

*Посвящается 100-летию
института экономики и управления АПК*

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Монография

*Под редакцией д.э.н., профессора
Е. В. Худяковой*

Москва
ООО «Мегаполис»
2022

УДК 338.43.02+338.28:631.12:004
ББК 32.81+40
Ц 75

Рецензенты:

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ФИЦ ИУ РАН
В. И. Меденников

доктор технических наук, профессор, проректор по научной,
инновационной деятельности и цифровому развитию, заведующий
кафедрой информатики ФГБОУ ВО «Государственный университет
по землеустройству» **Д. А. Шаповалов**

Ц 75 Цифровая трансформация агропромышленного комплекса: монография / Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова, В. Т. Водяников, Т. Б. Лемешко, О. А. Моторин, М. С. Никаноров, М. Н. Степанцевич, А. К. Субаева, Е. В. Худякова, Ю. В. Чутчева, А. В. Эдер, С. И. Афанасьева, А. В. Греченева, О. С. Ермолаева, А. М. Зейлигер, А. Д. Солошенко, К. В. Чернышева, А. В. Бабкина, И. Е. Быстренина, А. Н. Лосев, О. С. Пучкова, А. О. Щирый / Под ред. д.э.н., профессора Е. В. Худяковой / ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева». – М. : ООО «Мегаполис», 2022. – 160 с.

ISBN 978-5-6049097-8-2

Монография охватывает общие вопросы развития цифровых технологий в агропромышленном комплексе, проблемы подготовки кадров для АПК. Также освещены проблемы информационно-аналитического обеспечения АПК: существующие подходы к формированию единой системы информационного обеспечения, использование систем интернета вещей и искусственного интеллекта. Представлены вопросы использования в управлении АПК различных вычислительных методов, алгоритмов и моделей.

Монография предназначена для студентов старших курсов аграрных вузов, аспирантов и преподавателей, а также специалистов предприятий АПК, внедряющих цифровые технологии.

ISBN 978-5-6049097-8-2

УДК 338.43.02+338.28:631.12:004
ББК 32.81+40

©Коллектив авторов, 2022
©ООО «Мегаполис», 2022

Авторский коллектив

1 глава

Ашмарина Татьяна Игоревна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Бирюкова Татьяна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Водяников Владимир Тимофеевич, доктор экономических наук, профессор кафедры организации производства РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Лемешко Татьяна Борисовна, старший преподаватель кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Моторин Олег Алексеевич, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Никаноров Михаил Сергеевич, старший преподаватель кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Степанцевич Марина Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Субаева Асия Камилевна, кандидат экономических наук, докторант кафедры организации производства РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Худякова Елена Викторовна, доктор экономических наук, профессор кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Чутчева Юлия Васильевна, доктор экономических наук, заведующий кафедрой экономики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Эдер Александр Владимирович, кандидат экономических наук, директор по развитию компании КРОК

2 глава

Афанасьева Светлана Ильинична, кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Греченева Анастасия Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Ермолаева Ольга Сергеевна, старший преподаватель кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Зейлигер Анатолий Михайлович, доктор биологических наук, кандидат технических наук, главный научный сотрудник Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова

Солошенко Александр Дмитриевич, ассистент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Чернышева Кира Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

3 глава

Бабкина Анастасия Валентиновна, кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева,

Быстренина Ирина Евгеньевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Лосев Алексей Николаевич, старший преподаватель кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Пучкова Ольга Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

Щирый Андрей Олегович, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
Глава 1. Развитие цифровых технологий в агропромышленном комплексе и проблемы кадрового обеспечения.....	8
1.1. Сущность и особенности цифровых инноваций.....	8
1.2. Формирование цифрового облика нового экономического мира.....	16
1.3. Цифровая трансформация агробизнеса.....	22
1.4. Анализ потребности предприятий АПК в развитии дополнительного профессионального образования в условиях цифровой трансформации.....	30
1.5. Кадровое обеспечение цифровой трансформации отраслей АПК.....	47
Глава 2. Информационно-аналитические системы и их применение в АПК.....	58
2.1. Подходы к формированию единой системы информационного обеспечения в АПК.....	58
2.2. Информационно-аналитическая система геотехнического мониторинга объектов АПК.....	68
2.3. Разработка и применение цифровых мобильных приложений в аграрном секторе.....	77
Глава 3. Вычислительные методы, алгоритмы и модели в управлении АПК.....	102
3.1. Школы системного анализа и экономико-математического моделирования ученых РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева в современных научных исследованиях.....	102
3.2. Вычислительные методы, основанные на алгоритмах нечеткого управления оперативного контроля, в интеллектуальном производстве.....	119
3.3. Экспериментальные исследования космической погоды методом наземного наклонного радиозондирования.....	127
Библиографический список.....	145

ВВЕДЕНИЕ

Новые производственные и социально-экономические реалии, курс страны на цифровизацию АПК, взятый с момента вступления в силу ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство», а также сложившаяся в последнее время геополитическая ситуация диктуют необходимость активизации научных исследований в области цифровизации агропромышленного комплекса, включая проблемы подготовки кадров для села, обладающих цифровыми навыками. В 2022 году институт экономики и управления АПК отмечает свой 100-летний юбилей. Ученые института сегодня находятся в самой гуще передовых научных исследований, реализуя прикладные цифровые технологии в области агропромышленного комплекса.

Требуется научное уточнение сущности основных, используемых в данной области понятий – «цифровая инновация», «цифровая технология», «цифровая платформа». Так как устойчивым трендом в сельском хозяйстве является применение точных технологий, то наиболее актуальным является дальнейшее проведение исследований по различным методикам сбора геоданных и их обработки с помощью технологий big data.

Развитие систем беспроводной связи, их значительное удешевление за последние несколько лет дали импульс процессу интеграции цифровых сервисов на SCADA-MES уровнях – созданию цифровых экосистем сельскохозяйственных предприятий, которые интегрируются по вертикали в системы регионального и федерального уровней. Эти процессы также нашли свое отражение в данной монографии.

Реализация федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» диктует необходимость применения научных подходов к формулированию требований цифрового плана к современному выпускнику аграрных вузов. Данный вопрос также нашел свое отражение на страницах данной монографии.

ГЛАВА 1. РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ И ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

1.1. Сущность и особенности цифровых инноваций

Цифровая трансформация экономики предполагает внедрение в производство инноваций совершенно иного свойства. Особенность цифровых инноваций определяется, прежде всего, наличием в них так называемого цифрового объекта, наличием предмета труда в виртуальном виде.

Особенностью цифровых инноваций является «размытие» границ технологии, результата (продукта) труда, предмета труда, средства труда. Цифровой объект в различных вариациях образует цифровую технологию. Также цифровые инновации носят динамический характер – программные продукты, являющиеся средствами производства, постоянно перерабатываются, совершенствуются, меняются на более поздние версии; в создании программных продуктов могут участвовать лица, находящиеся в разных местах, регионах, континентах; использование цифровых инноваций предполагает также территориальное несовпадение пользователя программного продукта и его физического расположения (сервера). К особенностям также относятся: возможность создания различных информационных технологий, используя одни и те же большие данные, и сетевой, что порождает существенный и хаотичный рост производства информационных технологий. Переход на организацию производства, основанную

на цифровых инновациях, предполагающий внедрение цифровых платформ и экосистем, требует пересмотра подходов и организации управлению сельхозпроизводством. Должна произойти трансформация менеджмента: от традиционной логики управления – «сверху вниз» к стратегическим подходам, к цифровой бизнес-стратегии.

Цифровые технологии все прочнее входят во все отрасли национальной экономики, в том числе, в сельское хозяйство. Их можно отнести к инновационным технологиям. Однако цифровые инновации представляют собой инновации определенного вида, имеющие свои особенности. Это связано, прежде всего, с наличием в процессе нефизических, виртуальных средств производства (компьютерных программ). В экономической и технической научной литературе понятия «цифровая инновация», «цифровая платформа», «информационная система» часто употребляются как синонимы. Это приводит к определенной путанице понятий.

Цель исследования состоит в обобщении определений и подходов к сущности понятия «цифровые инновации» и обосновании авторской трактовки данного понятия. В связи с тем что цифровые инновации имеют особенности, отличающие их от технических новаций всей эволюции технологических укладов, определение сущности данного понятия раскрывает и определяет перспективы данного вида инноваций, а также вопросы государственного регулирования цифровых инноваций.

Задачами исследования являются следующие: определение сущности понятий «цифровой объект», «цифровая технология», «цифровые инновации»; выделить отличительные особенности цифровых инноваций, их специфику; определить сущность понятия «границы цифровых инноваций»; определить различия в сущности понятий «информационная система», «цифровая платформа», «цифровая экосистема»; выявить особенности стратегии реализации цифровой инновации.

Методы исследования: метод индукции и дедукции, метод научной абстракции. Обобщение результатов проведенного теоретического исследования показало, что в большинстве данных определений цифровые инновации трактуются как процесс, а не как продукт. На наш взгляд, данные определения требуют более расширенной трактовки.

Отличительной особенностью цифровой инновации является так называемое размытие границ технологии, результата (продукта) труда, предмета труда, средства труда. Наиболее близко, на наш взгляд, к определению цифровой экосистемы понимание Д. Тилсона, который считает, что цифровая экосистема включает цифровую платформу и программные модули [148].

Цифровые инновации можно определить как процесс внедрения цифровых технологий. Специфичность, а именно – неограниченность цифрового объекта, являющегося основой цифровых инноваций, определяет специфический характер цифровых инноваций. На наш взгляд, цифровые инновации представляют собой новый или существенно улучшенный цифровой ресурс, приложение, технологию, применяемые с целью повышения качества бизнес-процессов, повышения производительности труда и эффективности производства при определенной компьютерной грамотности и наличии навыков работы с цифровыми технологиями, либо инновационный продукт, включающий цифровые составляющие.

Инновации, предполагающие производство и внедрение цифровых технологий, носят специфический, отличающийся от других инноваций, характер. Важно определить и выделить эти различия.

Авторы [136] в изучении этого вопроса подвергли анализу на основе семантической декомпозиции на ЭВМ 423 статьи. Авторы предлагают рассматривать цифровые инновации в рамках трехслойной концепции «цифровые объекты – цифровые технологии – цифровые инновации» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Специфичность цифрового объекта определяет специфику цифровых инноваций

Если рассматривать особенности цифровых инноваций, то они, прежде всего, заключаются в наличии так называемого цифрового объекта. Особенности определяет наличие информации в виртуальном, т. е. нематериальном виде, представленной в виде двоичных рядов – битов. Набор битов является структурированной, упорядоченной совокупностью, они подчиняются каким-либо синтаксическим правилам. П. Фолкнер назвал наличие упорядоченных битов и информации, заключенной в этой упорядоченности, «краеугольным камнем цифровой революции» [105].

