

Единая цифровая платформа системной интеграции сельскохозяйственных, перерабатывающих и сбытовых предприятий

Е. А. Алешина[✉], Д. В. Сердобинцев

Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук» (ПНИИЭО АПК), Саратов, Россия

[✉]E-mail: aleshina-80@mail.ru

Аннотация. У руководства значительной части сельскохозяйственных, перерабатывающих и сбытовых организаций агропромышленного комплекса (АПК) не вызывает сомнений необходимость технической и технологической трансформации модели ведения агробизнеса в направлении цифровизации и системной интеграции как главных детерминант повышения эффективности деятельности. **Целью** работы являлась разработка платформенного механизма интеграции ресурсных подсистем предприятий регионального АПК посредством цифровой трансформации. Предлагаемый подход согласуется с ГОСТ Р ИСО 19439-2008 «Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия». Использовались следующие **методы исследования**: статистико-экономический, монографический, абстрактно-логический, расчетно-конструктивный. **Результаты исследования.** Проведенный анализ показал, что на сегодняшний день активные процессы внедрения информационных технологий фиксируются во всех сферах производственно-экономической деятельности, однако сельское хозяйство находится в арьергарде отмеченных тенденций. Как следствие, имеется обширное поле деятельности для реализации digital-проектов. С этой целью авторами разработан комплекс эффективных мер по повышению уровня цифровизации АПК. **Научная новизна.** Предложен платформенный механизм системной интеграции, предполагающий применение теоретико-методологического базиса и дифференциацию инициального, мезоморфного, терминального этапов трансформационного процесса, позволяющий осуществлять транзит от интеграции IT-устройств и программного обеспечения в масштабах организации на основе Единой системы управления ресурсами предприятия через объединение с информационно-коммуникационными системами других предприятий-участников на базе платформенного продукта посредством создания Системы интегрированного управления цепочкой производства к объединению всех субъектов агропродовольственного сектора в рамках Единой цифровой платформы системной интеграции. Реализация разработанного механизма имплицитно подразумевает наличие массивов оперативных отраслевых данных, а также формирование эффективных алгоритмов анализа, что обеспечивает возможность глобального планирования и предоставления рекомендаций участникам рынка, в том числе на базе технологий искусственного интеллекта. Кроме того, Единая цифровая платформа системной интеграции станет площадкой для получения средств государственной поддержки и предоставления отчетности по ней в электронном виде, что сократит сроки ожидания.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, цифровизация, системная интеграция, ресурсная подсистема, сельскохозяйственное предприятие, перерабатывающее предприятие, сбытовое предприятие, цифровая платформа

Для цитирования: Алешина Е. А., Сердобинцев Д. В. Единая цифровая платформа системной интеграции сельскохозяйственных, перерабатывающих и сбытовых предприятий // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 02. С. 232–247. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-232-247>.

Дата поступления статьи: 02.06.2023, **дата рецензирования:** 24.08.2023, **дата принятия:** 10.10.2023.

Unified digital platform for system integration of agricultural, processing and sales enterprises

E. A. Aleshina[✉], D. V. Serdobintsev

Povolzhskiy Scientific Research Institute of Economic and Organization of Agroindustrial Complex – Subdivision of the Federal Research Centre “Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences” (PSRIOAIC), Saratov, Russia

[✉]E-mail: aleshina-80@mail.ru

Abstract. The management of a significant part of agricultural, processing and marketing organizations of the agro-industrial complex no longer doubts the need for technical and technological transformation of the agribusiness model in the direction of digitalization and system integration as the main determinants of increasing the efficiency of their activities. At the same time, the analysis showed that today active processes of information technology implementation are recorded in all spheres of production and economic activity, however, the agro-industrial complex is still in the rearguard of the noted trends, which forms a vast field of activity for the implementation of digital projects and requires the preparation of a set of effective measures to increase the level of digitalization. **The purpose** of the work was to develop a platform mechanism for integrating resource subsystems of regional agricultural enterprises through digital transformation. The proposed approach is consistent with GOST R ISO 19439-2008 “Enterprise integration. The basis of enterprise modeling”. The following **research methods** were used: statistical-economic, monographic, abstract-logical, computational-constructive. **Research results.** The conducted analysis showed that today active processes of introduction of information technologies are recorded in all spheres of production and economic activity, but agriculture is in the rear of the noted trends. As a result, there is a wide range of activities for digital projects. To this end, the authors have developed a set of effective measures to increase the level of digitalization of agro-industrial complex. **Scientific novelty.** The paper proposes a platform mechanism of system integration, involving the application of a theoretical and methodological basis and differentiation of the initial, mesomorphic, terminal stages of the transformation process, enabling the transit from the integration of IT devices and software across the organization based on a Single enterprise resource management system through integration with the information and communication systems of other participating enterprises on the basis of a platform product through the creation of an integrated Production chain management System to the unification of all subjects of the agricultural sector within a Single Digital System Integration Platform. implementation of the developed mechanism implies the availability of arrays of operational and reliable industry data, as well as the formation of effective algorithms for their analysis, which provides the possibility of global planning and providing recommendations to market participants, including on the basis of artificial intelligence technologies. In addition, the Unified Digital Platform for System Integration will become a platform for receiving state support funds and reporting on it in electronic form, which will significantly reduce waiting times.

Keywords: agro-industrial complex, digitalization, system integration, resource subsystem, agricultural enterprise, processing enterprise, marketing enterprise, digital platform

For citation: Aleshina E. A., Serdobintsev D. V. Unified digital platform for system integration of agricultural, processing and sales enterprises. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 24 (2): 232–247. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2024-24-02-232-247>. (In Russ.)

Date of paper submission: 02.06.2023, **date of review:** 24.08.2023, **date of acceptance:** 10.10.2023.

Постановка проблемы (Introduction)

В современных условиях функционирования АПК базовым условием достижения предприятием лидерских позиций на рынке стала реализация инновационных проектов по интеграции всех элементов бизнеса в единую систему на базе цифровой платформы. Очевидно, что применение ИТ (Information Technology – информационные технологии (ИТ)), обеспечивающих бесперебойные коммуникации и формирующих достаточные вычислительные мощности, целесообразно на всех этапах системы «поле → прилавок». В числе положитель-

ных результатов внедрения digital-продуктов необходимо указать снижение различных потерь, в частности, от хищения и нецелевого использования материальных средств, повышение прозрачности бизнеса, оптимизацию взаимоотношений сельхозтоваропроизводителей с государством (ускорение и упрощение документооборота, получение льготного кредитования и доступа к цифровым платформам), улучшение ситуации в сфере надзора и сертификации агропродукции, экологического контроля, относительную простоту масштабируемости проектов.

Немаловажно отметить, что с увеличением количества датчиков, сенсоров и полевых контроллеров, агрегированных в общую сеть с целью обмена информационными потоками, увеличивается объем полезных данных, получаемых пользователем. Последующая цифровая интеграция получаемых информационных ресурсов с интеллектуальными мобильными приложениями, осуществляющими их оперативную обработку с отражением результатов анализа разнообразных факторов и обоснованием возможных действий, имплицитно подразумевает серьезные организационные трансформации в бизнесе.

Наблюдающиеся в настоящий момент активизация процессов системной интеграции в агропродовольственном секторе и реализация многочисленных бизнес-проектов в этом направлении, к сожалению, пока не привели к крупномасштабной автоматизации агропроизводства и перерабатывающей сферы. На многих предприятиях все еще установлены информационные системы, являющиеся комбинациями разрозненных программ и программных комплексов, в большинстве случаев слабо интегрированных между собой, наблюдается кадровый дефицит [1–3]. Сегодня можно лишь уверенно утверждать, что IT-решения в агробизнесе будут базироваться на технологиях и подходах из бизнес-аналитики и интернета вещей.

