

## 1.5. КОНЦЕПЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА, НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

А.Н.Райков<sup>1,2</sup>, С.И.Антипин<sup>1</sup>, Б.О.Дерябин<sup>1</sup>,  
И.С.Коробейников<sup>1</sup>, А.О.Петров<sup>1</sup>, С.О.Цепенда<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>МИРЭА – Российский технологический университет

*Статья посвящена концептуальной проработке информационной системы, которая обеспечит оптимизацию взаимодействия предприятий агропромышленного комплекса, науки и образования для всех уровней управления: федерального, регионального, муниципального и корпоративного (фермерского). Для этого формируется универсальный фрактальный фреймворк взаимодействия организаций перечисленных сфер. В основу построения фреймворка положен метод структурирования функций качества, который позволяет замкнуть цикл между выявлением потребности рынка в продукции и услугах агропромышленного комплекса и удовлетворением этой потребности с повышенным качеством за счет включения в него специальным образом услуг науки и образования. Особенностью предлагаемого подхода является придание научным и образовательным приложениям адресного и взаимосвязанного характера, что позволяет сконцентрировать усилия агропромышленных, научных и образовательных организаций на формировании добавочной стоимости и ценности продукции на рынке. Такой подход позволяет заинтересовать венчурных инвесторов, что приводит к увеличению налоговой базы и, соответственно, росту федерального бюджета. В результате также растет ресурс на развитие фундаментальной науки, которая необязательно должна быть привязана к потребностям рынка. В настоящей работе предлагается также фрагментарный пример математической модели для оптимизации формируемого на фрактальной основе процесса взаимодействия участников сфер сельскохозяйственного производства, науки и образования. Отмечается опыт реализации предложенного подхода в реальном секторе экономики.*

### Введение

Вопрос улучшения взаимодействия предприятий агропромышленного комплекса (АПК), науки и образования в условиях цифровой трансформации носит долгосрочный характер. Он перманентно актуален и охватывает как международную, так и российскую сферу деятельности. Идея инициации запуска цикла развития науки и образования в контексте совершенствования инструментов качества управления в аграрной промышленности, начиная с выявления и удовлетворения потребности производства продукции АПК, универсальна, а от ее практической реализации во многом зависит успех экономического развития сельского хозяйства страны.

Согласно канонам менеджмента качества и трендов цифровой трансформации [Hanelt, Bohnsack, Marz, Antunes, 2020] привлечение науки в сельскохозяйственное производство способствует росту добавленной стоимости, а увеличение за счет этого прибыли позволяет целенаправленно и всесторонне инвестировать в систему образования и долгосрочное развитие кадрового потенциала. Развитие сельскохозяйственного производства через некоторое время начинает интересовать венчурный наукоемкий бизнес и банки, которые вкладывают средства в постоянно обновляемое инновационное сельскохозяйственное производство, и одновременно способствует увеличению сбора налогов. Наполнение государственного бюджета через увеличивающийся поток налогов позволяет развивать фундаментальную науку, которая, в итоге, обеспечивает совершенствование самого производства. Круг замкнулся через положительную обратную связь, образовав своеобразное «колесо фортуны», раскрутка которого обеспечивает развитие аграрной промышленности, науки и образования [Райков, Райков, Ковчуга, 2007].

Этот процесс охватывает решение множества задач обработки потоков информации, образуемых между участниками взаимодействия, включая органы власти, агропромышленные, научные и образовательные структуры. В этом процессе на всех уровнях государственного управления – от фермерского до федерального, наряду с наличием административных связей осуществляется самоорганизация коллективов людей, в том числе строятся распределенные структуры виртуального сотрудничества. Принимаемые этими структурами управленческие решения охватывают фундаментальные и прикладные исследования, опытно-конструкторские и внедренческие работы. Совершенствование складывающихся процессов осуществляется с применением множества сквозных цифровых технологий (СЦТ). Динамика востребованности в СЦТ пронизывает различные сектора экономики и может быть оценена автоматизированно с применением средств искусственного интеллекта и методов анализа больших данных [Raiikov, Ermakov, Merkulov, 2019], с учетом порядка 35 параметров, характеризующих развитие производства, технологическую и рыночную готовность СЦТ. Это способствует перманентному развитию конструктивного взаимодействия участников, реализующих агропромышленные, образовательные, научные функции для модернизации сельскохозяйственной деятельности. Осуществляется комплексное

объединение ресурсов и компетенций научных и образовательных организаций как динамично адаптируемой системы методов, процессов, процедур и пр., как элементов достижения единой цели оптимизации агропромышленного, научного и образовательного комплекса.