Цифровые технологии ФЗ «Об информации» определяет как «процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов» [1]. То есть закон определяет их как процессы, методы и способы. Процессы предполагают взаимодействие технических средств, нематериальных активов и людей. В основе этого всего лежит цифровой объект. Он и определяет исключительность цифровой технологии, отличие ее от других видов технологии. Цифровой объект в различных вариациях образует цифровую технологию, *когда ему определяется цель.*

Цифровые инновации можно определить как процесс внедрения цифровых технологий. Специфичность, а именно: неограниченность цифрового объекта, являющегося основой цифровых инноваций, определяет специфический характер цифровых инноваций, в числе которых можно отметить следующие:

- результаты и процессы инноваций менее ограничены (территориально и институционально);
- динамический характер инноваций (программы, архитектуры информационных систем и т. д. постоянно пересматриваются, совершенствуются, выходят за рамки отдельных отраслей, что трансформирует характер инноваций, порождает новые инновации [135];
- работа временных творческих коллективов, накладывающих свои особенности на характер инноваций, также определяет их динамический характер);
- территориальная и институциональная рассредоточенность работников (пользователей и разработчиков, в том числе – членов временных творческих коллективов, постоянно совершенствующих технологию) [150];

- цифровые инновации имеют модульную архитектуру, включающую программное, аппаратное, сетевое и информационное обеспечение; при этом разработчики цифровых технологий не всегда представляют себе прикладной характер технологии, которая дорабатывается непосредственно на местах, в условиях конкретной отрасли и предприятия. Некоторые ученые называют это «отложенным связыванием» [151];

- широкая возможность генерации идеи по дополнению, совершенствованию информационной технологии за счет широкого доступа пользователей к технологии, а также, в случае открытого программного кода – создавать новые программы [152];

- возможность создания различных информационных технологий, используя одни и те же большие данные;

- сетевой характер (возможность доступа и интеграции большого числа потенциальных разработчиков), что порождает существенный и хаотичный рост производства информационных технологий.

Авторы А. Ханд и Х. Вагнер определяют цифровые инновации как «... создание или принятие и использование по своей сути неограниченной, добавляющей ценность новизны (продукта, услуги, процесса или бизнес-модели) посредством внедрения цифровых технологий» [136].

Однако они рассматривают цифровую инновацию не как продукт, а как процесс. На наш взгляд, это определение требует более расширенной трактовки.

Отличительной особенностью цифровой инновации является так называемое размытие границ технологии, результата (продукта) труда, предмета труда, средства труда. Как определяют [136], «размытие» также относится к границам предприятий и отраслей (рисунок 2). Продукт цифровой инновации часто имеет виртуальный характер, представляет собой информацию, знания, которые имеют в качестве данных обширные источники, относящиеся к различным отраслям, предприятиям, территориям, в том числе и находящимся в разных государствах.

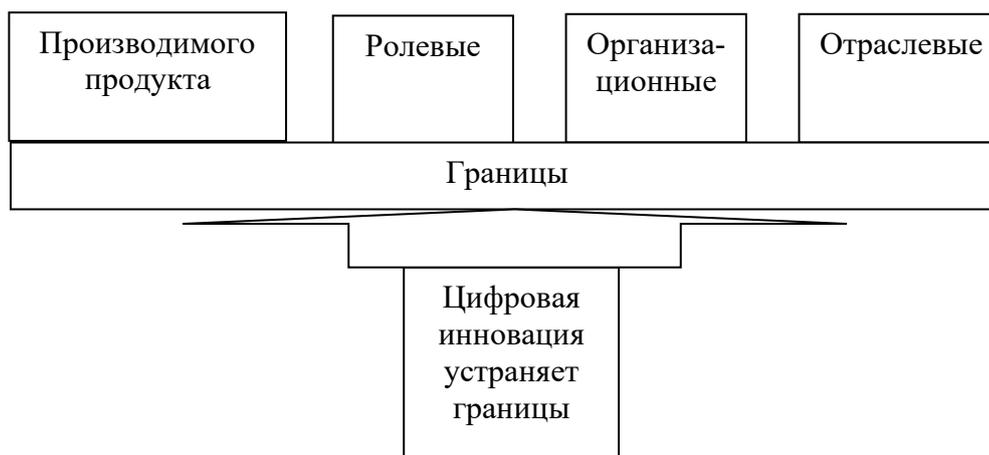


Рисунок 2 – Размытие границ цифровых инноваций

Организационные границы инноваций, то есть, границы отдельных предприятий «размываются» вследствие того, что различные акторы, связанные коммуникационными технологиями, находятся и взаимодействуют вне границ какого-либо предприятия, региона и даже государства. Отраслевые границы «размываются», так как виртуальная среда имеет предмет данные в цифровой форме, единицей транзакции – также виртуальный объект (файл или сообщение), что делает возможным интеграцию информационных ресурсов различных отраслей.

Зачастую термины «Информационная система», «Цифровая платформа», «Цифровая экосистема» используют как синонимы. Однако на наш взгляд и по мнению некоторых авторов между ними существует определенное различие [149].

Информационная система, которую также можно назвать «цифровой инфраструктурой» в соответствии с ФЗ «Об информации информационных технологиях и о защите информации», представляет собой «совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств» [1]. Информационная система является технической основой для цифровой платформы, которая предполагает разработку на этой основе дополнительных модулей – программного обеспечения.

Информационные технологии, цифровые платформы и экосистемы способствуют увеличению открытости предприятия, которая

выражается в обмене данными, информацией, знаниями с внешней средой, ее субъектами, в качестве которых в экономике выступают вышестоящие и статистические организации, различные госорганы и структуры, предприятия данной или смежных отраслей, социальные сети и т. д. Обмен информацией происходит практически без затрат. Организационные формы предприятий должны характеризоваться высокой степенью открытости, которые способствуют гибкому сотрудничеству и координации между цифровыми платформами, экосистемами или инновационными сетями.

Переход на организацию производства, основанную на цифровых инновациях, предполагающий внедрение цифровых платформ и экосистем, требует пересмотра подходов и организации управлению сельхозпроизводством. Должна произойти трансформация менеджмента: от традиционной логики управления – «сверху вниз» к стратегическим подходам, к цифровой бизнес-стратегии (DBS – Digital Business Strategy) [129]. Стратегия предполагает учет динамики развития организации, цифровых технологий и внешней для предприятия среды. Инновации предполагают «стирание границ, генеративность и конвергенцию [129].

При переходе на DBS вследствие того, что происходит кардинальная перестройка производства, необходимо, чтобы работники предприятий были к этому подготовлены, имели соответствующие компетенции и квалификацию.

Особенность внедрения цифровых платформ предполагает то, что организация может легко и быстро привлекать для своей деятельности информационные ресурсы других организаций и лиц, использовать бизнес-знания. Для привлечения новых клиентов использовать широкие возможности сети Интернет, социальных сетей.

Использование цифровых технологий нивелирует организационные особенности предприятия, подстраиваясь под необходимую для цифровой инновации архитектуру информационной системы.

Следует сказать об особенных свойствах знаний при внедрении цифровых инноваций. В своей теории эндогенного роста П. Роммер отвел важное место теории перетока знаний и технологий [143]. При этом отмечают такие свойства знаний в цифровой экономике, как: бесконечный рост и невозможность полного присвоения. Для предприятий знания служат источником для увеличения производства и

роста прибыли. Так, например, владея нейросетевой моделью для прогнозирования урожайности культуры и, применяя ее, предприятие может выбрать из всех возможных наименее затратную стратегию производство этой культуры.

При цифровых инновациях происходит не просто приток знаний в какое-либо одно место (предприятие), а знания о технологии, имеющиеся у различных организаций и лиц, дополняют друг друга, образуя новые знания. Важным вопросом в этом процессе является выяснение вопроса – какую роль играют знания на различных этапах внедрения инноваций [136].

Различные цифровые технологии, например, интернет вещей и искусственный интеллект, позволяют потреблять знания и поддерживать решения ЛПР по внедрению инноваций. Таким образом, как бы разнородные фрагменты знаний объединяются в систему не с помощью человеческого интеллекта, а с помощью интеллекта искусственного. Е. Хиппель отмечает демократический характер цифровых инновациях когда «даже отдельные любители дистанционно могут применять свой творческий потенциал» [132]. Например, создавая программы, части программ, библиотеки, которые могут использоваться другими разработчиками, в цифровых инновациях принимает участие различные индивиды, что можно назвать коллективным интеллектом. Причиной этого является наличие возможности облегченного обмена знаниями между различными участниками с помощью сети Интернет и других сетей [141].

Проведенное теоретическое исследование показало, что существуют неоднозначные неидентичные трактовки таких понятий, как цифровой объект, цифровая платформа, цифровая технология, цифровая система. В исследовании доказано, что цифровые инновации имеют специфические особенности по сравнению с инновациями всех прочих видов, определяющих производственную эволюцию: результаты и процессы инноваций менее ограничены, динамический характер инноваций, территориальная и институциональная рассредоточенность, модульная архитектура и другие. И это требует также специфических стратегий их внедрения в производство.

1.2. Формирование цифрового облика нового экономического мира

Саммит Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) (г. Самарканд, 2022 год) свидетельствует о развитии новой мировой экономической системы на новом технологическом уровне, которая позволяет сформировать цифровой облик торговым международным отношениям. Президент России Владимир Путин заявил, что Шанхайская организация сотрудничества дает странам-участникам экономическое развитие используя подходы, лишенные эгоизма [90]. ШОС объединяет динамично развивающиеся экономики мира с колоссальным человеческим, ресурсным и технологическим потенциалом. Приоритетные векторы экономического сотрудничества – это транзитно-транспортная сфера, продовольственная и энергетическая безопасность на новой технологической основе с применением цифровых технологий. Цифровые технологии представляют собой один из главных двигателей мирового экономического роста. Сейчас на долю цифровой экономики приходится около 20 % мировой торговли.

Целью исследования явилось выявление закономерностей и особенностей цифровой трансформации мировой аграрной экономики.

- рассмотреть предпосылки и аспекты цифровой трансформации мировой аграрной экономики;
- проанализировать влияние ШОС на разработку и реализацию стратегий развития цифровой аграрной экономики в мире;
- разработать рекомендации по ускорению цифровой трансформации российской аграрной экономики.

Методы научного познания, системного анализа (дедукция, индукция, анализ, синтез и другие), графические, статистические.

Мировая экономика распалась на два проекта:

- западный – требует соблюдения единого стандарта принятия решений;
- восточный – сочленения разнородных интересов на основе договоренностей.

Согласно данным цифрового измерения западный проект имеет пока больший индексный показатель цифрового экономического развития мира (Европейский Союз).

