и реализации семян, гарантирующих потребителям точную и непротиворечивую информацию при принятии решений о пригодности семян для посева;

Национальный свод правил по использованию средств для обработки семян, обеспечивающих качество безопасной и эффективной обработки под логотипом ASF.

Австралийское управление по семенам (ASA) проводит сертификацию семян, применяя как национальную схему сертификации, так и разработанные Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). По запросу отрасли ASA подготовлен ряд стандартов и процедур для поддержки семеноводческой отрасли, включая сертификацию семян и стандарты качества, критерии регистрации сортов, национальный список сортов и различные технические руководства. ASA является уполномоченным органом Международной ассоциации тестирования семян, однако данный институт напрямую не регулирует права селекционеров или вопросы фитосанитарии, которыми занимаются государственные учреждения [13]. В связи с нехваткой внутренних резервов ASA организует сертификацию экспортных семян. Обычные операции по сертификации и испытанию сортов семян обеспечивают три агентства по контрактам с ASA. Поставщиками подобных услуг могут быть государство и частные компании.

Правительство Таиланда либерализовало производство семян овощных культур путем привлечения иностранных инвесторов, что привело к значительному росту частного семенного хозяйства. Вместе с тем в стране не отработаны нормативные и правовые акты в части регулирования отрасли. Взаимосвязи между посредниками и фермерами складываются на основе договоров, предусматривающих реализацию семян по заранее согласованной цене без учета конъюнктурных сдвигов. Государственные организации, отвечающие за развитие семеноводства овощных культур, в основном занимаются разработкой технологий и передачей информации в производственный сектор. При Министерстве сельского хозяйства и кооперативов был создан Департамент распространения сельскохозяйственных знаний (DOAE), в функции которого входят объединение фермеров в группы, их обучение, помощь в контактах с торговыми агентами частного сектора, ведение переговоров о справедливых ценах, зонирование территорий с высоким потенциалом выращивания определенных культур и координация с сельскохозяйственным управлением.

Установлено, что особая роль в совершенствовании технологии разработки и размножения семян принадлежит Исследовательскому центру тропических

овощей (TVRC), который тесно сотрудничает с Азиатским региональным центром (ARC) и налаживает связи с другими научно-исследовательскими институтами, что позволяет улучшать сорта основных овощных культур. В Таиланде испытания томатов, сои, перцев, пекинской капусты и других основных культур проводятся круглый год по согласованию с TVRC, что позволяет найти новые и усовершенствовать существующие методы обеспечения питательности овощей и повысить рентабельность.

ARC с помощью AVRDC (Всемирный центр овощеводства) и других международных исследовательских институтов создал собственную коллекцию зародышевой плазмы овощей, реализует 5-месячные и краткосрочные курсы по выращиванию сельхозпродукции. Отчеты о деятельности (результаты исследований, другая информация ARC) распространяются среди выпускников учебных заведений, исследовательских учреждений посредством публикаций, рассылки дайджестов новостей и образовательных материалов.

Третий подход – поддерживающее развитие семенного бизнеса.

Установлено, что на Африканском континенте существует множество компаний и кооперативов, которые развивают бизнес на импорте и торговле семенами или размножении общедоступных сортов. Выведением сортов овощных культур занимаются государственные сельскохозяйственные научно-исследовательские организации Бенина, Буркина-Фасо, Эфиопии, Ганы, Кении, Мали, Нигерии, Сенегала, Танзании, Замбии и др. В странах Африки отрасль семеноводства овощных культур обладает высоким потенциалом, что связано с особенностями земледелия, культурой питания. Однако одним из ключевых препятствий для развития ее научно-исследовательского сектора является отсутствие комплексной системы законов и правил, регулирующих селекционные исследования, а также производство и продажу семян [18–22]. Программы селекции на государственном уровне нацелены на традиционные и экзотические овощи, но обычно включают лишь несколько культур вследствие ограниченности финансовой поддержки [21].

Исследование показало, что на уровне ФАО особое внимание уделено отрасли семеноводства овощных культур, поскольку в данном сегменте сконцентрирован высокий потенциал решения глобальных проблем продовольственной безопасности и достижения Цели в области устойчивого развития № 2: Ликвидация голода. Организация рассчитывает показатель Access to Seeds Index [21], который оценивает и ранжирует семеноводческие компании в соответствии с их доступом к качественным семенам улучшенных сортов, предназначенных для фермеров в развивающихся странах. Индекс определяет лидерство и передовой опыт, предоставляя доказательную базу для разработки предложений по достаточному обеспечению семенами развивающихся регионов, по совершенствованию механизмов доступа к ним и др.