Все это способствует созданию агропромышленных, научных и образовательных формирований кластерного типа. Эффективным институтом поддержки развития подобных формирований являются государственно-частные партнерства. Опора может делаться на существующие и развивающиеся дата-центры, центры коллективного пользования вычислительными ресурсами<sup>1</sup> [НТИ РФ]. Пока еще совсем незадействованной при этом является мощная информационно-аналитическая система распределенных ситуационных центров, работающих по единому регламенту взаимодействия, которая предназначена для обеспечения национальной безопасности, в том числе продовольственной [Лепский (ред.), Райков (ред.), 2018]

Для информационно-технологической поддержки такого взаимодействия реализуется идея формирования цифровых платформ [Райков, Антипин, Фучеджи, 2020] и обеспечивается соответствующая семантическая интероперабельность [Gupta, Gurumoorthy, 2021]. Цифровые платформы – актуальный инструмент интенсивного развития экономики. Они обеспечивают синергию взаимодействия участников производственных, научных и образовательных процессов, множества СЦТ и сервисов, а также предоставление высококачественных услуг.

Для синхронизированного построения и функционирования таких объединений требуется фрактальная взаимосвязь фреймворков элементов различного уровня управления и последующей оптимизации процессов взаимодействия участников. В настоящей статье для этого строится соответствующая фрактальная конструкция и модель оптимизации.

### Фрактальный фреймворк

При всей сложности построения отмеченных объединений в области сельскохозяйственного производства, науки и образования основной стержень функциональных взаимосвязей между их элементами может быть представлен на основе известного метода структурирования функций качества, который применительно к организации любого уровня управления будет иметь типовой фреймворк, приведенный на Рис. 1.



Рис. 1. Фреймворк менеджмента качества управления элементами агропромышленных, научных и образовательных объединений.

ресурс производства, который определяется инжиниринговыми характеристиками. Последние также с привлечением экспертов оцениваются через матричное определение приемлемости той или иной инжиниринговой характеристики для удовлетворения каждой потребности.

Затем инжиниринговые характеристики сравниваются между собой на предмет выявления противоречий или отсутствия совместной возможности в использовании. При возникновении таких противоречий адресным образом привлекается научно-образовательный ресурс для разрешения инжинирингового конфликта, то есть организуется научно-исследовательская работа, результат которой внедряется в производство и затем коммерциализуется, инновационный продукт поступает на рынок. Тем самым формируется инновационный процесс.

Приведенный на Рис. 1 фреймворк

показывает положительную обратную связь, начиная с выявления потребности динамически сегментированного рынка в продукции и услугах и заканчивая высококачественным удовлетворением этой потребности все более ускоренными темпами.

Более детально приведенный фреймворк функционирует следующим образом. Сегментация рынка продукции АПК, а также видов деятельности, позволяет выявить потребности сегментов этого рынка. Эти потребности описываются потребительскими характеристиками, которые ранжируются по важности с привлечением экспертов [Gubanov, Korgin, Novikov, Raikov, 2014]. Под выбранный сегмент и вид деятельности, продукцию или услугу у предприятий АПК имеется

<sup>1</sup> Научно-технологическая инфраструктура Российской Федерации. Центры коллективного пользования научным оборудованием и уникальные научные установки. [Электронный ресурс] URL: <http://ckp-rf.ru/> (дата обращения 01.09.2022)

Для поддержки функционирования приведенной на Рис. 1 взаимосвязи требуется создание соответствующей информационно-аналитической системы, которая может строиться на принципах создания системы распределенных ситуационных центров [Лепский (ред.), Райков (ред.), 2018] и отвечать следующим требованиям:

- мониторинг событий и потребности рынка;
- прогнозирование, целеполагание;
- формирование и анализ релевантных больших данных;
- подготовка согласованных решений;
- обеспечение информационной безопасности.