Теоретико-методологические основы построения цифровых платформ на сегодняшний день сформулированы в трудах многих ученых. Так, в работе Ю. С. Отмаховой и Н. И. Усенко исследуются интеллектуальные технологии, которые могут быть успешно применены в отечественном агропродовольственном бизнесе, методические вопросы разработки и внедрения платформенных бизнес-моделей и связанных с ними приложений, формирования IT-инструментов для анализа готовности субъектов агропродовольственного рынка к процессам цифровизации [4]. Ю. С. Отмаховой и С. Асавасанти предложен подход к оценке потребности агропродовольственного сектора в платформенных сервисах и информационных технологиях с позиции потребительских характеристик выпускаемой продукции, а также индекса сложности товара (Product Complexity Index), продуктового пространства (Product Space) и его корреляции с digital-элементами производства. Данный подход служит для исследования возможностей применения методов и технологий искусственного интеллекта (ИИ) и анализа Big Data (больших данных) с учетом восходящих и нисходящих потоков полного цикла цепи формирования добавленной стоимости [5]. При этом Е. П. Гусакова, А. В. Щуцкая, Е. П. Афанасьева отмечают, что зоной покрытия информационно-коммуникационных технологий должны быть все основные технологические процессы в агропромышленном комплексе [6]. И. Ф. Юрченко рассматривает ключевые меро-

приятия в направлении цифровой трансформации агропредприятия на мелиорируемых землях [7]. В трудах В. И. Меденникова в ретроспективе исследуется опыт информатизации отечественного агропромышленного комплекса, а также анализируются современные тенденции цифровизации агросектора с целью выявления инновационных направлений реализации процессов цифровой трансформации отрасли в ближайшем будущем на основе формирования цифровой платформы АПК как элемента интернет-пространства страны. По мнению автора, в России концептуальные основы построения интегрированной цифровой платформы АПК были изучены на базе разработки экономико-математической модели создания оптимальной платформы в масштабах задания «Электронизация сельского хозяйства» Комплексной программы НТП стран – членов СЭВ. На основе указанной модели были выявлены общие для агропредприятий облачные IT-подплатформы. Теоретическим фундаментом авторских разработок стали идеи Общегосударственной автоматизированной системы сбора и обработки информации для учета, планирования и управления народным хозяйством в СССР, предложенной академиком А. И. Китовым и В. М. Глушковым, приобретающие особую актуальность в последние годы. С целью эффектного отражения эвентуальности создания облачных сервисов на базе модели интегрированной цифровой платформы АПК В. И. Меденниковым разработаны схемы перспективной цифровой подплатформы точного земледелия и единого интернет-пространства цифрового взаимодействия логистической деятельности агропроизводства, переработки и сбыта готовой продукции [8–11]. В работе И. А. Ганиевой классифицируются приоритетные проблемы субъектов агробизнеса, возникающие в процессе трансфера к цифровому формату функционирования, обосновывается наполнение и архитектура цифровой платформы отечественного агросектора, предлагается комплекс критериев для оценки эффективности процессов его IT-трансформации [12]. В свою очередь, А. В. Колесников с соавторами [13; 14] констатируют, что информационные технологии (Low-power Wide-area Network (LPWAN), Big Data, управленческие платформы др.) на текущий момент активно используются в агропроизводстве, однако пока преимущественно в секторе цепочек поставок. Указанными авторами также выделяются технологические платформы, которые в перспективе образуют фундамент для развития цифровых технологий в агросегменте. В статье Е. Синцова, Е. Вицко рассматриваются перспективы реализации цифровой модернизации на базе краудфандинга, используемого в качестве альтернативы иным вариантам финансирования, в том числе в условиях трудосберегающего типа экономического роста [15].

Согласно ГОСТ Р ИСО 19439-2008 «Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия»¹, природа организации характеризуется четырьмя представлениями модели, спектакулярно демонстрирующими ее ресурсное, организационное, функциональное и информационное содержание. В рамках исследования разработан механизм системной интеграции ресурсных подсистем в объединении организаций 2 и 3 сфер АПК на основе цифровизации, автоматизации и создания мульти-сервисной платформы, обеспечивающих эффективное функционирование и устойчивое развитие участников объединения и системы в целом.

Методология и методы исследования (Methods)

Теоретическую, методологическую и информационную базу исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых, материалы Федеральной службы государственной статистики (Росстата), Министерств экономического развития, сельского хозяйства, науки и высшего образования Российской Федерации, высших учебных заведений, научных институтов федерального и регионального уровня и другие источники. Нормативную основу составил национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 19439-2008 «Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия»². При изучении теоретических и методологических основ цифровизации деятельности предприятий использованы монографический и логический методы. Изучение современного состояния информационно-технологического развития отдельных отраслей экономики страны проводилось на основе статистико-экономического анализа, а также методом сопоставительного анализа. Определение направлений цифровой трансформации деятельности агропромышленных предприятий проводилось с применением абстрактно-логического и расчетно-конструктивного методов.

Результаты (Results)

В настоящее время не вызывают сомнений значимость и актуальность процессов цифровизации и системной интеграции как на государственном, так и на частном уровне, что спектакулярно проявляется в их акселерации во всех отраслях отечественной экономики, создании специализированных ведомств, реализации целевых программ, в том числе в агросекторе. По данным Высшей школы

экономики (ВШЭ), валовые внутренние затраты России на развитие цифровизации с 2017 по 2021 год выросли с 3,6 до 3,7 % валового внутреннего продукта (ВВП), составив 4848 млрд руб. При этом за то же время внутренние затраты организаций на создание, распространение и использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг увеличились с 1,9 до 2,2 % ВВП, составив 2947 млрд руб. Затраты домашних хозяйств страны на использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг выросли с 1,3 до 1,5 % ВВП, или до 1901 млрд руб. [16].

В структуре общей суммы затрат российских предприятий на создание, распространение и использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов наибольшую долю естественным образом составляют организации информации и связи. В числе лидеров также следует указать финансовые, образовательные, профессиональные, научные и технические организации (таблица 1). При этом сельское хозяйство наряду с организациями культуры и спорта, а также административной и сопутствующей деятельностью находится в аутсайдерах, что может свидетельствовать о большом резерве роста цифровизации данных отраслей.

Как следует из приведенной таблицы, лидерами по внедрению ИТ являются предприятия информации и связи, услуги которых, в свою очередь, пользуются увеличивающимся спросом у предприятий других отраслей. Среди данных услуг, разумеется, преобладает предоставление доступа в Интернет, направления использования которого необходимо рассмотреть подробнее. Таблица 2 демонстрирует, что наиболее популярным использованием Интернета являются отправка, получение электронной почты и поиск информации, значительно менее популярны банковские (финансовые) операции, обучение персонала и видеоконференции. Телефонные переговоры VoIP (Voice over Internet Protocol – голос через интернет-протокол), наем персонала и подписка на платный доступ к электронным базам данных и библиотекам примерно в два раза менее популярны, чем два первых направления.

Резюмируя вышесказанное, необходимо отметить, что сегодня в отечественной экономике наблюдаются процессы ускоренного внедрения и распространения цифровых технологий, определяющих возможности развития высокотехнологичного бизнеса, повышения конкурентоспособности страны на глобальном рынке, укрепления национальной безопасности и роста качества жизни людей. Между тем в АПК пока фиксируется незначительная глубина проникновения ИТ, что открывает широкие горизонты для реализации digital-проектов и индуцирует необходимость разработки дополнительных мер, направленных на активизацию трансформационных процессов [17–19].

¹ ГОСТ Р ИСО 19439-2008 «Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия» [Электронный ресурс]. URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4293826/4293826776.htm> (дата обращения: 24.04.2023).

² ГОСТ Р ИСО 19439-2008 «Интеграция предприятия. Основа моделирования предприятия» [Электронный ресурс]. URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4293826/4293826776.htm> (дата обращения: 24.04.2023).

С целью поддержки отмеченных инициатив в рамках исследования предложен механизм системной интеграции сельскохозяйственных, перерабатывающих и сбытовых предприятий, представляющий собой динамический процесс объединения субъектов агробизнеса, обеспечивающий переход от фрагментарного использования приложений и программных компонентов с целью автоматизации,

исполнения и мониторинга отдельных бизнес-процессов в организации, через агрегацию ИТ-систем и программного обеспечения в границах бизнес-единицы и последующую интеграцию с ИТ-системами предприятий-партнеров на платформенном каркасе к высшему уровню интеграции информационных систем в АПК – консолидации всех хозяйствующих субъектов на базе Единой цифровой платформы системной интеграции (ЕЦПСИ).

Таблица 1
Структура внутренних затрат организаций на создание, распространение и использование цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг по видам экономической деятельности в 2021 г.