В 2019 г. Индекс базировался на четырех рейтингах, оценивающих результаты деятельности мировых семеноводческих компаний, а также отрасли в регионах

Южной и Юго-Восточной Азии и странах Африки к югу от Сахары. Установлено, что в некоторых государствах, таких как Ангола, Бангладеш, Камерун, Индия и др., на принципах высокой конкуренции осуществляется цикл процессов по размножению, тестированию, производству, обработке, реализации семян и оказанию дополнительных услуг применительно к отрасли семеноводства (см. таблицу).

Access to Seeds Index деятельности компаний в области семеноводства полевых культур и овощей на уровне отдельных стран, 2019 г.

Государство	Количество компаний	Производимые культуры		Деятельность компании на уровне государства					
		Полевые культуры	Овощи	Место разведения	Место тестирования	Производство семян	Место обработки	Реализация на рынок	Дополнительные услуги
Ангола	13	8	12	—	2	2	1	13	—
Афганистан	8	—	8	—	—	—	—	8	—
Бангладеш	21	8	14	3	9	4	2	21	6
Бенин	5	1	5	1	2	1	—	5	1
Ботсвана	9	6	8	—	2	—	—	9	1
Буркина-Фасо	15	8	12	2	3	5	—	14	2
Бурунди	7	4	6	—	1	1	—	7	1
Вьетнам	20	10	17	6	10	8	5	20	5
Габон	5	1	5	—	1	—	—	5	1
Гамбия	7	3	5	—	—	—	—	7	—
Гана	15	8	12	1	5	2	1	15	2
Гвинея	4	3	2	—	—	—	—	4	—
Гвинея-Бисау	1	—	1	—	—	—	—	1	—
Замбия	19	12	18	3	4	7	4	19	5
Зимбабве	18	11	17	4	6	3	4	18	3
Индия	26	15	23	17	17	20	15	26	14
Индонезия	21	10	15	8	8	8	4	21	9
Камбоджа	10	5	5	—	4	—	—	10	3
Камерун	12	1	9	2	4	2	—	12	3
Кения	24	12	23	6	13	9	6	24	9
Конго-Браззавиль	7	3	6	—	1	—	—	7	1
Конго-Киншаса	9	4	8	—	2	—	—	9	2
Кот-д'Ивуар	15	8	11	—	5	2	2	15	4
Лаос	9	4	6	—	2	1	—	9	1
Лесото	6	5	5	—	1	—	—	6	1
Либерия	4	4	1	—	—	—	—	4	—
Мавритания	4	1	3	—	—	—	—	4	—
Мадагаскар	10	5	9	2	—	3	1	8	—

Государство	Количество компаний	Производимые культуры		Деятельность компании на уровне государства					
		Полевые культуры	Овощи	Место разведения	Место тестирования	Производство семян	Место обработки	Реализация на рынок	Дополнительные услуги
Малави	11	8	10	1	4	5	2	11	2
Мали	16	9	15	2	5	3	2	16	4
Мозамбик	16	8	15	1	5	3	1	16	3
Мьянма	13	4	11	–	5	3	1	13	3
Намибия	10	6	9	–	1	1	–	10	–
Непал	17	5	10	1	5	2	1	17	1
Нигер	10	4	9	–	3	1	1	10	2
Нигерия	22	13	18	4	9	6	5	22	7
Пакистан	21	9	17	2	9	4	1	21	3
Руанда	12	7	11	–	3	3	1	12	3
Сенегал	18	10	12	3	5	4	1	18	3
Сомали	3	2	3	–	1	1	1	3	1
Сьерра-Леоне	6	2	4	–	–	–	–	6	–
Таиланд	21	8	17	10	11	12	6	21	6
Танзания	22	14	20	5	10	9	6	22	9
Того	6	1	6	–	2	–	–	6	1
Уганда	20	12	19	3	8	5	4	20	8
Филиппины	17	7	12	6	7	7	4	17	5
Центральная Африка	1	–	1	–	–	–	–	1	–
Чад	2	1	1	–	–	–	–	2	–
Шри-Ланка	18	3	15	–	7	1	–	18	2
Экваториальная Гвинея	1	–	1	–	–	–	–	1	–
Эсватини	8	5	7	–	2	1	–	8	1
Эфиопия	16	9	14	2	6	5	2	16	4
Южная Африка	20	10	18	10	10	10	4	20	2
Южный Судан	9	7	8	–	1	2	–	9	–

Примечание. Составлена по [21, 22].