Такая система может успешно функционировать только при условии использования соответствующих средств цифровизации и поддержки виртуального сотрудничества. Объектом цифровизации при этом является комплекс функциональных задач, решение которых обеспечивает в агропромышленном секторе экономики адекватность потребностям сектора научный и образовательный потенциал.

Для обеспечения требуемой адекватности формируются различные маркетинговые системы. Например, работы [Raikov, Ermakov, Merkulov, 2019; Ершова, Райков, Хохлов, 2020] описывают существующие возможности оценивать сегментированные потребности секторов экономики в различных СЦТ (искусственный интеллект, интернет вещей, дополненная реальность и др.). При этом используются такие международные методики оценки, как «Уровень готовности технологии» (TRL) и «Уровень готовности производства» (MRL), для чего:

- построена концепция выявления потребностей в СЦТ с целью обеспечения государственной поддержки развития цифровой экономики,
- подготовлена методика и определена процедура оценки потребностей секторов экономики в СЦТ,
- предложена система из порядка 30 критериев оценки потребностей в СЦТ,
- созданы методы обработки больших данных для обеспечения полноты, достоверности, точности и проверки результатов экспертных оценок и др.

Фрактальный подход, формируемый с опорой на методический базис менеджмента качества, по всей видимости, поможет снять постоянно возникающие диспропорции в системе взаимодействия предприятий АПК, науки и образования. Для этого, по-видимому, необходима новая структурная сборка соответствующих предприятий и организаций. Это позволит оптимизировать осуществление финансовых и материальных затрат на достижение целей, наиболее эффективно решать появляющиеся проблемы в сфере взаимодействия участников единого производственного-научно-образовательного процесса. Для оптимизации требуется соответствующее моделирование, фрагмент которого приведен ниже.

#### **Модель управления процессом**

Под моделью управления процессом взаимодействия субъектов управления будем понимать математическое представление совокупности взаимосвязанных институциональных участников и различных элементов, включая: услуги, продукцию, данные и др. При этом определяется их место и временных параметры функционирования. Принимая во внимание, что участниками процесса являются люди и организации, полная формализация процесса проведена быть не может. Поэтому математическая модель может охватить только материальные компоненты, а интеллектуальным в модели отводится роль поставщиков дополнительной информации, которая вводится в процесс решения задачи на модели с учетом намерений участников, обеспечивая тем самым сходимость процессов взаимодействия к заданным целям, что может быть названо конвергентным управлением [Raikov, 2020a].

Создание оптимальной структуры системы взаимодействия различных участников рассматриваемого процесса в настоящей работе понимается как установление взаимосвязей ее компонентов в соответствии с определенными критериями, характеризующими продвижение результатов взаимодействия к определенной цели.

Для искомой оптимизации в рамках настоящей работы использована математическая модель, приведенная нами в [Меденников, Райков, 2020], в которой решена задача формирования оптимальных цепочек поставок продукции потребителям компаниями с использованием складов на основе критерия минимизации общих затрат на продукты, их транспортировку и складские услуги. Применительно к проблемной области настоящей работы в качестве потребителей и поставщиков выступают, соответственно, например, органы государственной власти и местного самоуправления, агрохолдинги, промышленные предприятия, сельскохозяйственные ассоциации, университеты, фермы, академические структуры, центры обработки данных (ЦОД) и пр. В качестве продукции, их транспортировки и оказания услуг в настоящей работе при моделировании выступает информация, ее передача и предоставление пользователям.

Модель отражает множество функциональных и технических задач, связанных с обработкой потоков информации, циркулирующей между участниками. В рамках модели могут быть также выделены также множества отдельных групп участников, между которыми формируются связи. При этом предполагается, что каждая задача может решаться как одним из участников, так и одновременно – параллельно или последовательно – несколькими с использованием имеющихся у участников ресурсов.

Вычисления на модели осуществляются в соответствии с заданными тактами времени с заданным периодом времени. При этом все расчеты усредняются с учетом тактов времени.

К решению такой задачи можно подойти с классических и неклассических позиций. В первой позиции предполагается четкая детерминация процесса и возможность получения точных результатов. Вторая позиция ориентирована на получение неточных, но приемлемых результатов. Однако, в первом случае обычно говорят о слабой адекватности модели, ее большой формализованной сложности (дифференциальные уравнения, например), неприемлемом времени решения и, главное, недоверии лиц, принимающих решения, к ее результатам.