Отрасли экономики	Структура, %
Информация и связь, из нее:	29,4
отрасль информационных технологий	12,7
Финансовый сектор	12,9
Профессиональная, научная и техническая деятельность	10,3
Оптовая и розничная торговля	9,2
Обрабатывающая промышленность	8,7
Транспортировка и хранение	5,1
Государственное управление, социальное обеспечение	4,2
Образование	4,1
Строительство	2,8
Операции с недвижимым имуществом	2,7
Здравоохранение	2,6
Культура и спорт	2,0
Добыча полезных ископаемых	1,9
Обеспечение энергией	1,8
Гостиницы и общественное питание	0,5
Сельское хозяйство	0,4
Водоснабжение, водоотведение, утилизация отходов	0,3
Прочие	1,1
Итого	100,0

Примечание. Составлено авторами по данным ВШЭ [16].

Table 1
The structure of internal costs of organizations for the creation, distribution and use of digital technologies and related products and services by type of economic activity in 2021

Branches of the economy	Structure, %
Information and communication, from it:	29.4
information technology industry	12.7
Financial sector	12.9
Professional, scientific and technical activities	10.3
Wholesale and retail trade	9.2
Manufacturing industry	8.7
Transport and storage	5.1
Public administration, social security	4.2
Education	4.1
Construction	2.8
Operations with real estate	2.7
Healthcare	2.6
Culture and sports	2.0
Mining	1.9
Energy supply	1.8
Hotels and catering	0.5
Agriculture	0.4
Water supply, sewerage, waste disposal	0.3
Other	1.1
Total	100.0

Note. Compiled by the authors based on HSE data [16].

Направления использования Интернета в 2021 г. организациями России

Направления	Доля организаций, %
Электронная почта	77,8
Поиск информации	76,9
Банковские и другие финансовые операции	60,1
Профессиональная подготовка персонала	46,9
Видеоконференции	43,1
Телефонные переговоры (VoIP)	36,1
Внутренний или внешний наем персонала	34,6
Платный доступ к электронным базам данных или библиотекам	31,0

Примечание. Составлено авторами по данным ВШЭ [16].

Table 2

Directions for using the Internet in 2021 by organizations in Russia

Directions	Share of organizations, %
<i>E-mail</i>	77.8
<i>Search for information</i>	76.9
<i>Banking and other financial transactions</i>	60.1
<i>Personnel training</i>	46.9
<i>Videoconferencing</i>	43.1
<i>Telephone conversations (VoIP)</i>	36.1
<i>Internal or external recruitment</i>	34.6
<i>Paid access to electronic databases or libraries</i>	31.0

Note. Compiled by the authors based on HSE data [16].

Реализация данного механизма позволит объединить потоки объективной информации предприятий всех сфер АПК и государственных данных в платформу с целью обеспечения возможности глобального планирования в отраслях и предоставления рекомендаций участникам рынка, в том числе на базе технологий искусственного интеллекта.

Предложенный механизм включает в себя стратегически значимые мероприятия, направленные на развитие процессов системной интеграции в региональном АПК. На инициальном этапе системная интеграция происходит в масштабах предприятия и приводит к формированию Единой системы управления его ресурсами (ЕСУРП), обеспечивающей рационализацию их структуры, объема и трафика. Приоритетные мероприятия данного этапа: выбор оборудования для создания масштабируемой ИТ-инфраструктуры, подготовка и повышение квалификации профильных специалистов, формирование технической информационной сети предприятия. Мезоморфный этап предполагает межфирменный уровень системной интеграции на основе разработки концепции взаимодействия платформы и пользователей, установки комплексных систем персонализации доступа к информационным системам и завершается созданием Системы интегрированного управления цепочкой производства предприятий-партнеров (СИУЦП), позволяющей им добиться заметного уменьшения транзакционных издержек посредством существенной акселерации коммуникаций пользователей и устранения

посредников. Важно отметить, что сложность и высокочувствительность мезоморфного периода детерминирует необходимость соблюдения принципов целесообразности и поступательности при реализации трансформационных мероприятий. Реализация терминального этапа заключается в разработке и построении Единой федеральной цифровой платформы системной интеграции предприятий АПК (ЕЦПСИ), перманентном расширении ее функционала посредством развития сервисов. К числу ключевых функций органов власти в направлении развития системной интеграции следует отнести экономические (снижение издержек на участие в ЕЦПСИ предприятий АПК, стимулирование развития платформы, привлечение финансовых регуляторов и операторов) и организационные (разработка и развитие концепции создания ЕЦПСИ, формирование стратегии, формализация процесса, популяризация, оптимизация и регулирование процессов функционирования ЕЦПСИ). Основные функции субъектов агропромышленного сектора также реализуются по экономическим (приобретение офисных приложений, систем документооборота, оборудования с гибкой аппаратной частью, поддерживающей различные модули и современное программное обеспечение (ПО)) и организационным (рационализация движения ресурсных потоков, в том числе объектов интеллектуальной собственности, оформление токенов доступа к системам управления госфинансами и электронного сопровождения) составляющим.

ЭКОНОМИКА

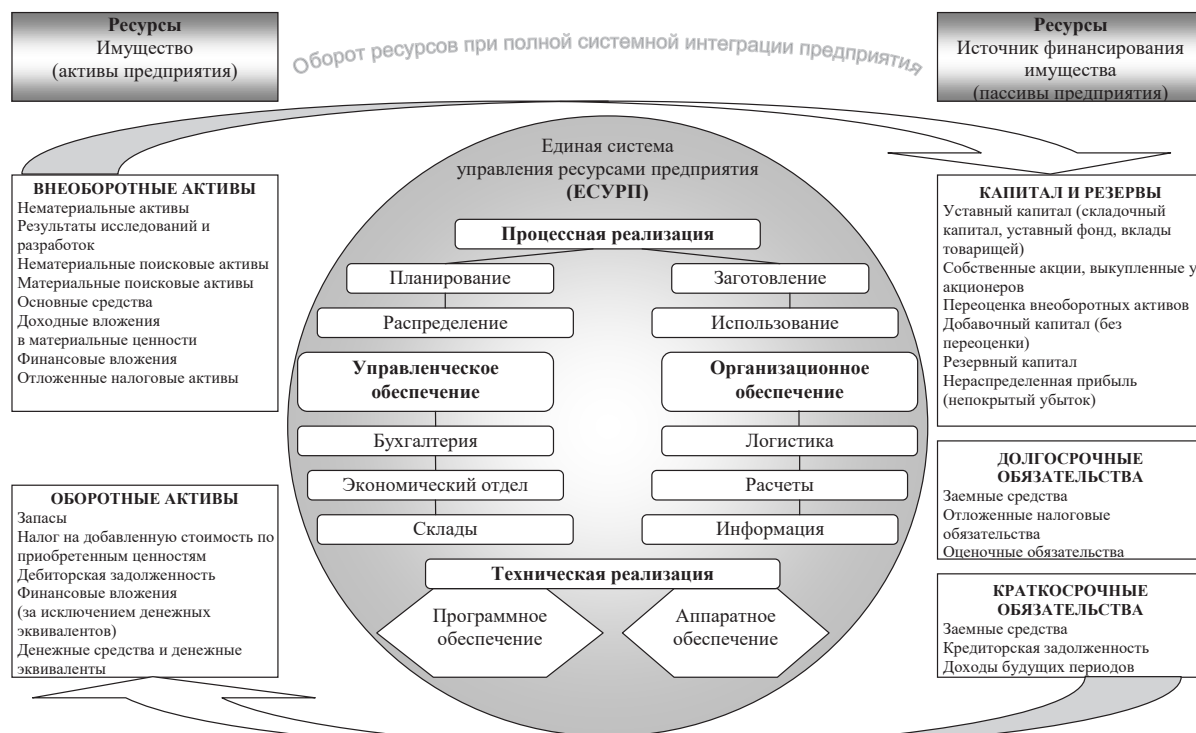


Рис. 1. Схема системной интеграции управления ресурсами внутри предприятий
Источник: разработано авторами