Факторы развития восточного вектора в экономике:

- завершена глобализация согласно теории Адама Смита;
- западные страны для сохранения прежнего мирового порядка, требуют всех жить по «правилам», которые сами нарушают;
- мир больше не однополярен;
- Европа больше не является монополистом в области поставок технологического оборудования, банковских кредитов или информационных технологий;
- санкционная политика ЕС и США;
- обострение экономических и политических противостояний между США, РФ и Китаем;
- разбалансировка международной торговли;
- мировой энергетический, логистический и продовольственный кризисы.

Индустриальная эпоха экономического развития, которая опиралась на расширенное воспроизводство и вовлечение в хозяйственный оборот всех доступных ресурсов, закончена. Формируется и развивается информационное общество, что имеет глобальный характер, который выражается в развитии Шанхайской организации сотрудничества. ШОС имеет реальные ресурсы, сильную армию, огромное население и более справедливые правила. Число участников ШОС стремительно расширяется (рисунок 3).

С возникновения ШОС (1996 год) стремительно растет его экономическая составляющая (рисунки 3–5). Стремление всех стран – укрепить свое экономическое положение и стать более независимыми от Запада.

По состоянию на начало 2022 года страны ШОС взаимодействуют по следующим направлениям:

- обеспечение безопасности в регионе;
- построение демократического миропорядка;
- укрепление экономических связей;
- расширение торговых маршрутов;
- обсуждение геополитических вопросов;
- обмен опытом в научно-технической сфере;
- признание документов об образовании;
- забота об экологии в регионе.

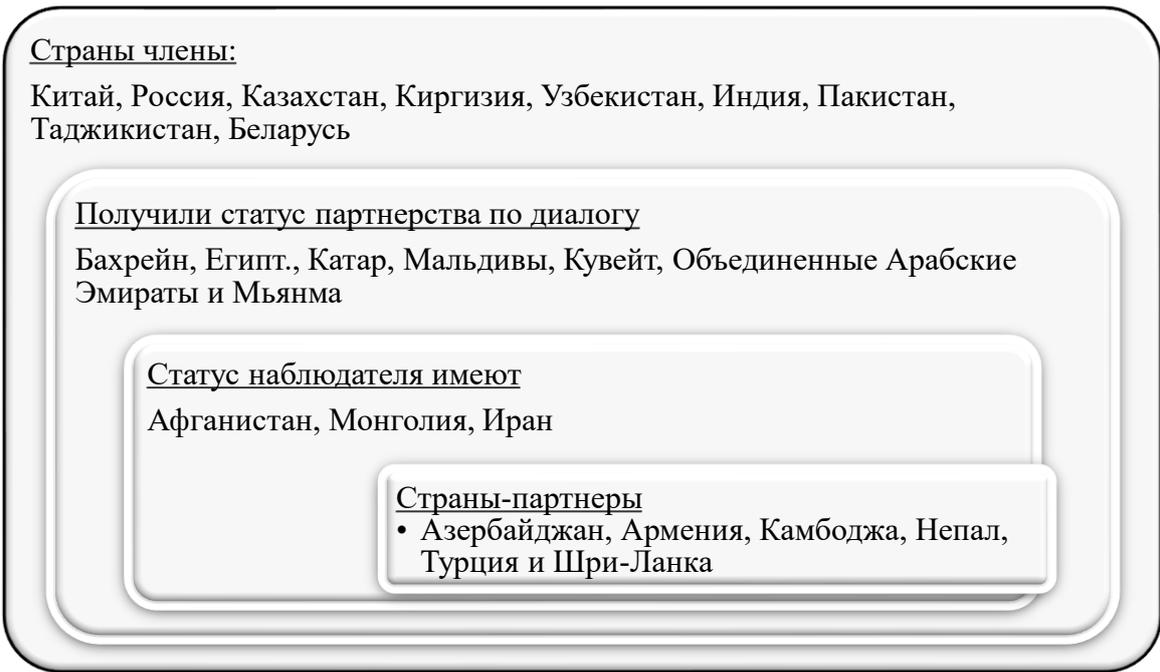


Рисунок 3 – Участники ШОС в 2022 году

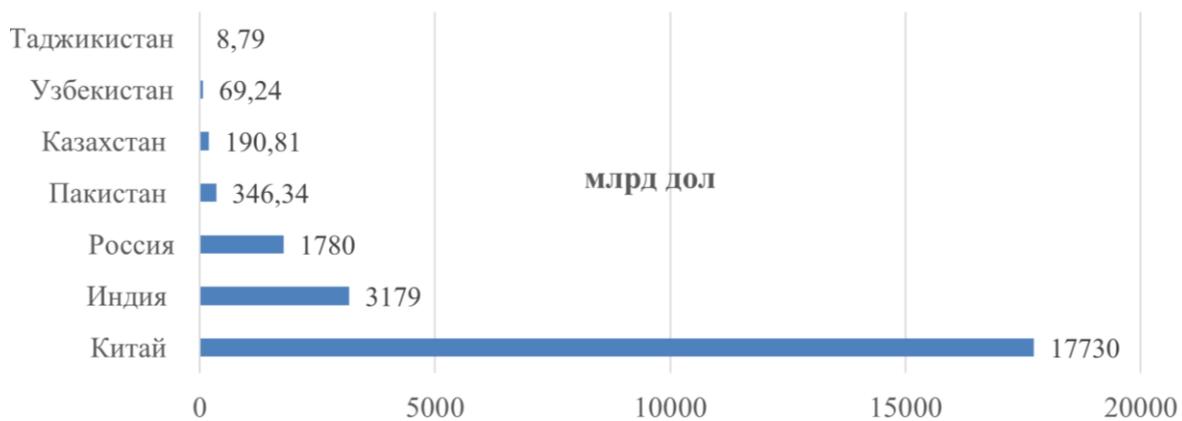


Рисунок 2 – ВВП стран-участниц ШОС в 2021 году

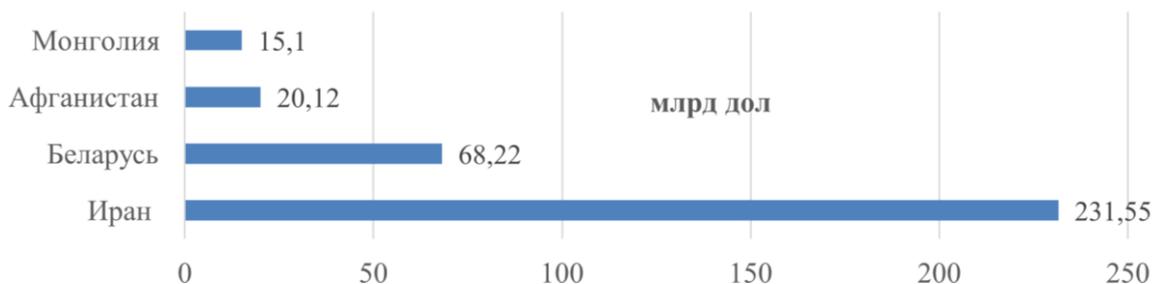


Рисунок 3 – ВВП стран-наблюдателей ШОС в 2021 году

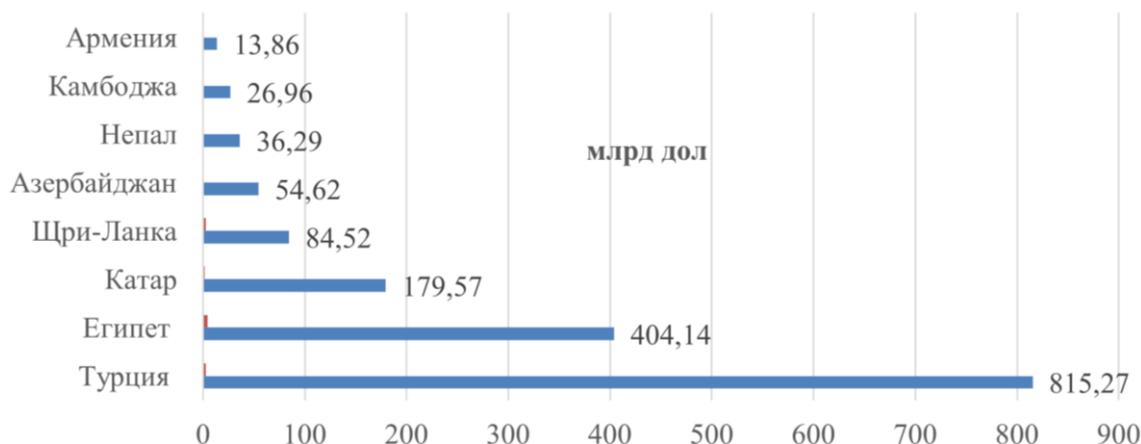


Рисунок 4 – ВВП стран-партнеров по диалогу в 2021 году

ШОС в современной мире является площадкой для решения не только политических вопросов, но и решения экономических проблем мирового масштаба.

Обсуждение результатов. Саммит Шанхайской организации сотрудничества прошел на фоне беспрецедентной геополитической обстановки:

- вследствие слома европейской экономической модели евразийский регион оказался в зоне турбулентности;
- обострился конфликт между Киргизией и Таджикистаном;
- заметная деградация обстановки в Тайваньском проливе;
- непрекращающийся хаос в Афганистане;
- военное обострение между Азербайджаном и Арменией.

ШОС не является альтернативой какой-либо организации, страны объединились чтобы совместно решать проблемы своего развития во всех сферах, заниматься сбережением ресурсов и экологии, координацией усилий по противодействию современным угрозам.

Сегодня страны-участницы организации и страны-партнеры ШОС производят четверть мирового ВВП. В перспективе ШОС – это половина мировых территорий и населения, а также почти все запасы энергетического сырья планеты и стремительно возрастающая доля ее промышленных и сельскохозяйственных ресурсов.

Страны ШОС активно наращивают потенциал своего развития. Цифровые технологии становятся сегодня одним из ключевых факторов ускорения экономического развития, повышения конкурентоспособности различных отраслей экономики, формирования новых

рынков и обеспечения всеобъемлющего устойчивого роста.

В ШОС входит три страны из пяти стран БРИКС – Россия, Китай, Индия, в которых стремительно происходит оцифровка всех экономических процессов.

В КНР наряду со стратегией «Цифровой Китай» приняты проекты:

- «Основной план-стратегия информационных технологий» (Outline of the National Informatization Development Strategy),
- стратегии «Широкополосный Китай» (Broadband China),
- «Интернет+» (Internet+).

КНР, согласно Докладу о развитии цифрового Китая, занимает второе место в мире по объему цифровой торговли.

В России утверждена Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», в состав которой входят проекты:

- «Информационная структура»,
- «Цифровые технологии»,
- «Искусственный интеллект»,
- «Информационная безопасность» и др.