Второй случай заведомо ориентируется на обобщенные результаты с очевидным пониманием, что модель носит условный характер, однако она помогает участникам понять ситуацию и быстро принять приемлемое решение. Во втором случае для решения задач могут быть использованы средства искусственного интеллекта, такие как муравьиные вычисления, когнитивное моделирование, генетические алгоритмы и др. В настоящей работе рассмотрен только первый, классический, случай.

Моделирование помогло оптимизировать распределение решения задач по ЦОД, а также подготовить предложения по целесообразности их дооснащения необходимым оборудованием.

Проведение моделирования также показало, в частности, что ЦОД при решении отдельных задач могут быть не связаны или транслировать между собой малые потоки данных. При моделировании могут быть дополнительно использованы иные математические инструменты, например: регрессионный и кластерный анализ, см., например [Ereshko, Kulba, Medennikov, 2019]. При заданном числе кластеров (скажем, соответствующих числу задач), как обосновывается в приведенной работе, может быть построен достаточно точный алгоритм определения степени общности предметных областей участников процесса.

Кластерный подход может иметь фрактальный характер, то есть кластеризация может быть использована как для распределения отдельных задач (проектов), так и для обобщенного распределения ресурсов при решении множества задач по различным уровням управления. Кластеризация помогает ответить на вопрос построения оптимальной структуры всей агропромышленной, научной и образовательной деятельности с учетом ее распределения в рамках одного или нескольких смежных субъектов России.

Таким образом, моделирование и выявление взаимосвязанных кластеров при заданных ограничениях ресурсов и критериях институционального и информационного взаимодействия позволяет сформировать самонастраиваемую для получения должной синергии единую среду в сфере сельскохозяйственного производства, науки и образования страны.

#### **Организация взаимодействия**

Результаты моделирования могут служить в качестве рекомендации по оптимизации распределения материальных, интеллектуальных, финансовых и иных ресурсов при взаимодействии участников в создаваемой производственно-научно-образовательной системе. Основные решения принимает соответствующее юридическое лицо, наделенное соответствующими полномочиями. Именно это лицо оценивает целесообразность внесения изменений в создаваемую систему.

Так, приведенная модель и методы кластеризации могут помочь в устранении дефицита кадров, причем, с учетом требуемых для определенных элементов модели (кластере) компетенций. Этот дефицит с помощью модели устраняется в установленном порядке по линиям организационно-информационного взаимодействия потребителя в образовательных услугах и образовательных организаций. При избытке компетентных кадров (по всей видимости, это маловероятный сценарий) в некотором элементе модели может быть дана рекомендация «перевести» этот избыток в установленном законодательством порядке в кластер, испытывающий дефицит в таких кадрах. В идеале достигается сбалансированность распределения кадров, а также устраивающая всех участников мобильная система.

Для повышения эффективности работы предлагаемой системы целесообразно построение ее интеллектуального ядра, для чего требуется придание ей таких качеств, которые обеспечивают:

- гарантированное взаимодействие системы с различными агропромышленными, научными и образовательными структурами;
- включение системы в систему институтов государственного управления различного уровня (федерального, регионального, муниципального);
- использование и разработка системы стандартов (унифицированные документы, интерфейсы, фреймворки менеджмента знаний, обработка больших данных и др.).

Оптимизация распределения указанных выше ресурсов осуществляется в среде совокупности организаций, реализующих некий проект и использующих определенную сквозную цепочку наращивания ценности продукта или услуги. Эта цепочка охватывает такие функционалы, как планирование, организация, мотивация, реинжиниринг процессов, научно-технологическая деятельность, привлечение инвестиций и финансирования, получение грантов и пр.

Структуру создаваемой системы целесообразно формировать по архитектурным принципам<sup>2</sup>, и она может включать следующие компоненты:

- соответствующие виды обеспечения (функциональное, программное, техническое и др.);

<sup>2</sup> The TOGAF Standard, Version 9.2 Overview. [Электронный ресурс] URL: <https://www.opengroup.org/togaf> (дата обращения 01.09.2022). TOGAF ADM Tools. [Электронный ресурс] URL: <https://www.visual-paradigm.com/> (дата обращения 01.09.2022)

- подсистемы моделирования, нормативно-справочной информации, авторизации и аутентификации, поддержки виртуального взаимодействия;
- система поддержки решений и средства управления процессами и проектами и др.