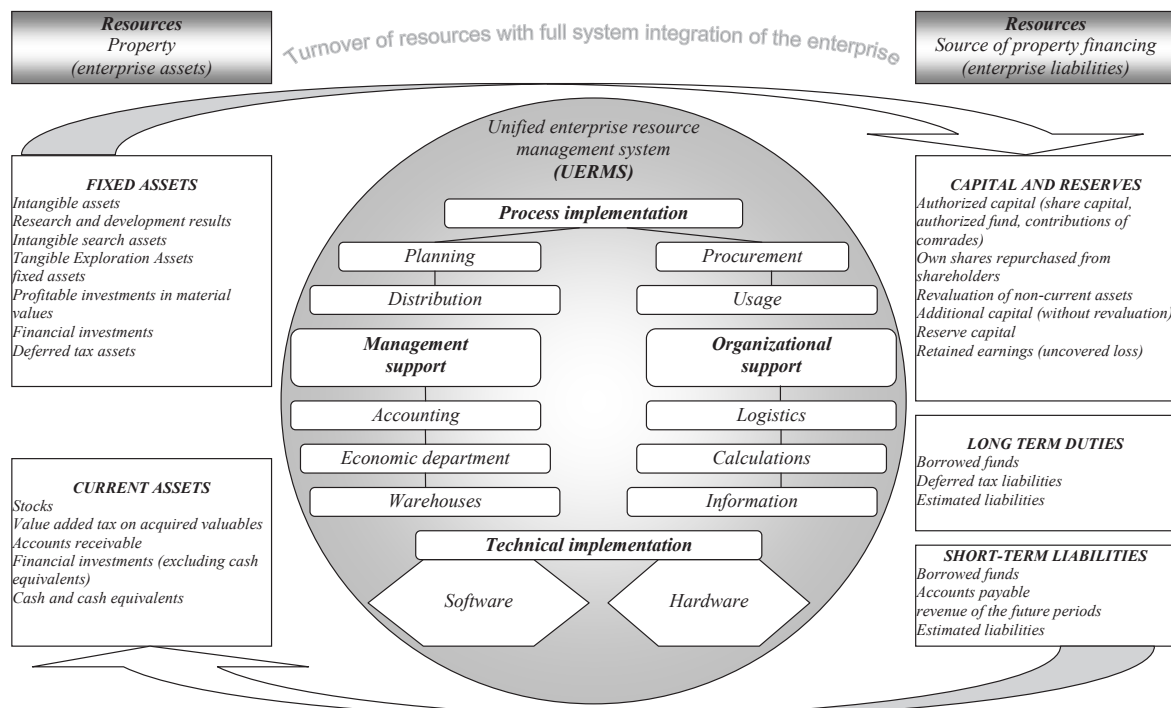


Fig. 1. Scheme of system integration of resource management within enterprises
Source: developed by the authors

Схематически модель системной интеграции управления ресурсами внутри предприятий отражает круговорот ресурсов в соответствии с принципами двойной записи бухгалтерского учета, где началом (и одновременно итогом) функционирования выступает имущество бизнес-единицы, а итогом

(и началом) становятся источники его финансирования. Центральной частью является сама ЕСУРП, отражающая процессы оборота ресурсов предприятия, к которым применяется данная система, а также управленческий аппарат, осуществляющий процесс ресурсооборота, и организационные меро-

приятия, им реализуемые (рис. 1). Основу ЕСУРП составляет симбиоз сетевых аппаратных и программных средств, органично встроенных в систему поддержки принятия управленческих решений организации для выполнения комплекса бизнес-задач: аккумулирование и анализ данных, сценарное планирование и имитационное моделирование бизнес-процессов. При этом здесь следует рассматривать как существующие на рынке и получившие применение на предприятии решения, так и возможные перспективные специальные разработки.

Функционирование организации на базе ЕСУРП обеспечивает рационализацию процессов учета, планирования, распределения ресурсов, а также повышение эффективности ресурсооборота предприятия.

Система интегрированного управления цепочкой производства взаимосвязанных предприятий (СИУЦП), представленная на рис. 2, эффектно отражает диспозицию и логику ресурсов между сельскохозяйственным товаропроизводителем, перерабатывающим предприятием и сбытовой организацией. Теоретико-методологическую базу информационной системы управления ресурсными потоками указанных предприятий составляют теория расписаний, теория ограничений и теория систем (по направлению: ресурсы), а также интегрированные информационные системы (системы планирования потребности в ресурсах и их наличия, производственных мощностей, цепей поставок и др.).

Теория расписаний входит в число наиболее важных и популярных областей исследования бизнес-процессов. Основное место в ней отводится методам ресурсного планирования проектов (Resource Constrained Project Scheduling Problem, или RCPSP). Традиционная RCPSP-задача представляет собой задачу минимизации совокупного времени производственного цикла посредством дискретной оптимизации (установление последовательности выполнения работ (операций) или их дифференциация по рабочим местам и исполнителям) при выполнении условия доступности ресурсов. Критерием оптимальности может выступать также минимизация финансовых затрат. Появление данной теории связано с публикацией работ Беллмана и Джонсона, сформулировавших ключевые положения математического аппарата для решения сходных задач [20–23]. Теория расписаний находит применение в таких предметных областях, как управление производством, организация транспортных и ресурсных потоков, управление ресурсами в цифровых системах.

Под теорией ограничений (Theory of Constraints, TOC) понимается методология управления системами, базирующаяся на поиске, ослаблении или устранении основного ограничения, определяющего эффективность всей системы (например, в агробизнесе это акселерация процесса получения

и увеличение массы прибыли). Таким образом, ключевым преимуществом данной методологии выступает возможность получения большего эффекта в результате управления незначительным количеством аспектов системы и концентрации имеющихся ресурсов на этом направлении, чем вследствие одновременного или последовательного воздействия на множество ее проблемных областей. Методологическим фундаментом теории ограничений является комбинация логических инструментов, позволяющих выявлять «узкие места» на предприятии, находить решение, а также направлять необходимые ресурсы на его выполнение с учетом интересов всех стейкхолдеров. Отмеченная итерация должна реализовываться регулярно. Нацеленность на достижение результата обеспечивает очень высокую эффективность теории, а стремление к поиску взаимовыгодного решения индуцирует повышение степени взаимодействия и мотивации работников. Существуют прикладные решения теории ограничений для различных бизнес-процессов, в том числе для всей цепи поставок и использования ресурсов.

Возможность применения системного подхода в процессе управления ресурсным портфелем организации детерминирована многовариантностью и сложностью взаимосвязей его элементов. Методологическим фундаментом доказательства правомерности его использования служит ресурсная теория (RBV – Resource-Based View), рассматривающая ресурсное обеспечение предприятия в качестве некоторой целостной экономической подсистемы. При этом внешнее положение экономического объекта на рынке находится в зависимости от его внутреннего состояния, индуцированного уникальной комбинацией ресурсов, способов и направлений их использования.

Значительный вклад в изучение концептуальных основ экономической природы ресурсов организации внесли Э. Пенроуз, Б. Вернефельт, Р. Рамелт и др. В частности, Пенроуз в своей работе «Теория роста фирмы» подчеркивала, что «неоднородность... продуктивных услуг, доступных или потенциально доступных от использования ее ресурсов, обеспечивает каждой фирме уникальность» [24]. Б. Вернефельт в статье «Ресурсная трактовка фирмы» отмечал «полезность анализа фирмы скорее с точки зрения их ресурсов, чем продуктов» [25]. Развивая данные идеи, Рамелт полагал, что уникальность предприятия возрастает в процессе его функционирования. Изначально однородные организации при осуществлении своей деятельности аккумулируют различия, вследствие которых утрачивают возможность дублирования бизнес-модели друг друга [26; 27].