Таким образом, исследование правоприменительной практики за рубежом позволило развить подходы к реализации инструментов регулирования отрасли семеноводства овощных культур до уровня трех моделей:

- поддержание функционирования семенного бизнеса овощных культур;
- стимулирование развития семенного бизнеса овощных культур;
- целенаправленное развитие семенного бизнеса овощных культур (рис. 3).

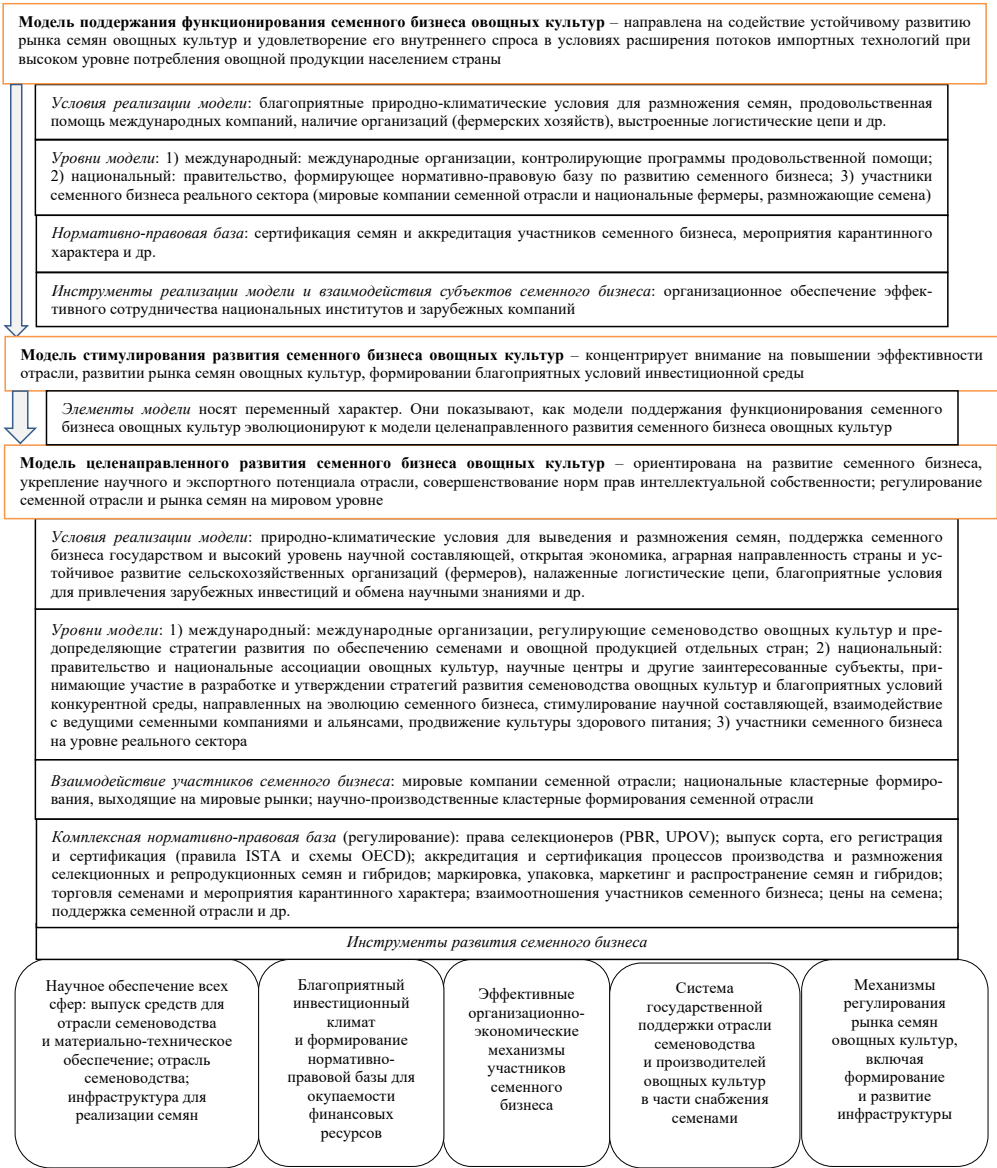


Рис. 3. Модели развития отрасли семеноводства овощных культур на уровне стран

Первая модель направлена на поддержку устойчивого развития рынка семян и удовлетворение его внутреннего спроса при высоком уровне потребления овощной продукции населением страны; вторая – концентрирует внимание на повышении эффективности отрасли, рынка семян овощных культур, формировании благоприятных условий инвестиционной среды; третья – ориентирована на эволюцию семенного бизнеса, укрепление научного и экспортного по-

тенциала отрасли, совершенствование норм прав интеллектуальной собственности.