Особое место в создании системы может занять внедрение средств обеспечения виртуального сотрудничества и ситуационной осведомленности [Raikov, 2020b]. При распределенной работе учитываются требования безопасности, для чего обеспечивается мониторинг процессов распространения и восприятия информации, нарушающих информационную безопасность в социальных сетях [Калашников, Остапенко, Остапенко, Остапенко, Чапурин, 2020].

В создаваемой системе все функциональные профили участников, включая профили предприятий, ВУЗов, научно-исследовательских институтов, дата-центров, инвесторов, спонсоров и пр., содержат представленные в определенном формате (фрактальный фрейм) сведения об этих участниках с учетом их роли в решении задач.

При создании системы необходимо построение Интернет-площадок, интегрирующих деятельность различных институциональных структур, отраженных в приведенной математической модели. Задачи создания таких площадок на примере образовательного функционала включают:

- исследование текущей потребности предприятий АПК в кадрах;
- долгосрочный прогноз потребности предприятий в кадрах с учетом динамики рынка;
- синтез схемы (образовательных траекторий) подготовки кадров под каждую потребность;
- обеспечение подбора и подготовки преподавателей для новых индивидуальных образовательных траекторий;

повышение устойчивости развития научных и образовательных процессов и др.

При построении таких площадок органы власти, предприятия и организации получают соответствующую поддержку и помощь в решении таких задач, как:

- стратегический маркетинг рынка в контексте менеджмента качества;
- разработка стандартов виртуального сотрудничества;
- информирование о рынке труда;
- постпрофориентационное сопровождение;
- помощь в выборе профессии и места;
- экспертная поддержка и др.

#### **Практическая реализация**

Приведенные положения прошли апробацию в реальной практике. Предложенный фреймворк, построенный на основе принципов менеджмента качества (Рис. 1), использован при построении системы анализа потребностей секторов экономики, включая агропромышленный, в СЦТ [Raikov, Ermakov, Merkulov, 2019].

При подготовке авторами настоящей статьи концепции построения национальной цифровой платформы российского сельского хозяйства предложенный фреймворк использовался в сочетании с архитектурным подходом к построению информационных систем [Ершова, Райков, Хохлов, 2020].

Важное место в построении информационной системы поддержки взаимодействия предприятий АПК, науки и образования занимают экспертные процедуры. В настоящее время технология проведения сетевых экспертных процедур встроена в работу распределенных ситуационных центров органов государственной власти страны [Лепский (ред.), Райков (ред.), 2018].

Для поддержки целенаправленного и слаженного творческого взаимодействия представителей предприятий АПК, науки и образования разработана специальная онтологическая структура, создающая необходимые условия для обеспечения синергии такого взаимодействия [Raikov, 2021].

#### **Заключение**

В статье сделана попытка всесторонне рассмотреть подход к созданию системы с распределенной цифровой инфраструктурой для поддержки эффективного взаимодействия организаций сфер сельскохозяйственного производства, науки и образования. В результате проведенного рассмотрения показано, что отличие такой системы от совокупности отдельных информационных систем состоит в следующем:

- насыщенность сетевыми элементами, построенными на основе СЦТ;
- большая динамика изменения потребностей участников взаимодействия в новых знаниях и компетенциях;
- потребность и возможность оптимизации взаимодействия участников с применением математического моделирования;
- наличие распределенной системы управления, позволяющей оперативно отслеживать потребности организаций АПК в услугах и продукции, которая может быть построена с учетом возможностей системы распределенных ситуационных центров, созданной в интересах обеспечения национальной безопасности;
- наличием системы поддержки междисциплинарных сетевых экспертиз для оценки неформализуемых параметров текущей ситуации на рынке продукции и услуг в сфере деятельности АПК и др.

Перечисленные отличия диктуют актуальную необходимость создания и использования соответствующего фрактального фреймворка взаимодействия участников процесса на всех уровнях государственного и корпоративного управления, что может быть сделано на основе метода структурирования функций качества, организации сетевых экспертиз и математического моделирования.

#### **Благодарность**

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 21-18-00184.