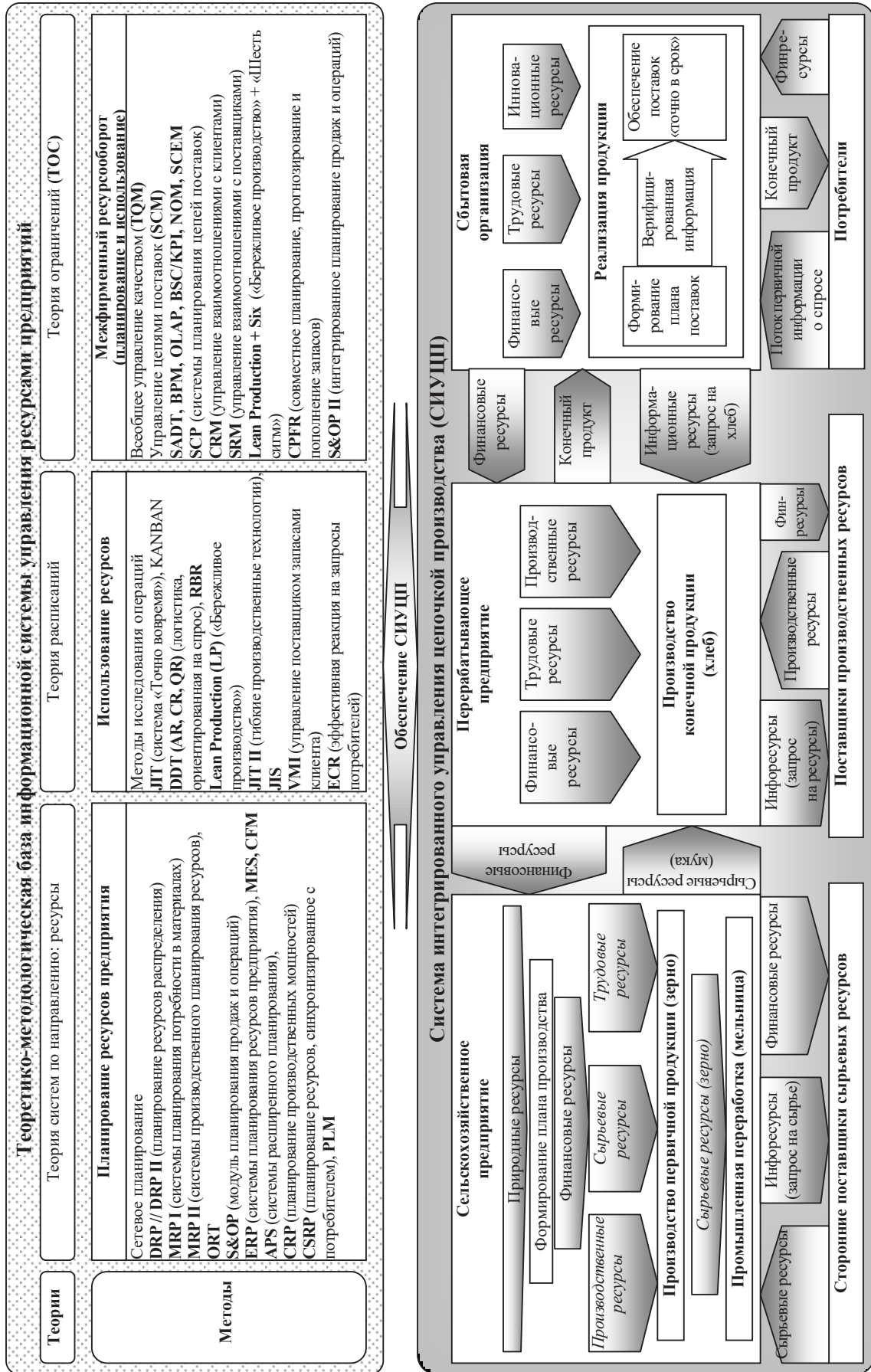


Рис. 2. Система интегрированного управления цепочкой производства взаимосвязанных предприятий
 Источник: разработано авторами

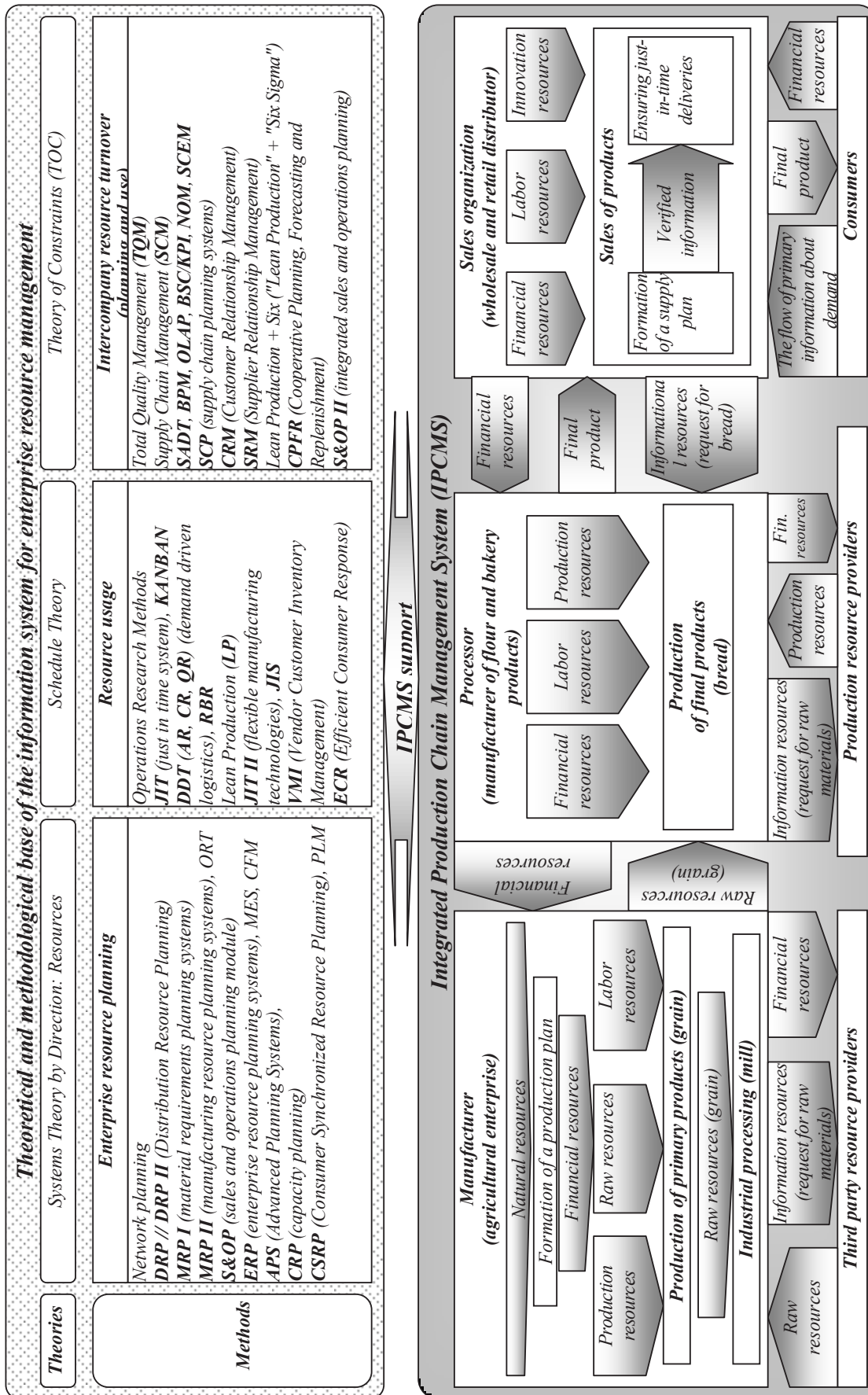


Fig. 2. The system of integrated management of the production chain of interconnected enterprises
 Source: developed by the authors