В Индии действует «Национальный план электронного управления» (NeGP) и реализуются программы:

- «Цифровая Индия»
- «Национальная политика в области цифровых коммуникаций» и др.

Согласно расчетам, к 2025 году на цифровую экономику Индии будет приходиться 18...23 % ВВП Индии. Ранее индийские предприниматели в основном копировали существующие западные бизнес-модели, сегодня они разрабатывают оригинальные решения для оцифровки экономических процессов не только Индии. По производству смартфонов Индия занимает второе место после Китая, а по экспорту программного обеспечения несколько лет занимает второе место в мире и экспортирует ежегодно технологий на 150 млрд долл.

В 2021 году прошел Форум цифровой экономики Китай-ШОС и международная выставка «Smart China-2021», где было озвучено, что Китай готов, следуя «шанхайскому духу», продвигать усилия по углублению международного сотрудничества в области цифровых технологий и предлагает ускорить их внедрение на пространстве ШОС.

В ШОС входят страны Евразийского экономического союза (ЕАЭС) – это Россия и Казахстан. В 2019 году начался переход стран ЕАЭС к проектному формату реализации цифровой повестки до 2025 года. В 2020 году был создан фонд цифровых инициатив. Создана информационно-коммуникационная «витрина» национальных сервисов экосистемы цифровых транспортных коридоров ЕАЭС.

Европейские антироссийские санкции быстро изменили логистические маршруты экспорта и импорта продукции и товаров. Поэтому, на пространстве ЕАЭС начал активно развиваться интеграционный проект «Евразийский агроэкспресс». В 2021 году в Узбекистане запустили уникальную информационную логистическую цифровую платформу «Склады и логистические центры Узбекистана», которая использует современные логистические технологии, в частности, цифровизации, прослеживаемости и интегрированного использования транспортной инфраструктуры между странами Евразийского экономического союза и сопредельными странами. В ходе саммита ШОС (Самарканд-2022 г.) одобрен проект по ускоренной доставке продовольствия («Агроэкспресс») между странами Беларусь и Узбекистан.

На первом Евразийском экономическом форуме (Бишкек-2022 г.) страны ЕАЭС создали основу для формирования общего цифрового пространства, включая единую систему прослеживаемости товаров.

Все усилия США и коллективного Запада навязать миру одну глобальную модель экономического развития, которая не отвечает современным требованиям, провалились.

Ключевым фактором ускорения экономического развития ШОС являются цифровые технологии. ШОС становится уникальной площадкой для развития цифровой экономики. Цифровая индустриализация стимулирует экономический рост, поэтому правительства многих стран для поддержания и ускорения экономического роста разработали и на постоянной основе оптимизируют свои цифровые стратегии, чтобы занять более высокое, а значит, и более выгодное место в современном и будущем мире [113].

На саммите ШОС (Самарканд–2022 г.) присутствовали страны, меняющие мировую политическую и экономическую системы.

Итоги саммита ШОС (Самарканд–2022 г.):

- разрабатывается стратегия развития до 2040 года (программный документ охватывает все направления, в том числе и развитие цифрового пространства ШОС);
- географически ШОС превращается в мировую экономическую структуру;
- дальнейшее вытеснение доллара из торгового оборота (переход стран ШОС на взаиморасчеты в национальных валютах и в перспективе создание цифровых денег);
- создание центра по сотрудничеству в области мегаданных, который позволит оперативно решать продовольственные проблемы в мире.

Цифровизация позволит скорее добиться инклюзивного экономического развития, сформировать новые точки роста и повысить инвестиционную привлекательность экономик ШОС. В перспективе вхождение новых стран в ШОС позволит сформировать цифровой облик экономического мира.

Для России – ШОС и БРИКС являются основными международными альянсами, так как отвечают национальным интересам России.

1.3. Цифровая трансформация агробизнеса

В государственной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» утвержденной 28 июля 2017 года Правительством РФ, цифровая экономика определена как: «...хозяйственная деятельность, ключевым фактором производства в которой являются данные в цифровой форме, способствующая формированию информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений, развитию информационной инфраструктуры Российской Федерации, созданию и применению российских информационно-телекоммуникационных технологий, а также формированию новой технологической основы для социальной и экономической сферы» [77].

В отношении аграрной отрасли в ведомственном проекте «Цифровое сельское хозяйство» одноименное понятие рассматривается как: «...сельское хозяйство, базирующееся на современных способах производства сельскохозяйственной продукции и продовольствия с

использованием цифровых технологий (интернет вещей, робототехника, искусственный интеллект, анализ больших данных, электронная коммерция и др.), обеспечивающих рост производительности труда и снижение затрат производства» [68].

Путь к цифровой экономике включает в себя четыре десятилетия от появления новых персональных компьютеров до замены индустриальных и постиндустриальных технологий производства на цифровые и облачные, делая их цифровыми и умными. Развитие технического потенциала и становления цифрового сельского хозяйства представлено на рисунке 5.

Согласно Глоссарию Евразийской Экономической Комиссии, определение «цифровой трансформации экономики» следует рассматривать как: «...смену экономического уклада, изменение традиционных рынков, социальных отношений, государственного управления, связанная с проникновением в них цифровых технологий; принципиальное изменение основного источника добавленной стоимости и структуры экономики за счет формирования более эффективных экономических процессов, обеспеченных цифровыми инфраструктурами; переход функции лидирующего механизма развития экономики к институтам, основанным на цифровых моделях и процессах» [68].

В сельском хозяйстве термин «цифровизация» не может охватывать все процессы производства и распределения, так как не все технологии, используемые современной цивилизацией, цифровые. Часть процессов перекликается с процессами автоматизации, компьютеризации, информатизации или просто используют информационные технологии. Такое множество расхождений в определении понятия цифровая экономика, в государственных нормативных актах и научных публикациях, позволило выделить основные подходы к данной категории (таблица 1).

Таким образом, многообразие подходов различных авторов к проблеме цифровой экономики лишь расширяет и дополняет базу знаний в этом вопросе.



Рисунок 5 – Этапы развития технического потенциала и свойства цифрового производства

Источник: составлено автором на основании источников [28]

Таблица 1 – Подходы к определению цифровой экономики

Автор, источник	Определение
Бухтиярова Т.И.	«Цифровая экономика – это совокупность видов экономической деятельности, основанной на применении цифровых технологий, характеризующихся активным внедрением и использованием цифровых технологий через хранение, обработку и передачу данных во всех сферах человеческой деятельности»
Кешелава А.В.	«Цифровая экономика – это «виртуальная среда, дополняющая нашу реальность»»
Пецольдт К., Коваль А.Г., Григорьева А.С.	«Цифровая экономика – это экономика, основанная на цифровых технологиях, характеризующих область электронных товаров и услуг Цифровая экономика — это экономическое производство с использованием цифровых технологий»
Мещеряков Р.В.	«Цифровая экономика – это экономика, основанная на цифровых технологиях. При этом правильнее характеризовать исключительно область электронных товаров и услуг» «Цифровая экономика – это экономическое производство с использованием цифровых технологий»
Бондаренко В.М.	«Цифровая экономика – это целостная, системная, комплексная проблема нахождения той модели отношений между людьми, которая совместима с технологиями четвертой промышленной революции, то есть с цифровыми технологиями и другими высокими технологиями XXI века и в своем формировании, развитии и реализации должна обеспечивать достижение объективно заданной цели»
«Стратегия развития информационного общества РФ на 2017-2030 годы»	«Цифровая экономика – это хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа, которые по сравнению с традиционными формами хозяйствования, позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг»
Государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»	«Цифровая экономика – это хозяйственная деятельность, ключевым фактором производства в которой являются данные в цифровой форме, способствующая формированию информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений, развитию информационной инфраструктуры Российской Федерации, созданию и применению российских информационно-телекоммуникационных технологий, а также формированию новой технологической основы для социальной и экономической сферы»

Источник: составлено автором на основании источников [16, 26, 27, 76, 83].

Анализ существующих определений и изучение сущности цифровой экономики позволили дать авторское определение данному понятию, предполагающему применение цифровых технологий в агробизнесе, направленному на интеллектуализацию производства (обмен, распределение, потребление) через систему производственных отношений и межсубъектных взаимодействий, трансформацию сельскохозяйственного производства, в части машинного комплекса из четырехзвенного в пятизвенный (двигатель, передаточный механизм, рабочая машина, управляющее устройство и программно-техническое средство).

Научное обобщение развития технического прогресса и техники, а также анализ, автором, различных определений цифровой экономики через выбор источников, сортировку терминов, объединения по предметным областям, позволили также определить ключевой фактор цифровой экономики в виде данных в цифровой форме. Современные цифровые технологии, позволяют управлять инженерной инфраструктурой в современном сельскохозяйственном предприятии, через систему: «умное» поле, «умная» теплица, «умный» сад, «умная» ферма и т. д.

Дальнейшая автоматизация технического потенциала ведет к более высокому уровню цифровой интеграции, которая требует изменений в бизнесе, что повлияет в конечном счете на прибыль и конкурентоспособность предприятий. С появлением сельскохозяйственных машин изменилась структура производства, что повлекло изменение и структуры системы управления агропромышленными предприятиями. Аналогичные последствия должны произойти с началом массового внедрения цифровых технологий посредством внедрения информационно-управляющих систем (ИУС). Цифровизация сельского хозяйства с позиции авторов требует наличия следующих составляющих элементов, которые представлены в виде схемы (рисунок 6).

Внедрение в технический потенциал цифровой техники с различными интеллектуальными IT-приложениями, производящими их обработку в режиме реального времени, способствует быстрому принятию решений аграриями в результате анализа множественных факторов и обоснования следующих действий.