#### **Литература**

1. Ершова Т.В., Райков А.Н., Хохлов Ю.Е. (2020) Система мониторинга потребностей отраслей экономики в цифровых платформах и технологиях // Информационное общество, № 2, с. 2-17. [Электронный ресурс] URL: <http://infosoc.iis.ru/article/view/460> (дата обращения 01.09.2022)
2. Калашников А.О., Остапенко А.Г., Остапенко Г.А., Остапенко О.А., Чапурин Е.Ю. (2020) Социальные сети и риск-мониторинг. М.: Горячая линия – Телеком, 266 с.
3. Меденников В.И., Райков А.Н. (2020) Цифровая трансформация управления в логистике на основе математической модели // Материалы конференции «Информационные технологии в управлении», Санкт-Петербург, с. 180–182. <https://itc.etu.ru/assets/files/itc-2020/papers/180.pdf> (дата обращения 01.09.2022).
4. Райков А.Н., Антипин С.И., Фучеджи Н.П. (2020) Архитектурные аспекты создания региональной цифровой платформы сельского хозяйства // Достижения науки и техники АПК. № 9 Том 34. С. 85–90. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10915>.
5. Ракитов А.И., Райков А.Н., Ковчуго Е.А. (2007) Наука, образование, инновации: стратегическое управление. М.: Наука, 228 с.
6. Лепский (ред.), Райков (ред.), (2018) Стратегическое целеполагание в ситуационных центрах развития / Под ред. В.Е. Лепского, А.Н. Райкова (2018). М.: Когито-Центр, 320 с.
7. Ereshko F.I., Kulba V.V., Medennikov V.I. (2019) Digital platforms clustering model. 12th International Conference Management of Large-Scale System Development, Moscow, Russia, DOI: 10.1109/MLSD.2019.8911012.
8. Gubanov D., Korgin N., Novikov D., Raikov A. (2014) E -Expertise: Modern Collective Intelligence. Springer. Series: Studies in Computational Intelligence, Vol. 558, XVIII, 112 p. DOI: 10.1007/978-3-319-06770-43.
9. Gupta R.K., Gurumoorthy B. (2021) Feature-based ontological framework for semantic interoperability in product development, Advanced Engineering Informatics. No. 48. 101260. DOI: 10.1016/j.aei.2021.101260.
10. Hanelt A., Bohnsack R., Marz D., Antunes C. (2020) A systematic review of the literature on digital transformation: insights and implications for strategy and organizational change, J. Manag. Stud., 28(5):1159-1197. DOI: 10.1111/joms.12639.
11. Raikov A. (2020a) Convergent Methodology for National Digital Agriculture Platform, 2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4), London, United Kingdom, pp. 569-576. DOI: 10.1109/WorldS450073.2020.9210292.
12. Raikov A. (2020b) Accelerating Decision-Making in Transport Emergency with Artificial Intelligence. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal. Vol. 5, No. 6, pp. 520-530, DOI: 10.25046/aj050662.
13. Raikov A. (2021) Convergent Ontologization of Collective Scientific Discoveries. 14th International Conference Management of large-scale system development (MLSD). pp. 1-5, DOI: 10.1109/MLSD52249.2021.9600184.
14. Raikov A.N., Ermakov A.N., Merkulov A.A. (2019) Assessments of the Economic Sectors Needs in Digital Technologies, Lobachevskii Journal of Mathematics, 40(11):1837–1847. Pleiades Publishing, Ltd. DOI: 10.1134/S1995080219110246.

#### **Стандарты, нормативные документы, методики**

1. Научно-технологическая инфраструктура Российской Федерации. Центры коллективного пользования научным оборудованием и уникальные научные установки. [Электронный ресурс] URL: <http://ckpr-rf.ru/> (дата обращения 01.09.2022)
2. The TOGAF Standard, Version 9.2 Overview. [Электронный ресурс] URL: <https://www.opengroup.org/togaf> (дата обращения 01.09.2022).
3. TOGAF ADM Tools. [Электронный ресурс] URL: <https://www.visual-paradigm.com/> (дата обращения 01.09.2022).