Научная новизна разработки заключается в разграничении подходов к организации семенного бизнеса с учетом открытости экономики государств, функционирования транснациональных компаний, наличия инвестиционной поддержки селекции и семеноводства, развития науки, а также природно-климатических условий ведения сельского хозяйства.

Применяя результаты исследования к Республике Беларусь, следует отметить, что для страны характерна модель стимулирования функционирования семенного бизнеса овощных культур [23]. Для ее трансформации особую значимость имеют дальнейшее повышение научного потенциала и совершенствование нормативно-правового регулирования отрасли семеноводства, позволяющие внедрять эффективные формы реализации организационно-экономических механизмов взаимовыгодного сотрудничества инвесторов, селекционеров, семеноводческих хозяйств, производителей овощей и овощной продукции, а также организаций торговли в условиях укрепления технологической независимости отрасли.

Заключение

В настоящее время в мире отрасль семеноводства овощных культур развивается динамично, что связано с заинтересованностью инвесторов и государства, например:

- предоставление правительством финансовой поддержки на развитие овощеводческой деятельности;

- финансирование деятельности компаний отрасли Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН и иными зарубежными инвесторами;

- создание комплексной законодательной базы, регулирующей экспорт и импорт семян овощей, сертификацию, стандартизацию и др.

На основании изучения зарубежного опыта регулирования отрасли семеноводства овощных культур выделены следующие составляющие ее инструменты: нормативно-правовые, организационные и экономические.

Обоснованы модели реализации инструментов регулирования отрасли на уровне стран:

- первая – ориентирована на развитие семенного бизнеса, укрепление научно-го и экспортного потенциала отрасли, совершенствование норм прав интеллектуальной собственности;

- вторая – концентрирует внимание на повышении эффективности отрасли, развитии рынка семян овощных культур, формировании благоприятных условий инвестиционной среды;

- третья – направлена на поддержку устойчивого развития рынка семян и удовлетворение его внутреннего спроса при высоком уровне потребления овощной продукции населением страны.

ПРИМЕЧАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в рамках договора от 2 мая 2023 г. № Б23У-005 (№ ГР 20230917).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Макрак, С. Развитие рынка семян овощных культур в Республике Беларусь на основе инструментов государственного регулирования / С. Макрак // Аграр. экономика. – 2022. – № 4. – С. 34–46.
2. Система мер по развитию рынка семян овощных культур Республики Беларусь с учетом самообеспечения и экспортного потенциала / А. В. Пилипук [и др.]; под ред. А. В. Пилипука; Ин-т систем исслед. в АПК НАН Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по картофелеводству и овощеводству. – Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2023. – 131 с.
3. Стимулирование развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур: отечественный и зарубежный опыт: аналит. обзор / А. П. Королькова [и др.]. – М.: Росинформагротех, 2020. – 124 с.
4. Аутко, А. А. Экологизация и механизация производства овощных культур, пряно-ароматических и лекарственных растений в Беларуси / А. А. Аутко, Ан. А. Аутко, И. С. Бутов // Картофель и овощи. – 2022. – № 6. – С. 18–22.
5. Activities [Electronic resource] / Rijk Zwaan. – Mode of access: <https://www.rijkszwaan.com/activities>. – Date of access: 20.07.2023.
6. Vegetable Seeds – Shaping The Future Of Vegetables [Electronic resource] / BASF SE. – Mode of access: <https://agriculture.basf.com/global/en/business-areas/vegetable-seeds.html>. – Date of access: 20.07.2023.
7. Bejo's support for smallholder farmers [Electronic resource] / Bejo. – Mode of access: <https://www.bejo.com/bejos-support-smallholder-farmers>. – Date of access: 20.07.2023.
8. Products & Services [Electronic resource] / Enza Zaden. – Mode of access: <https://www.enzazaden.com/nz/products-and-services>. – Date of access: 20.07.2023.
9. Experimentation in the service of quality [Electronic resource] / AsteraSeed. – Mode of access: <https://www.asteraseed.fr/en/experimentation-2>. – Date of access: 20.07.2023.
10. Sakata. Passion in seed [Electronic resource] / Sakata Corporate. – Mode of access: <https://sakata-vegetables.eu/vegetables>. – Date of access: 20.07.2023.
11. Vegetable Seeds [Electronic resource] / HM.CLAUSE. – Mode of access: <https://hmclosure.com/vegetable-seeds>. – Date of access: 20.07.2023.
12. Recherche & Innovation [Electronic resource] / Vilmorin-Mikado. – Mode of access: <https://www.vilmorinmikado.fr/recherche-innovation>. – Date of access: 20.07.2023.
13. Innovation. Research & Development. Planting what's to come [Electronic resource] / Bayer. – Mode of access: <https://www.vegetables.bayer.com/us/en-us/innovation/research-development.html#accordion-873264-2>. – Date of access: 20.07.2023.
14. The Sectoral Innovation System of the Dutch Vegetable Breeding Industry [Electronic resource] / Z. Liu [et al.] // Wageningen Journal of Life Sciences. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/282635262_The_Sectoral_Innovation_System_of_the_Dutch_Vegetable_Breeding_Industry. – Date of access: 20.07.2023.
15. Barry, K. Why Australia imports so many veggie seeds [Electronic resource] / K. Barry, J. Scott / University of Tasmania. – Mode of access: <https://www.utas.edu.au/about/news-and-stories/articles/2018/574-why-australia-imports-so-many-veggie-seeds>. – Date of access: 20.07.2023.
16. Brassicaceous vegetable seeds [Electronic resource] / Australian Government: Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. – Mode of access: <https://www.agriculture.gov.au/biosecurity-trade/policy/risk-analysis/plant/brassicaceous-crop-seeds>. – Date of access: 20.07.2023.