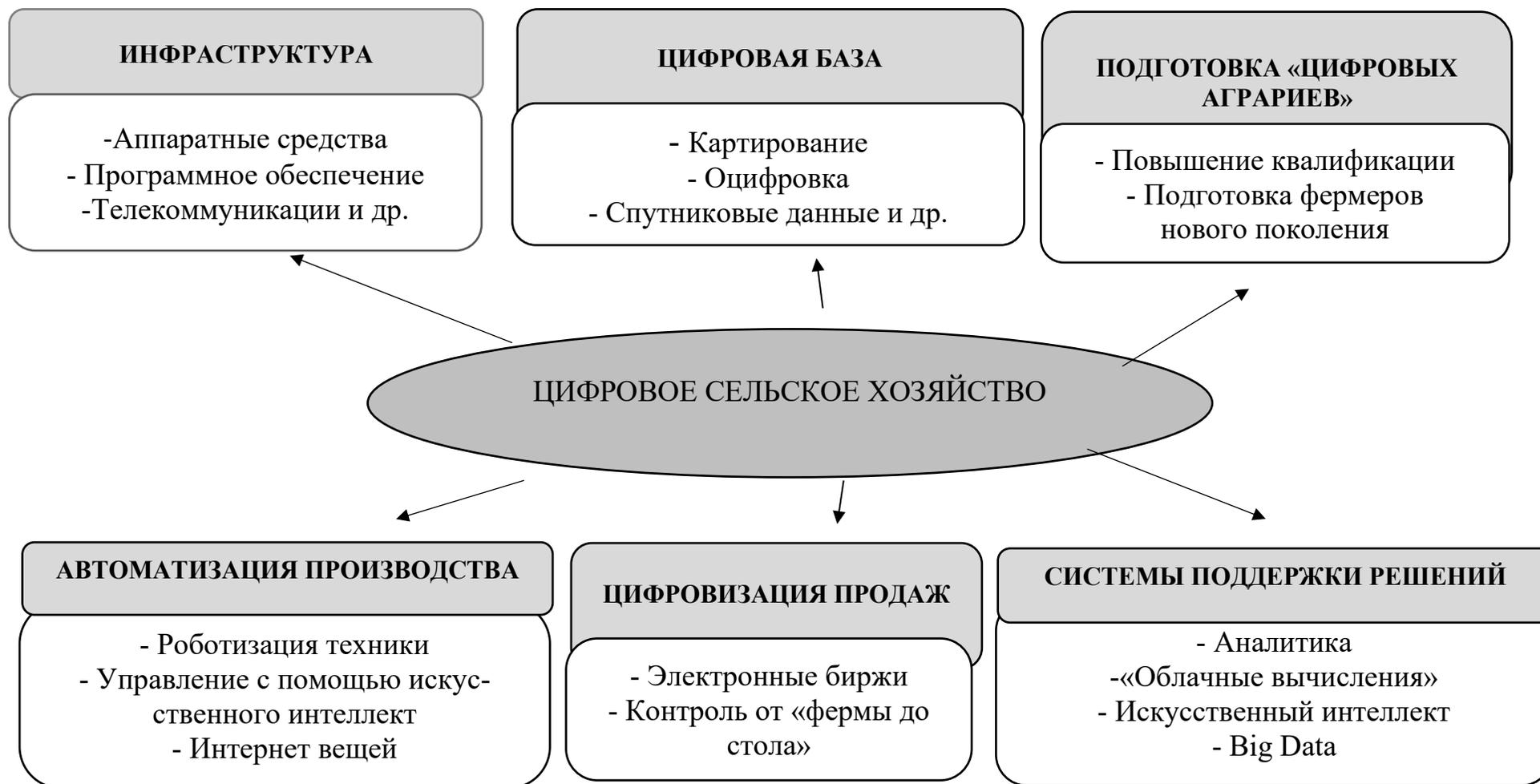


Рисунок 6 – Элементы цифрового сельскохозяйственного производства
Источник: составлено автором

На основе математических расчетов информационная система способна дать рекомендации по обработке и уходу за растениями или конструкциями для автоматического исполнения роботизированной техникой, то есть это возможность контролировать природные факторы, проектировать и прогнозировать результаты с математической точностью.

По мере развития рынка технический потенциал сельского хозяйства в условиях цифровой экономики становится обладателем всех атрибутов интернета вещей. То есть инновационные достижения в виде сенсоров и самоуправляемой техники (беспилотники) позволяют проводить сбор данных в аграрной отрасли, проводить контроль за объектами на новом уровне, а подключенные системы управления платформ и приложений выводят производство сельскохозяйственной продукции на новый уровень.

Задачей ИТ становится рациональная автоматизация всех этапов производственного цикла для сокращения потерь, повышения продуктивности бизнеса, оптимального управления ресурсами. Но даже в этом случае, результат относится только к растениям, готовым к сбору урожая или животным, но не гарантирует получение прибыли, так как урожай еще необходимо собрать, хранить, осуществлять первичную обработку и транспортировать до покупателя/ потребителя.

Дальнейшая автоматизация представляет собой более высокий уровень цифровой интеграции, который затрагивает сложнейшие организационные изменения в бизнесе, однако их реализация способна кардинально повлиять на прибыль и конкурентоспособность продукции и компании в целом. Интеграция получаемых данных с различными интеллектуальными ИТ-приложениями, производящими их обработку в режиме реального времени, осуществляет революционный сдвиг в принятии решений для фермера, предоставляя результаты анализа множественных факторов и обоснование для последующих действий. При этом чем больше датчиков, сенсоров и полевых контроллеров подключены в единую сеть и обмениваются данными, тем более умной становится информационная система и больше полезной информации для пользователя она способна предоставить. Но есть и минусы данных процессов, касающиеся высокой стоимости, рисков отказа оборудования, несовершенство системы, искажение данных и др.

Таким образом, процесс внедрения цифровых технологий в сельскохозяйственное производство зависит от развития ряда факторов: наличия интеллектуальной технической базы, развития культуры, экономики, государственной поддержки, готовности кадров и др.

Однако внедрение интернета вещей в сельскохозяйственное производство, как и во все другие отрасли имеет свойственные ей особенности. Специфика агропроизводства отражается в системе цифровизации машин и в особенностях их применения.

Во-первых, земля – сфера производства сельскохозяйственной продукции. Задача здесь заключается во внедрении с помощью цифрового точного земледелия наиболее благоприятных условий для развития культурных растений. Поэтому земля является основным предметом цифровой (машинной) обработки. Для рационального использования общественного труда, воплощенного в цифровых машинах необходима, их индивидуализация с целью повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

В условиях создания технологий и технических средств для автоматизации, роботизации и интеллектуальности сельскохозяйственного производства индивидуализация заключается в особенностях местности, рельефа, плодородия почв, сроках, климатических условиях. То есть внедрение цифрового земледелия с учетом всех реалий требует сбора и введение в базу данных (облако) огромного объема информации, что требует кропотливой работы на местности.

Сбор фактов по технологическим операциям в поле – очень сложная задача. Есть отличия в работе механиков-водителей и механизаторов, находящихся на данный момент в поле и управлении тем или иным трактором, различия используемом в навесном оборудовании. При этом данные забиваются вручную хотя и существует программное решение, с помощью которого передаются эти параметры.

Во-вторых, внедрение цифровых платформ и управление «умным» сельскохозяйственным производством требует внедрения интеллектуальных машин и применения новых технологий, что финансово обременительно для многих аграриев и предполагает введение новых программ государственной поддержки.

В-третьих, рабочий период в земледелии значительно короче периода производства, поэтому приобретение дорогостоящего цифрового оборудования для одного хозяйства экономически

нецелесообразно. Развитие технического потенциала в рамках цифровизации приводит к изменению организационно-правовых форм предприятий по типу сетевых структур. Иерархически устроенные организации трансформируются в сетевые структуры без единого центра управления, руководства и принятия решений либо как самостоятельные организации в рамках сетевого взаимодействия.

В-четвертых, на основе технического прогресса идет активный процесс изменения структуры рабочей силы. Удельный вес механизированного труда в рамках цифровизации технического потенциала все более возрастает, что требует увеличения численности обладающих не только знаниями технологии земледелия, но и способных применить IT-технологии в сельском хозяйстве. Это является одной из сложных задач для сельского хозяйства. Ведь нужны не только грамотные специалисты аграрии, но и умеющие переводить данные на производстве в электронный вид.

Проведенные исследования подтвердили, что основой цифровизации технического потенциала сельского хозяйства являются технические системы, но управление этими системами принадлежит человеку, ведь для запуска любых цифровых приложений необходимо вмешательство человека.

Наиболее полно цифровизацию сельского хозяйства можно представить как совокупность оцифрованных средств труда и кадровых ресурсов, обладающих цифровыми компетенциями, используемых для технического и технологического развития сельскохозяйственного производства с целью социально – экономического роста охватывающее новейшие научно-технические достижения в сфере IT-технологий.

1.4. Анализ потребности предприятий АПК в развитии дополнительного профессионального образования в условиях цифровой трансформации

Дополнительное профессиональное образование (ДПО) является основой постоянного развития специалиста любого уровня, особенно в условиях смены технологического уклада экономической системы, основанного сегодня на цифровой трансформации бизнес-процессов. Важнейшими потребителями образовательных и

исследовательских продуктов дополнительного профессионального образования являются предприятия реального сектора экономики, поэтому при разработке программ ДПО необходимо ориентироваться на их потребности и возможности.

Агропромышленный комплекс играет существенную роль в экономическом и социальном развитии сельских территорий (агломераций) Российской Федерации. В условиях обострения геополитической обстановки, глобализации мировых продовольственных рынков и цифровой трансформации АПК для России актуальной проблемой является повышение конкурентоспособности аграрной экономики на основе постоянного роста уровня квалификации кадров.

В настоящее время цифровые технологии все активнее проникают во все сферы экономики. Базовые положения, определяющие развитие и целевое состояние системы подготовки кадров в условиях цифровой трансформации для различных отраслей, заложены в федеральном проекте «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика РФ».

В сфере АПК процессы цифровой трансформации развиваются в рамках ведомственного проекта Министерства сельского хозяйства РФ «Цифровое сельское хозяйство».

По оценкам BusinesStat, в 2016–2019 годах объем рынка дополнительного профессионального образования в России вырос на 26,3 % – с 579 до 731 млн академических часов. Увеличение доли людей старшего и среднего возраста, продолжающих трудовую деятельность, государственная поддержка непрерывного образования граждан способствовали росту числа программ и слушателей дополнительного профессионального образования. Но в 2020 году объем рынка дополнительного профессионального образования в России сократился на 13 % по сравнению с предыдущим годом и составил 636 млн академических часов. Из-за пандемии и общего ухудшения экономической ситуации часть корпоративных клиентов временно отказались от проведения обучения персонала в 2020 году [13].

Что касается развития аграрного образования, то в целом ДПО в АПК подвержен тем же тенденциям. В. И. Трухачев, И. С. Константинов, В. Е. Бердышев, О. А. Моторин, И. Е. Быстренина, А. К. Субаева отмечают необходимость развития аграрного образования исходя из потребностей работодателей с учетом тенденций научно-

технического прогресса и цифровой трансформации агропромышленного комплекса [17, 21–25, 69, 70, 72, 98, 99, 102, 103, 107].

Цель исследований – выявить потребности представителей профессионального сообщества в программах дополнительного профессионального образования кадров в АПК.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- охарактеризовать состояние АПК, ДПО в Российской Федерации;
- выявить актуальные направления переподготовки кадров в АПК на основе требований профессионального сообщества;
- проанализировать потребности предприятий АПК в современных знаниях, умениях и навыках в условиях цифровой экономики;
- определить специализацию и стоимость курсов повышения квалификации и программ переподготовки, направленных на формирование «цифровых» профессиональных компетенций современного аграрного специалиста.