#### **References in Cyrillics**

1. Ershova T.V., Rajkov A.N., Hohlov Ju.E. (2020) Sistema monitoringa potrebnostej otraslej jekonomiki v cifrovyyh platformah i tehnologijah // Informacionnoe obshhestvo, № 2, s. 2-17. [Jelektronnyj resurs] URL: <http://infosoc.iis.ru/article/view/460> (data obrashhenija 01.09.2022)

2. Kalashnikov A.O., Ostapenko A.G., Ostapenko G.A., Ostapenko O.A., Chapurin E.Ju. (2020) Social'nye seti i risk-monitoring. M.: Gorjachaja linija – Telekom, 266 s.
3. Medennikov V.I., Rajkov A.N. (2020) Cifrovaja transformacija upravlenija v logistike na osnove matematicheskoj modeli // Materialy konferencii «Informacionnye tehnologii v upravlenii», Sankt-Peterburg, s. 180-182. <https://itc.etu.ru/assets/files/itc-2020/papers/180.pdf> (data obrashhenija 01.09.2022).
5. Rajkov A.N., Antipin S.I., Fuchedzhi N.P. (2020) Arhitekturnye aspekty sozdaniya regional'noj cifrovoy platformy sel'skogo hozjajstva // Dostizhenija nauki i tehniki APK. № 9 Tom 34. S. 85-90. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10915>.
6. Rakitov A.I., Rajkov A.N., Kovchugo E.A. (2007) Nauka, obrazovanie, innovacii: strategicheskoe upravlenie. M.: Nauka, 228 s/
7. Lepski V.E., Rajkov A.N. a Strategicheskoe celepolaganie v situacionnyh centrah razvitija / Pod red. V.E. Lepskogo, A.N. Rajkova (2018). M.: Kogito-Centr, 320 s.

*Райков Александр Николаевич, д.т.н., профессор, действительный государственный советник Российской Федерации 3 класса, Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, в.н.с. Института проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, профессор МИРЭА – Российского технологического университета (alexander.n.raikov@gmail.com)  
ORCID: 0000-0002-6726-9616*

*Антипин Сергей Иванович, директор Центра интеллектуального цифрового сельского хозяйства Института проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН (sergey.antipin@gmail.com)*

*Дерябин Богдан Олегович, младший научный сотрудник Института проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН (baga\_d@mail.ru)*

*Коробейников Илья Сергеевич, младший научный сотрудник Института проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН*

*Петров Андрей Олегович, инженер Института проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН (qwertyfaike@gmail.com)*

*Цепенда Сергей Олегович, младший научный сотрудник Института проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН (tsependa.s@gmail.com)*

#### **Ключевые слова**

Агропромышленный комплекс, взаимодействие, математическая модель, менеджмент качества, наука, образование, промышленное производство

**Alexander Raikov, Sergei Antipin, Bogdan Deryabin, Ilya Korobeinikov, Andrey Petrov, Sergei Tsependa, Concept of information system for support an interaction of enterprises of agricultural complex, science, and education**

#### **Keywords**

Agro-industrial complex, interaction, mathematical model, quality management, science, education, industrial production

DOI: 10.34706/DE-2022-03-05

JEL classification C53 – C02 Математические методы; M15 Управление информационными технологиями; Q13 – Сельскохозяйственные рынки и маркетинг; кооперативы; агробизнес; O13 Экономическое развитие: сельское хозяйство; природные ресурсы; окружающая среда; другие первичные продукты; O32 Управление технологической инновацией: научно-исследовательская работа и технологии.

#### **Abstract**

The article addresses the conceptual development of an information system that will ensure the optimization of the interaction between enterprises of the agro-industrial complex, science, and education for all levels of government: federal, regional, municipal, and corporate (farm). To do this, a universal fractal framework for the interaction of organizations of the listed spheres was formed. The framework is based on the method of quality functions deployment (QFD), which allows closing the cycle between identifying the market need for products and services of the agro-industrial complex and satisfying this need with increased quality by including science and education services in a special way. A feature of the proposed approach is to give scientific and educational applications a targeted and interconnected character, which makes it possible to concentrate the efforts of agro-industrial, scientific, and educational organizations on the formation of added value and value of products on the market. This approach makes it possible to interest venture investors, which leads to an increase in the tax base and, accordingly, an increase in the federal budget. As a result, the resource for the development of fundamental science is also growing, which does not have to be tied to the needs of the market. The paper also proposes a fragmentary example of a mathematical model for optimizing the process of interaction formed on a fractal basis between participants in the fields of agricultural production, science, and education. The experience of implementing the proposed approach in the real sector of the economy is noted.