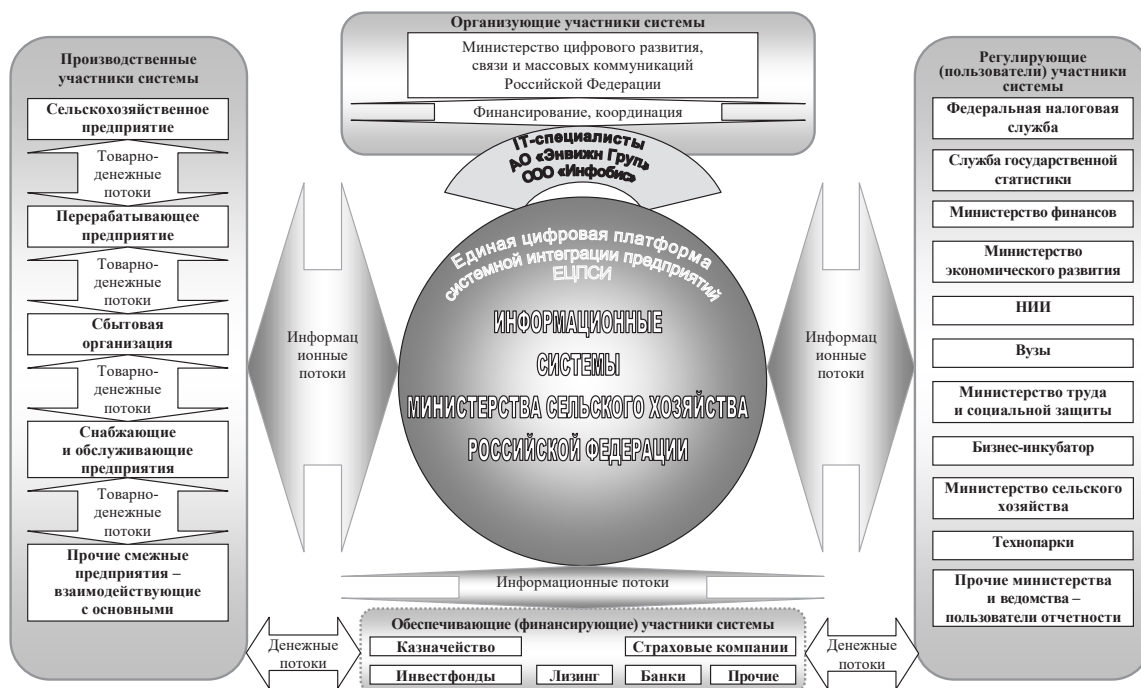


Рис. 3. Единая платформа системной интеграции предприятий АПК
Источник: разработано авторами

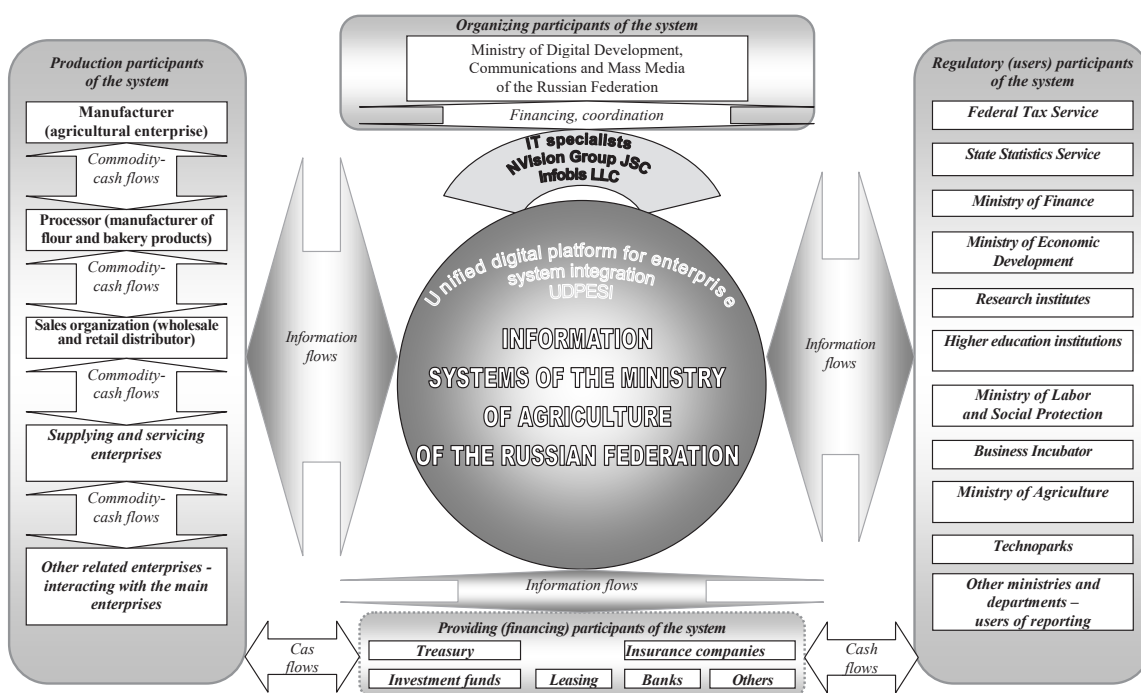


Fig. 3. Unified platform for system integration of agro-industrial enterprises
Source: developed by the authors

Представленная интегрированная информационная система позволяет осуществлять в онлайн-режиме мониторинг состояния ресурсного портфеля организации на всех этапах технологических процессов, производить его своевременную корректировку в случае выявления дефицита, избытка или необходимости реновации какой-либо ресурсной составляющей. Современные системы дают

возможность вести учет на уровне конкретных товарных позиций, единиц оборудования и отдельных исполнителей.

В рамках создаваемой интегрированной информационной системы возможно осуществление планирования размеров и движения материальных потоков на протяжении всей цепочки создания продукта и применение сложных алгоритмов в целях

оптимизации использования ресурсов бизнес-единиц. В случае многократного и оперативного внесения изменений в планы организациям целесообразно внедрять системы планирования потребности в материалах (Material Requirements Planning, MRP). Указанные микрологистические системы позволяют учесть отклонения, зафиксированные в течение текущего дня, при составлении плана на следующий день.

Рост эффективности деятельности субъектов агробизнеса, объединенных интегрированной информационной системой, обеспечивается за счет использования интерфейсов сопряжения логистическо-транспортных систем и систем обработки данных, поступающих благодаря обратной связи «покупатель → производитель» и позволяющих нивелировать негативное влияние нестабильности потребительского спроса. Отмеченные колебания, фиксируемые в системах планирования ресурсов предприятия (Enterprise Resource Planning, ERP), инспирируют корректировку производственных графиков с целью гармонизации объема произведенной продукции и спроса.

К положительным результатам системной интеграции для предприятий АПК следует также отнести:

- акселерацию движения и анализа информационных потоков как внутри, так и между субъектами агробизнеса, исключение искажений при передаче и обработке данных;
- внедрение систем комплексной автоматизации бизнес-единиц и, как следствие, оптимизацию длительности производственного цикла;
- сокращение транзакционных издержек предприятий-партнеров;
- повышение согласованности и синхронизацию деятельности предприятий-участников, рост эффективности их функционирования ввиду свободного доступа к информационным ресурсам, обеспечения прозрачности и оптимизации бизнес-процессов;
- реализацию процессов быстрого реагирования на сигналы о колебаниях рыночного спроса, поступающие в реальном или близком к реальному времени, в целях инициации мероприятий по координации и пополнению складских запасов производителей и торговых организаций (корректировка производственных планов и планов закупки, маневрирование производственными мощностями).

Завершающим этапом системной интеграции сельскохозяйственных, перерабатывающих и сбытовых предприятий является их объединение на базе Единой цифровой платформы системной интеграции (ЕЦПСИ), имплицитно комплексную интеграцию информации, финансов и операторов (рис. 3). В настоящее время в рамках активно реализуемой комплексной программы цифровой

трансформации и системной интеграции в АПК разработана Стратегия цифрового развития, имплицитно ликвидирующая бумажный документооборот, акселерацию информационного обмена между субъектами агробизнеса, автоматизацию мониторинга и контроля их хозяйственной деятельности, комплексную цифровизацию государственных услуг, в том числе в части предоставления государственной поддержки.

В настоящее время различными министерствами и ведомствами, в том числе Минсельхозом РФ, создан ряд информационных систем, однако они охватывают лишь отдельные спектры информации (например, регистрация техники, субсидии, земли сельскохозяйственного назначения и т. д.). Отличие от используемых систем и оригинальность предлагаемого платформенного решения заключается в том, что оно позволит упростить процесс осуществления хозяйственной деятельности и получения государственных (в том числе финансовых) услуг посредством интеграции в специализированные системы и значительно сократит трудозатраты при осуществлении оперативного управления АПК на всех уровнях.