17. Organic vegetables in Australia under threat with new proposal to change import rules [Electronic resource] / Herald Sun. – Mode of access: <https://www.heraldsun.com.au/lifestyle/food/organic-vegetables-in-australia-under-threat-with-new-proposal-to-change-import-rules/news-story/fe718c238c26ea376ca3eb5e47fa400e>. – Date of access: 20.07.2023.

18. Mandal, Bir C. Agricultural Production Situation in DPR Korea: 2020 [Electronic resource] / Bir C. Mandal. – Mode of access: https://www.fao.org/uploads/media/Crop_Production_in_2020_in_DPRK_narrative_report_revised_020421_01.pdf. – Date of access: 20.07.2023.

19. Laws and regulations enabling and restricting Africa's vegetable seed sector [Electronic resource] / K. A. Kuhlmann [et al.] // International Journal of Agricultural Sustainability. – 2023. – Vol. 21. – Mode of access: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14735903.2023.2210005>. – Date of access: 20.07.2023.

20. Assessment of Southern and Eastern African countries for vegetable and flower seed production by U.S. companies: August 2020 [Electronic resource] / EMEA Agri. – Mode of access: <https://www.betterseed.org/wp-content/uploads/EMEA-AFRICA-ASSESSMENT.pdf>. – Date of access: 20.07.2023.

21. Methodology for the Access to Seeds Index 2019 [Electronic resource] / Access to Seeds Index. – Mode of access: <https://www.accesstoseeds.org/methodology>. – Date of access: 20.07.2023.

22. Identifying Leading Seed Companies in South and Southeast Asia [Electronic resource] / Access to Seeds Index. – Mode of access: <https://www.accesstoseeds.org/app/uploads/2018/04/Leading-Seed-Companies-in-South-and-Southeast-Asia.pdf>. – Date of access: 20.07.2023.

23. Расторгуев, П. Направления развития отечественного рынка семян овощных культур с учетом членства в ЕАЭС / П. Расторгуев, И. Почтовая // Аграр. экономика. – 2023. – № 6. – С. 55–62.

Поступила в редакцию 28.07.2023

Сведения об авторах

Макрак Светлана Васильевна – заведующая сектором ценообразования, кандидат экономических наук, доцент;

Клюкин Артур Дмитриевич – научный сотрудник сектора финансов, магистр экономических наук;

Синило Диана Сергеевна – научный сотрудник сектора финансов, магистр экономических наук

Information about the authors

Makrak Svetlana Vasilievna – Head of the Pricing Sector, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;

Kliukin Artur Dmitrievich – Researcher of the Finance Sector, Master of Economic Sciences;

Sinilo Diana Sergeevna – Researcher of the Finance Sector, Master of Economic Sciences