Источниками информации для исследования являются открытые данные профильных государственных органов: Федеральная служба государственной статистики РФ, Министерство науки и высшего образования РФ, Министерство экономического развития РФ, Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство труда и социальной защиты РФ, а также данные полевого и кабинетного исследований.

Для получения результатов применялись следующие методы исследования: научной абстракции, сравнительного анализа, статистико-экономический, монографический, методы полевого и кабинетного исследований.

На первой стадии анализа собраны и обработаны данные о состоянии и тенденциях развития экономики и ДПО на основании открытых источников. Дополнительно проводились собственные исследования: анкетирование представителей предприятий АПК, наблюдения за бизнес-процессами образования в АПК, форсайт-сессии. Далее полученная информация была обработана при помощи статистико-экономических методов.

Основным инструментом сбора информации для данного исследования явилась анкета, заполненная экспертами в сфере АПК,

которая охватывает вводный блок, посвященный информации об эксперте, а также общий блок, включающий информацию по выявлению потребностей предприятий АПК в дополнительном профессиональном образовании в сфере цифровизации. Кроме того, проведены форсайт-сессии с представителями аграрного бизнеса, компаний-разработчиков цифровых решений для определения основных тенденций развития ДПО в АПК с учетом направлений цифровой трансформации экономики.

Обработка и анализ данных, полученных при помощи полевых и кабинетных исследований, позволил получить результаты, позволяющие определить потребности предприятий АПК в развитии дополнительного профессионального образования условиях цифровой трансформации.

Россия переживает системный спад экономики из-за отсутствия структурных реформ. Пандемия и мировой кризис 2020 года не оказали критического влияния на российскую экономику, но дополнительные проблемы развития экономики РФ связаны с ужесточением международных санкций.

Однако главным последствием эпидемии для России станет резкий рост безработицы. Некоторые эксперты прогнозируют, что треть всех малых и средних предприятий либо закроются, либо сократят сотрудников, а численность безработных вырастет с 2,5 до 8 млн человек. В связи с этим для рынка образования особое значение имеет сегмент дополнительного профессионального образования [13].

Дополнительное профессиональное образование включает программы повышения квалификации длительностью не менее 16 ч и программы переподготовки, длительность которых составляет более 250 ч. Благодаря использованию современных цифровых инструментов дополнительное профессиональное образование становится более доступным для потребителей. Обучаясь дистанционно, слушатель может самостоятельно выбрать удобное время для ознакомления с материалом и прохождения контрольных испытаний без отрыва от работы.

С 2016 года в России развивается проект «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации» (СЦОС), задача которого – трансформировать систему образования и профессиональной подготовки в соответствии с реалиями цифровой экономики.

Разработкой СЦОС занимается Национальный центр электронного образования ГК Ростех (ООО НЦЭО) с привлечением университетов, обладающих высоким уровнем компетенций в ИКТ [42].

В рамках проекта «Кадры для цифровой экономики» планируется решение задач по обеспечению потребностей цифровой экономики компетентными кадрами требуемой квалификации, в том числе подготовка квалифицированных специалистов для приоритетных отраслей, поддержка талантливых школьников и студентов в области математики, информатики и цифровых технологий, содействие гражданам в освоении компетенций цифровой грамотности и цифровой экономики (рисунок 7).



Рисунок 7 – Целевые показатели реализации проекта «Кадры для цифровой экономики» в 2024 году [73]

К 2024 году планируется увеличить не только количество выпускников высшего и среднего образования, обладающими компетенциями в области информационных технологий на среднемировом уровне, но и увеличить долю населения, обладающими цифровыми навыками до 40%. Реализация данных целей стимулирует развитие ДПО в сфере цифровой трансформации экономики.

В целом, основные эксперты рынка ДПО прогнозируют увеличение данного образовательного сегмента. В России внутренний ресурс инвестиций в ДПО должен заметно увеличиться благодаря реализации национальных программ «Цифровая экономика», «Образование», «Наука», «Экология». Эти проекты содержат целевые установки по подготовке и развитию кадров для каждой из сфер, обладающих развитыми цифровыми компетенциями, общемировыми наборами hard & soft skills [42].

Российская Федерация обладает большим потенциалом роста объемов производства сельскохозяйственной продукции. Одним из факторов, влияющих на интенсификацию аграрного сектора экономики, является опережающее развитие кадрового потенциала. Процессы цифровой трансформации меняют не только систему управления агропромышленным комплексом, но и механизм управления кадровым потенциалом АПК [95, 107, 108].

В то же время на протяжении длительного периода потребности АПК в рабочей силе снижаются. Так, среднегодовая численность работников, занятых в сельском хозяйстве, охоте и лесном хозяйстве, рыболовстве и рыбоводстве, с 2000 годом уменьшилась почти в два раза по сравнению с 2020 годом – с 9,13 до 4,55 млн человек, а доля работников АПК от общего количества работников, занятых в экономике, снизилась с 14,1 до 6,5 % [101].

Главным образом данная зависимость проявляется в аграрных регионах страны, где наблюдается отток молодых и наиболее перспективных кадров в столицу и крупные города (рисунок 8).

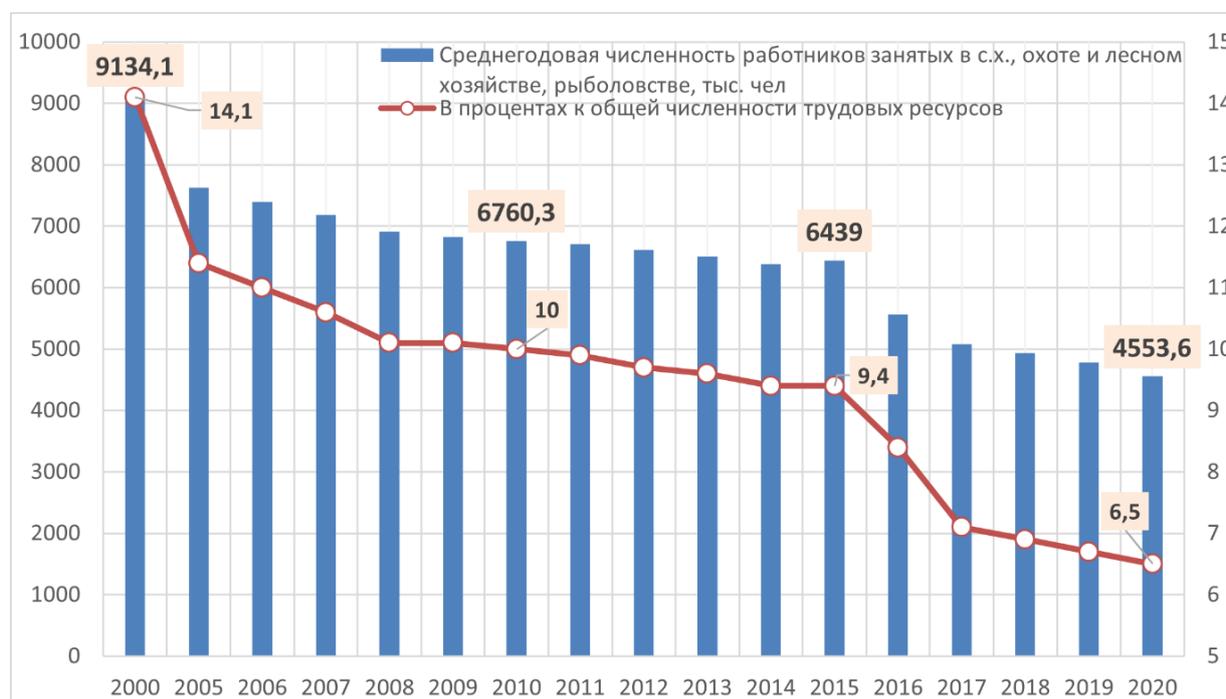


Рисунок 8 – Среднегодовая численность и доля занятых по видам экономической деятельности, отнесенным к сельскому хозяйству [101]

В настоящее время структура аграрного образования представлена тремя базовыми направлениями подготовки специалистов.

Первое направление – этот уровень высшей школы – высшего образования.

Второй уровень осуществляет подготовку по программам среднего профессионального образования.

Третий уровень представлен учреждениями дополнительного профессионального образования [78].

Специалистов с высшим образованием (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура) готовят 54 вуза Минсельхоза России и 35 вузов Минобрнауки России.

Рабочие кадры и специалистов среднего звена – 38 вузов и более 400 образовательных учреждений СПО.

Повышают квалификацию руководителям и специалистам АПК – вузы и учреждения ДПО Минсельхоза России. Система дополнительного профессионального образования – это 21 учреждение дополнительного профессионального образования [96].

Важнейшей проблемой, препятствующей интенсификации и цифровизации сельского хозяйства, является дефицит квалифицированных кадров. Поэтому в условиях цифровой трансформации АПК необходима постоянная подготовка и переподготовка специалистов, позволяющая им развивать знания, умения и навыки в области цифровизации.

Анализ направлений развития ДПО является основополагающим для определения потребности аграрного профессионального сообщества. В настоящее время во всех типах предприятий сельского хозяйства с 2001 по 2019 год наблюдается снижение количества работников управленческого профиля. Так, численность руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций в целом по системе предприятий и учреждений Министерства сельского хозяйства РФ в 2019 году по сравнению с 2001 годом снизилась на 51,8 %, руководителей сельскохозяйственных организаций – на 3,9 %, специалистов (всего, включая главных) – 57,2 %.

На рисунке 9 отражена динамика сокращения работников АПК за последние 10 лет.



Рисунок 9 – Структура снижения численности работников по системе предприятий и учреждений Министерства сельского хозяйства РФ [Расчет автора по данным оперативной отчетности Министерства труда и социальной защиты РФ]

Наибольшее снижение численности специалистов наблюдается в растениеводстве (19,6 %) и животноводстве (21,2 %), а также в пищевой и перерабатывающей промышленности – 14,0 %. Снижение численности специалистов связано с цифровизацией и автоматизацией бизнес-процессов предприятий АПК.

Структура уровня образования руководителей и специалистов всех категорий в сельскохозяйственных предприятиях РФ в 2019 году отражена на рисунке 10.

В 2019 году в сельскохозяйственных предприятиях РФ всех категорий 31 310 человек из числа руководителей и специалистов не имели высшего и среднего образования, из них 2210 человек обучались заочно. Необходимо отметить, что в условиях цифровой трансформации агробизнеса, изменения принципов и методов управления руководители и специалисты будут вынуждены повышать квалификацию независимо от уровня образования.