Вместе с тем при построении информационных систем необходимо учитывать возможные случайные, субъективные и объективные риски информационной безопасности, или ИБ (Information Security, или InfoSec), включая риски хранения, передачи, корректности, потери и утечки данных. При этом требования к обеспечению различных аспектов ИБ устанавливаются целым рядом нормативных актов РФ. В целях предотвращения несанкционированного доступа к информации, ее использования, раскрытия, искажения и уничтожения требуется проведение мероприятий по аудиту и управлению рисками ИБ в соответствии с международными и отечественными методиками и стандартами. Систему управления рисками ИБ можно строить на основе процессной модели, моделях CRAMM (CCTA (Central Computer and Telecommunications Agency) Risk Analysis & Management Method – метод анализа и управления рисками Центрального агентства вычислительной техники и телекоммуникаций), FRAP (Facilitated Risk Analysis Process – упрощенный процесс анализа рисков), OCTAVE (Operationally Critical Threat, Asset and Vulnerability Evaluation – критическая для эксплуатации оценка угроз, активов и уязвимостей) и т. п.

Все это позволит выявить уязвимости системы и управлять как уже зарегистрированными в нескольких реестрах – БДУ ФСТЭК России (Банк данных угроз безопасности информации), CERT/CC VND (Vulnerability Notes Database – База данных записей об уязвимостях), MITRE CVE (Common Vulnerabilities and Exposures – Распространенные уязвимости и риски), NIST NVD (National

Vulnerability Database – Национальная база данных уязвимостей), так и еще не классифицированными.

Итоговое устранение рисков ИБ возможно обеспечивать за счет внедрения комплексных систем DLP – Data Loss Prevention (Предотвращение потери данных), SIEM – Security information and event management (Информация о безопасности и управление событиями) как объединение двух аббревиатур: SIM – Security information management (Управление информацией о безопасности) и SEM – Security event management (Управление событиями безопасности), а также отдельных решений из ряда антивирусов и сетевых экранов (брандмауэр, или файрвол), и конкретных методов защиты посредством резервного копирования, распределенного реестра (Distributed Ledger Technology, DLT), шифрования данных и др.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Подводя итоги, отметим, что основными результатами реализации разработанного механизма системной интеграции сельскохозяйственных, перерабатывающих и сбытовых предприятий станут:

- обеспечение доступа субъектов агробизнеса к государственным сервисам и порталам с целью разработки механизмов и мер поддержки имплантации информационно-коммуникационных технологий в региональном (локальном) АПК;
- консолидация информационных ресурсов Министерства сельского хозяйства, Министерства экономического развития и Министерства финансов РФ и регионов в целях осуществления процессов глобального планирования в отраслях и предоставления рекомендаций субъектам АПК, в том числе на базе технологий искусственного интеллекта;
- обеспечение открытости цифровых платформ (цифровое поле, стадо и др.) для агропромышленных бизнес-единиц;
- агрегирование функционала Единой цифровой платформы системной интеграции с целью организации доступа хозяйствующих субъектов к страховым и банковским продуктам, а также формирование обратной схемы коммуникаций (обращение указанных структур к предприятиям АПК с собственными предложениями);
- рост прозрачности рынков агропромышленной продукции для субъектов посредством обе-

спечения возможности отслеживать движение как сельскохозяйственного сырья, так и конечной продукции (метки, идентификаторы, устройства и др.);

- гармонизация отечественных и международных стандартов производства продукции, ее унификация;
- создание торговых платформ и систем для продвижения сельскохозяйственного сырья, продуктов первичной переработки, конечной продукции с гарантированным доступом для всех участников рынка;
- предоставление участникам платформы возможностей по совершенствованию имеющихся интегрированных информационных систем и внедрению новых информационных технологий;
- повышение экспортного потенциала отечественной продукции АПК.

Заинтересованность субъектов АПК детерминирована следующими открывающимися возможностями:

- покрытие потребности бизнес-структур в безопасных и устойчивых коммуникациях, ИТ-системах, сервисах, платформах, разработанных на базе отечественных технологий;
- финансирование и интенсификация производства отечественной техники посредством широкомасштабного применения киберфизических систем;
- инкорпорирование зарубежной техники в отечественные платформы.

Создание предложенной платформы позволит организовать взаимодействие между всеми субъектами рынка агропромышленной продукции, поскольку она будет интегрировать информацию из различных источников, обеспечивая свободный доступ к ней предприятиям АПК. Реализация данной инициативы подразумевает наличие массивов оперативных и достоверных отраслевых данных, а также формирование эффективных алгоритмов их анализа на базе технологий искусственного интеллекта. Кроме того, Единая цифровая платформа системной интеграции станет площадкой для получения средств государственной поддержки и предоставления отчетности по ней в электронном виде, что заметно сократит сроки ожидания.

Библиографический список

1. Новиков И. С., Алешина Е. А., Сердобинцев Д. В. Цифровизация бизнес-процессов сельскохозяйственного предприятия // Научное обозрение: теория и практика. 2021. Т. 11. № 6 (86). С. 1542–1562. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-6-1542-1562.
2. Сердобинцев Д. В., Алешина Е. А., Новиков И. С. Особенности кадрового обеспечения процессов цифровизации АПК // Научное обозрение: теория и практика. 2021. Т. 11. № 7 (87). С. 2103–2121. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-7-2103-2121.
3. Novikov I. S., Serdobintsev D. V., Aleshina E. A. Conceptual approaches to information transformation (digitalization) of an agricultural enterprise // Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 2021. Vol. 21 (2). Pp. 425–436.

4. Отмахова Ю. С., Усенко Н. И. Цифровизация и новые подходы к управлению агропродовольственным комплексом // Пищевая промышленность. 2019. № 12. С. 35–38. DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10192.
5. Отмахова Ю. С., Асавасанти С. Возможности цифровой трансформации в пищевой промышленности // Мир экономики и управления. 2020. Т. 20. № 1. С. 116–127. DOI: 10.25205/2542-0429-2020-20-1-116-127.
6. Gusakova E. P., Shchutskaya A. V., Afanaseva E. P. Digital Technologies as a Tool for Solving Basic Industrial Problems in the Agro-Industrial Complex // Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. No. 84. Pp. 172–179. DOI: 10.1007/978-3-030-27015-5_22.
7. Юрченко И. Ф. Приоритетные направления цифровизации технологических процессов агропроизводства на мелиорируемых землях // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2020. № 2. С. 122–135. DOI: 10.24411/2658-3569-2020-10037.
8. Меденников В. И. От концепции к практической реализации единой цифровой платформы агропромышленного комплекса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Т. 63. № 5 (377). С. 77–81. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15099.
9. Меденников В. И. Принципы формирования единой цифровой платформы страны // Цифровая экономика. 2018. № 4 (4). С. 31–37. DOI: 10.34706/DE-2018-04-03.
10. Ерешко Ф. И., Меденников В. И. Формирование цифровой платформы АПК // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности. Москва: ИПМ им. М. В. Келдыша. 2018. С. 65–73. DOI: 10.20948/future-2018-10.
11. Medennikov V. I. Mathematical formation model of the logistic digital platform in the agro-industrial complex // CEUR Workshop Proceedings. International Workshop on Advances in Information Systems, Mathematical Modeling, and IT Applications in Industry. Barnaul, 2021. Vol. 3040. Pp. 96–105.
12. Ганиева И. А. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: консолидация государства и агробизнеса // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 4. С. 5–7. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10401.
13. Kolesnikov A. V., Orlova I. V., Kamchatova E. Y., Babeshko L. O., Serebrennikova A. B. Directions of digital technologies development in the supply chain management of the Russian economy // International Journal of Supply Chain Management. 2020. No. 9 (4). Pp. 820–827. DOI: 10.59160/ijscm.v9i4.5218.
14. Kolesnikov A. V., Zaripova I. R., Kamchatova E., Panko Y. V., Kamanina R. V. The use of the digital supply chain tool in the real sector of the economy // International Journal of Supply Chain Management. 2020. No. 9 (4). Pp. 836–848. DOI: 10.59160/ijscm.v9i4.5220.
15. Sintsova E., Vitsko E. Assessment and recommendations on resource provision for the agricultural sector of the Leningrad Region // ACM International Conference Proceeding Series. International Scientific Conference on Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service. Saint Petersburg, 2020. Article number 18. DOI: 10.1145/3446434.3446436.
16. Цифровая экономика: 2023: краткий статистический сборник. Москва: НИУ ВШЭ, 2023. 120 с.
17. Сердобинцев Д. В., Алешина Е. А. Организационно-экономический механизм цифровизации агропромышленного комплекса // Научное обозрение: теория и практика. 2021. Т. 11. № 6 (86). С. 1574–1588. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-6-1574-1588.
18. Serdobintsev D. V., Aleshina E. A. The mechanism of digital transformation of agribusiness in Russia // Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 2022. Vol. 22. Issue 2. Pp. 639–648.
19. Научные основы развития агропромышленного комплекса: монография / Е. Ф. Заворотин [и др.]. Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2020. 210 с.
20. Bellman R., Gross O. Some combinatorial problems arising in the theory of multistage processes // Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics. 1945. Vol. 2. No. 3. Pp. 34–41.
21. Bellman R. Mathematical aspects of scheduling theory // Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics. 1956. Vol. 4. No. 3. Pp. 87–95.
22. Bellman R. Mathematical aspects of scheduling theory // Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics. 1956. Vol. 4. Pp. 168–205.
23. Johnson S. M. Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included // Naval Research Logistics Quarterly. 1954. Vol. 1. Pp. 61–68.
24. Penrose E. T. The Theory of the Growth of the Firm. Oxford: Oxford University Press, 1959. 304 p.
25. Wernerfelt B. A resource-based view of the firm // Strategic Management Journal. 1984. Vol 5. No. 2. Pp. 171–180.
26. Rumelt R. P. Theory, Strategy and Entrepreneurship. The Competitive Challenge. New York: Springer, 1987. 276 p.
27. Rumelt R. P. Toward a strategic theory of the firm // Competitive strategic management. 1984. No. 26. Pp. 556–570.