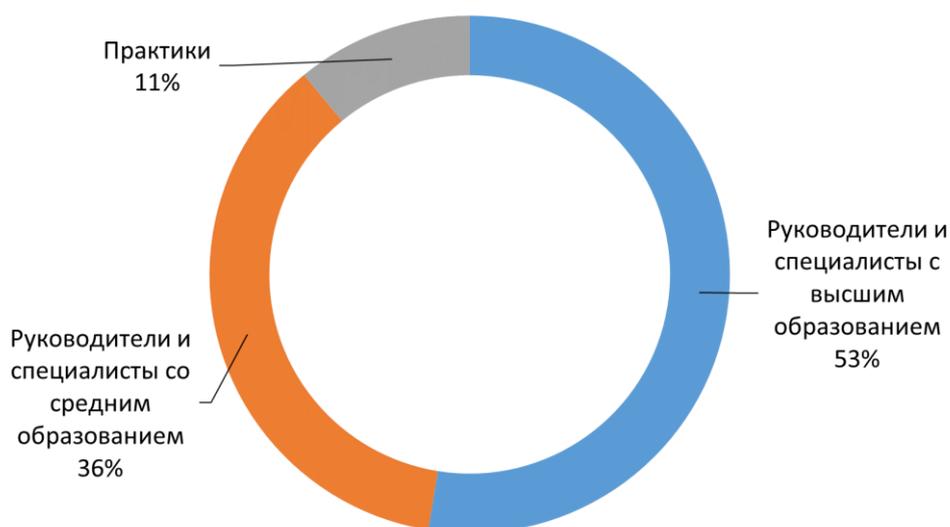


Рисунок 10 – Структура управленческого персонала по уровню образования в сельскохозяйственных предприятиях всех категорий РФ в 2019 году [Расчет автора по данным мониторинга Министерство сельского хозяйства РФ]

На рынке аграрного ДПО основными игроками являются Федеральные государственные бюджетные образовательные учреждения дополнительного профессионального образования (ФГБОУ ДПО АПК). В 2019 году ФГБОУ ДПО АПК обучили 28478 человек по 511 программам повышения квалификации, из них 4998 слушателей прошли обучение с применением электронного обучения или дистанционных образовательных технологий. По количеству реализуемых программ повышения квалификации наибольший вес в структуре занимает ФГБОУ ДПО АПК занимают ФГБОУ ДПО «Кировский институт агробизнеса и кадрового обеспечения», «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса», «Калининградский институт переподготовки кадров агробизнеса», «Санкт-Петербургский институт управления и пищевых технологий».

Что касается программ переподготовки в 2019 году в ФГБОУ ДПО АПК, то наибольшую долю в их структуре занимает ФГБОУ ДПО «Российская академия кадрового обеспечения агропромышленного комплекса» – 13 программ, на втором месте находится ФГБОУ ДПО «Кировский институт агробизнеса и кадрового обеспечения» – 10 программ, на третьем месте ФГБОУ ДПО «Нижегородский региональный институт управления и экономики агропромышленного

комплекса» – 9 программ. ФГБОУ ДПО «Дальневосточная школа повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленного комплекса», ФГБОУ ДПО «Дагестанский институт повышения квалификации кадров АПК», ФГБОУ ДПО «Калужский институт дополнительного профессионального образования в сфере АПК» не имели программ переподготовки. Всего ФГБОУ ДПО АПК в 2019 году реализовали 98 программ переподготовки и обучили 1851 человека, из них 765 слушателей прошли обучение с применением электронного обучения или дистанционных образовательных технологий.

Количество слушателей, прошедшее в 2019 году дополнительное профессиональное образование в ФГБОУ ДПО АПК РФ по программам повышения в квалификации по основным направлениям представлено на рисунке 11, по программам переподготовки – на рисунке 12.



**Рисунок 11 – Количество слушателей по направлениям повышения квалификации в ФГБОУ ДПО АПК РФ в 2019 году
[Расчет автора по данным мониторинга Министерство сельского хозяйства РФ]**

Необходимо отметить невысокое число слушателей по программам переподготовки и повышения квалификации ФГБОУ ДПО АПК РФ в 2019 году в сфере цифровизации АПК, которая имеет основополагающее значение для повышения эффективности АПК. Кроме того, негативной тенденцией развития ДПО в сфере АПК является невысокая доля дистанционного обучения.



Рисунок 12 – Количество слушателей по направлениям программ переподготовки в ФГБОУ ДПО АПК РФ в 2019 году [Расчет автора по данным мониторинга Министерство сельского хозяйства РФ]

В 2020 году аграрное образование подверглось тем же вызовам, что и все образование в РФ. Пандемия вынудила всех субъектов аграрного образования перейти на дистанционный формат оказания образовательных услуг. Многие образовательные учреждения были не готовы. К концу 2020 года основная масса образовательных организаций, реализующих программы ДПО, адаптировались к дистанционному формату предоставления образовательных услуг.

Основными потребителями программ переподготовки и повышения квалификации являются предприятия АПК. Для проведения анализа потребности представителей профессионального сообщества в программах дополнительного профессионального образования кадров АПК в сфере цифровизации была разработана анкета и определена необходимая выборка респондентов. Анкетирование проводилось онлайн, а также традиционным способом. Анкета была заполнена 226 респондентами из различных сфер АПК, которые ответили на все вопросы. Анкета строго соответствовала цели и задачам исследования и содержала инструкцию для обеспечения методологической правильности исследования. Вопросы анкеты были сформулированы конкретно и понятно, были включены вопросы, позволяющие определить противоречивые ответы. В целом, анкета не была перегружена вопросами и не вызывала трудностей при заполнении.

Основные вопросы анализа также обсуждались с представителями предприятий АПК на форсайт-сессиях. Результаты анкетирования были обработаны с использованием Microsoft Excel при помощи экономико-статистических методов. Некоторые результаты были преобразованы в графическую форму.

Большая часть респондентов (54 %) отметила необходимость повышать квалификацию сотрудников раз в год, вариант ответа «реже, чем раз в 5 лет» не выбрал никто (рисунок 13).

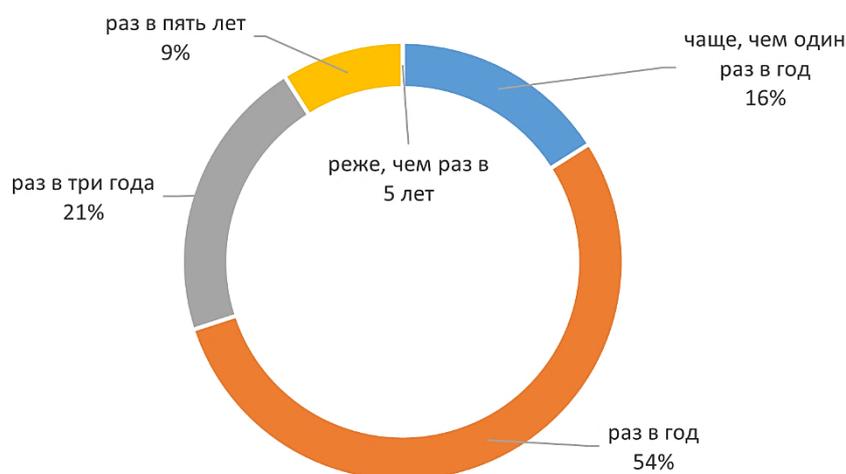


Рисунок 13 – Структура ответа респондентов на вопрос «Как часто сотрудникам Вашей компании необходимо повышать квалификацию?»

Что касается ответа на вопрос «Какие сотрудники должны повышать квалификацию?», то 42 % респондентов выбрали все категории сотрудников (основные работники, работники управленческого аппарата, служащие); 38 % респондентов отметили основных работников и работников управленческого аппарата; 16 % – основных работников, 4 % – другие варианты.

Респонденты также выбрали наиболее популярный вид дополнительного профессионального образования – 39 % опрошенных выбрали курсы повышения квалификации в объеме 36 ч, программу переподготовки в объеме 252 ч выбрали 10 % респондентов (рисунок 14).

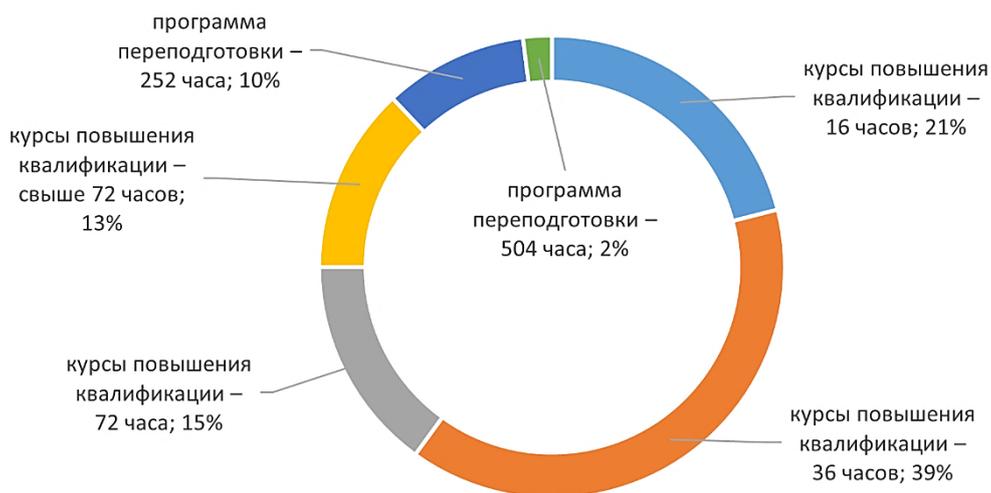


Рисунок 14 – Структура ответа респондентов на вопрос «Какой вид дополнительного профессионального образования наиболее приемлем для сотрудников Вашей компании?»

В части стоимостных предпочтений верхнюю границу предложенной цены по всем видам ДПО не выбрал никто. Структура ответов на вопрос «Какая стоимость курсов повышения квалификации?» для различного объема отражена на рисунке 15.

Для курсов повышения квалификации в объеме 16 часов 77 % респондентов выбрало стоимость курсов в диапазоне 2...3,5 тыс. руб.; в объеме 32 часов 75 % опрошенных выбрали 4,5 тыс. руб.; в объеме 72 часов 55 % выбрало 9 тыс. руб.; в объеме более 72 часов 45 % опрошенных выбрали 10 тыс. руб., 38 % – 10...15 тыс. руб.

Стоимостная оценка программ переподготовки различного объема отражена на рисунке 16.

Для программы переподготовки в объеме 252 часа 50 % респондентов выбрали стоимость в размере 38 тыс. руб., 47 % – 38...70 тыс. руб.; в объеме 504 часов 45 % опрошенных выбрали диапазон 76...140 тыс. руб.