Об авторах:

Елена Александровна Алешина, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук» (ПНИИЭО АПК), Саратов, Россия; ORCID 0000-0002-0977-7110, AuthorID 257801. *E-mail: aleshina-80@mail.ru*

Дмитрий Валерьевич Сердобинцев, кандидат экономических наук, руководитель подразделения, Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук» (ПНИИЭО АПК), Саратов, Россия; ORCID 0000-0003-4023-3143, AuthorID 592113. *E-mail: dvss@bk.ru*

References

1. Novikov I. S., Aleshina E. A., Serdobintsev D. V. Digitization of business processes of an agricultural enterprise. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika*. 2021; 11 (6): 1542–1562. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-6-1542-1562. (In Russ.)
2. Serdobintsev D. V., Aleshina E. A., Novikov I. S. Features of staffing of digitalization processes of agro-industrial complex. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika*. 2021; 11 (7): 2103–2121. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-7-2103-2121. (In Russ.)
3. Novikov I. S., Serdobintsev D. V., Aleshina E. A. Conceptual approaches to information transformation (digitalization) of an agricultural enterprise. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2021; 21 (2): 425–436.
4. Otmakhova Yu. S., Usenko N. I. Digitization and new approaches to the management of agro-food complex. *Food Industry*; 2019; 12: 35–38. DOI: 10.24411/0235-2486-2019-10192. (In Russ.)
5. Otmakhova Yu. S., Asavasanti S. Possibilities of Digital Transformation in Food Industry. *World of Economics and Management*. 2020; 20 (1): 116–127. DOI: 10.25205/2542-0429-2020-20-1-116-127. (In Russ.)
6. Gusakova E. P., Shchutskaya A. V., Afanaseva E. P. Digital Technologies as a Tool for Solving Basic Industrial Problems in the Agro-Industrial Complex. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2020; 84: 172–179. DOI: 10.1007/978-3-030-27015-5_22.
7. Yurchenko I. F. Priority directions on digitalization of the agricultural technological processes in the reclaimed lands. *International Journal of Applied Science and Technology "Integral"*. 2020; 2: 122–135. DOI: 10.24411/2658-3569-2020-10037. (In Russ.)
8. Medennikov V. I. From concept to practical implementation of a single digital platform of agricultural industry. *International Agricultural Journal*. 2020; 63 (5): 77–81. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-15099. (In Russ.)
9. Medennikov V. I. Principles of formation of a single digital platform of the country. *Digital Economy*. 2018; 4 (4): 31–37. DOI: 10.34706/DE-2018-04-03. (In Russ.)
10. Ereshko F. I., Medennikov V. I. Formation of the digital platform of the agro-industrial complex. *Designing the future. Problems of digital reality: proceedings of the 1st International Conference*. Moscow, 2018. Pp. 65–73. DOI: 10.20948/future-2018-10. (In Russ.)
11. Medennikov V. I. Mathematical formation model of the logistic digital platform in the agro-industrial complex. *CEUR Workshop Proceedings*. International Workshop on Advances in Information Systems, Mathematical Modeling, and IT Applications in Industry. Barnaul, 2021. Vol. 3040. Pp. 96–105.
12. Ganieva I. A. Digital Transformation of Agriculture in Russia: Consolidation of the State and Agribusiness. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2019; 33 (4): 5–7. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10401. (In Russ.)
13. Kolesnikov A. V., Orlova I. V., Kamchatova E. Y., Babeshko L. O., Serebrennikova A. B. Directions of digital technologies development in the supply chain management of the Russian economy. *International Journal of Supply Chain Management*. 2020; 9 (4): 820–827. DOI: 10.59160/ijscm.v9i4.5218.
14. Kolesnikov A. V., Zaripova I. R., Kamchatova E., Panko Y. V., Kamanina R. V. The use of the digital supply chain tool in the real sector of the economy. *International Journal of Supply Chain Management*. 2020; 9 (4): 836–848. DOI: 10.59160/ijscm.v9i4.5220.
15. Sintsova E., Vitsko E. Assessment and recommendations on resource provision for the agricultural sector of the Leningrad Region. *ACM International Conference Proceeding Series. International Scientific Conference on Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service*. Saint Petersburg, 2020. Article number 18. DOI: 10.1145/3446434.3446436.
16. Digital Economy: 2023: a brief statistical collection. Moscow: NRU HSE, 2023. 120 p. (In Russ.)

17. Serdobintsev D. V., Aleshina E. A. Organization-economic mechanism of digitalization of the agroindustrial complex. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika*. 2021; 11 (6): 1574–1588. DOI: 10.35679/2226-0226-2021-11-6-1574-1588. (In Russ.)
18. Serdobintsev D. V., Aleshina E. A. The mechanism of digital transformation of agribusiness in Russia. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*. 2022; 22 (2): 639–648.
19. Scientific foundations of the development of the agro-industrial complex. Saratov: Publishing house “Saratov source”, 2020. 210 p. (In Russ.)
20. Bellman R., Gross O. Some combinatorial problems arising in the theory of multistage processes. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*. 1945; 2 (3): 34–41.
21. Bellman R. Mathematical aspects of scheduling theory. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*. 1956; 4 (3): 87–95.
22. Bellman R. Mathematical aspects of scheduling theory. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*. 1956; 4 (3): 168–205.
23. Johnson S. M. Optimal two- and three-stage production schedules with setup times included. *Naval Research Logistics Quarterly*. 1954; 1: 61–68.
24. Penrose E. T. *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford: Oxford University Press, 1959. 304 p.
25. Wernerfelt B. A resource-based view of the firm. *Strategic Management Journal*. 1984; 5 (2): 171–180.
26. Rumelt R. P. *Theory, Strategy and Entrepreneurship. The Competitive Challenge*. New York: Springer New York, 1987. 276 p.
27. Rumelt R. P. Toward a strategic theory of the firm. *Competitive strategic management*. 1984; 26: 556–570.

Authors' information:

Elena A. Aleshina, candidate of economic sciences, associate professor, leading researcher, Povolzhskiy Scientific Research Institute of Economic and Organization of Agroindustrial Complex – Subdivision of the Federal Research Centre “Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences” (PSRIOAIC), Saratov, Russia; ORCID 0000-0002-0977-7110, AuthorID 257801. *E-mail: aleshina-80@mail.ru*

Dmitriy V. Serdobintsev, candidate of economic sciences, director, Povolzhskiy Scientific Research Institute of Economic and Organization of Agroindustrial Complex – Subdivision of the Federal Research Centre “Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences” (PSRIOAIC), Saratov, Russia; ORCID 0000-0003-4023-3143, AuthorID 592113. *E-mail: dvss@bk.ru*