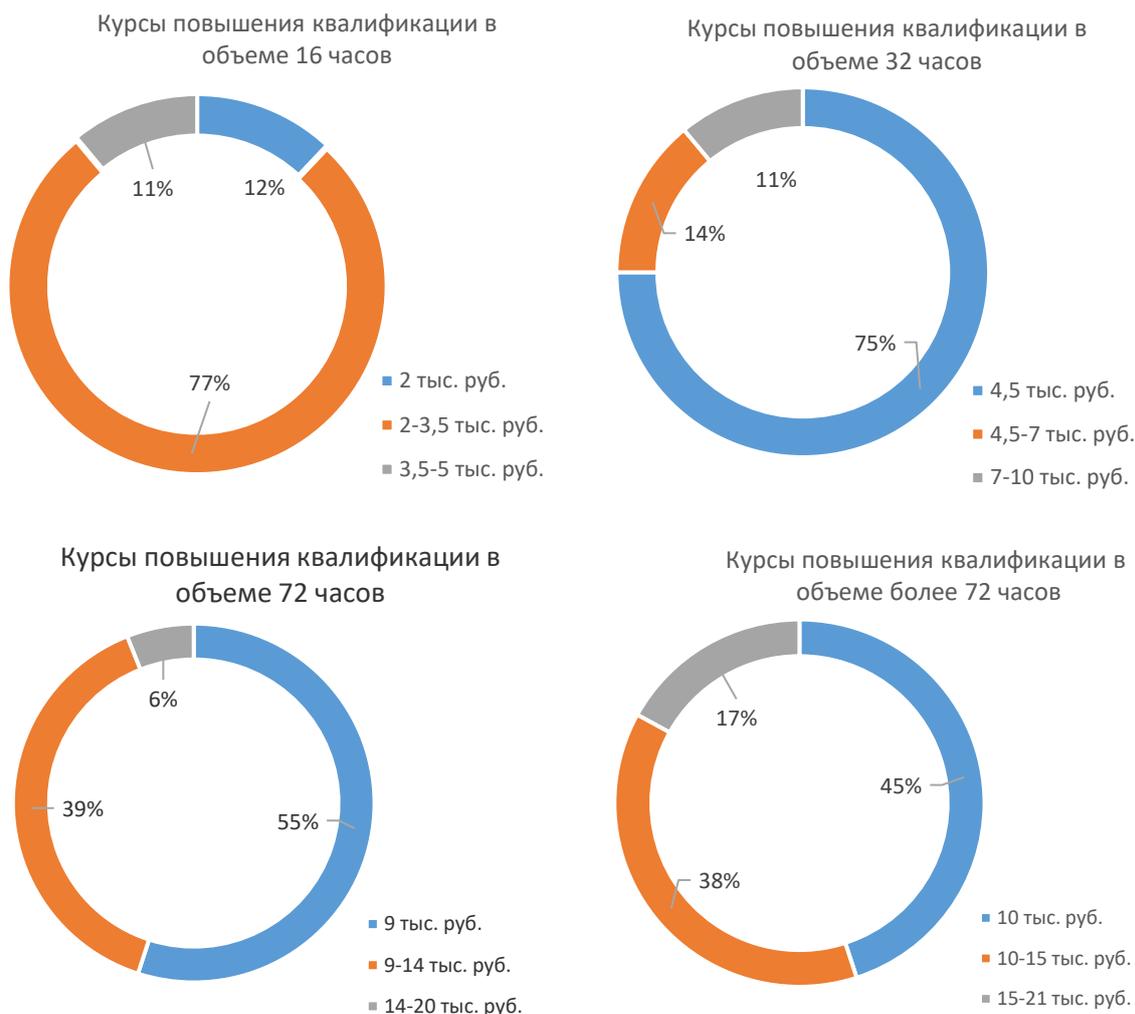


Рисунок 15 – Структура ответа респондентов на вопрос «Какая стоимость курсов повышения квалификации приемлема для Вас?» для различной длительности

Что касается формы обучения ДПО, то предпочтение респондентов отражено на рисунке 17.

Респонденты в количестве 101 человека выбрали заочную форму с применением дистанционных методов обучения (44,7 %), 74 человека – очно-заочную с применением дистанционных методов обучения (32,7 %), 26 человек выбрали очную форму с применением дистанционных методов обучения (11,5 %). Отсутствие интереса со стороны респондентов вызывают формы обучения без применения дистанционных методов обучения.

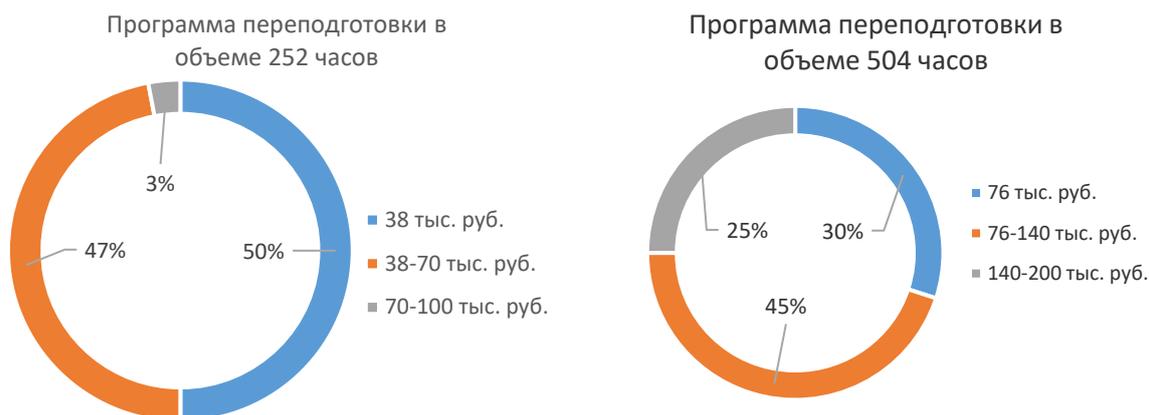


Рисунок 16 – Структура ответа респондентов на вопрос «Какая стоимость программы переподготовки приемлема для Вас?» для различной длительности

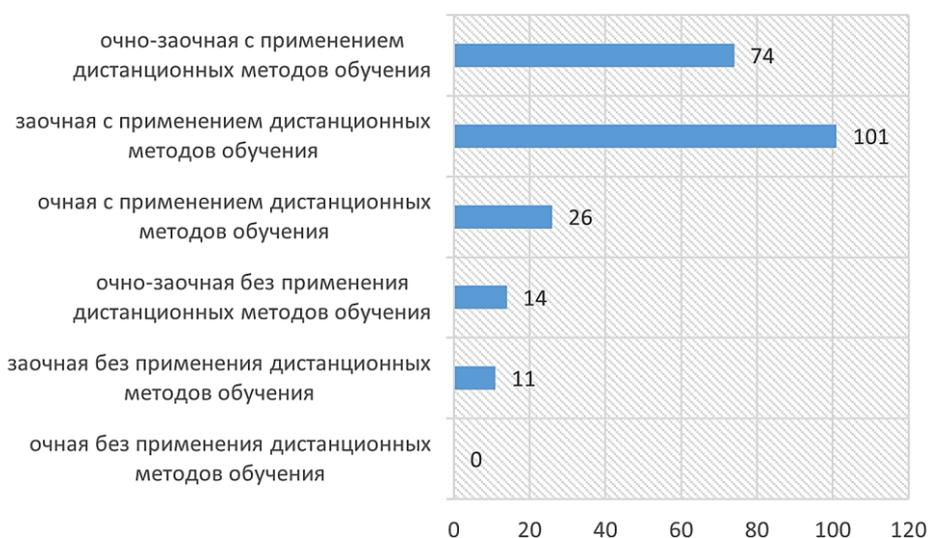


Рисунок 17 – Ответ на вопрос «Какая форма обучения наиболее удобна для Ваших сотрудников?»

Среди наиболее востребованных сфер ДПО респонденты выделили цифровизацию АПК. На вопрос «Хотите ли Вы, чтобы Ваши сотрудники получили дополнительное профессиональное образование в сфере цифровизации АПК (сквозные цифровые технологии, перспективы, направления цифровой трансформации АПК, оценка эффективности цифровизации предприятий АПК)?» 58 % респондентов ответили утвердительно. На вопрос «Хотите ли Вы, чтобы Ваши

сотрудники получили дополнительное профессиональное образование в сфере цифровой трансформации менеджмента?» 51 % респондентов ответили утвердительно. На вопрос «Хотите ли Вы, чтобы Ваши сотрудники получили дополнительное профессиональное образование в сфере цифровизации экономики, финансов, бухгалтерского учета, правового и кадрового обеспечения?» 59 % респондентов ответили утвердительно.

На форсайт-сессиях развитие дополнительного профессионального образования в сфере цифровизации АПК обсуждалось более детально. Представители предприятий АПК отметили острую потребность в повышении квалификации кадров в сфере цифровой трансформации АПК, а разработчики цифровых решений – в сотрудничестве с образовательными учреждениями с целью разработки учебно-методических материалов и совместных программ ДПО.

Дополнительное профессиональное образование является основой развития кадрового потенциала в сфере АПК. В ходе исследования направлений дополнительного профессионального образования в АПК РФ были изучены важнейшие данные, необходимые для понимания текущей конъюнктуры развития дополнительного профессионального образования в сфере АПК и произведена оценка перспектив его развития.

Современное состояние экономики и агропромышленного комплекса РФ не является стабильным. Экономика РФ во многом зависит от цен на энергоносители, от геополитической ситуации. Что касается АПК, то здесь наблюдаются более высокие темпы развития, но большой проблемой является неустойчивость сельских территорий.

Основа развития экономики любой страны – его кадровый потенциал. В условиях цифровой трансформации всех сфер экономики постоянный образовательный процесс становится основой развития человека в профессиональной деятельности. В связи с этим был проанализировано состояние и направления развития ДПО РФ. В 2020 году по сравнению с 2016 года численность организаций ДПО в РФ сократилось на 21 %, численность работников ДПО – на 38,9 %, а численность программ ДПО за этот период выросла на 61,2 %. Эти тенденции связаны с развитием дистанционного образования, Ed Tech в России и особенно проявились после начала пандемии в 2020 году [13].

Аграрное образование тоже активно следует основным современным трендами развития – практикоориентированность, цифровизация, применение дистанционных образовательных технологий. Все эти тенденции соответствуют Стратегии развития аграрного образования РФ до 2030 года.

В условиях цифровизации АПК, изменения подходов к управлению повышение квалификации и переподготовка необходима всем работникам АПК. Федеральные государственные бюджетные образовательные учреждения дополнительного профессионального образования в сфере АПК не предлагают достаточное количество востребованных программ ДПО. Так, в 2019 году в Федеральных государственных бюджетных образовательных учреждениях дополнительного профессионального образования в сфере АПК в области цифровизации АПК лишь 5 человек прошли обучение по программам дополнительной профессиональной переподготовки, повысили квалификацию в области цифровой трансформации АПК 2508 человек.

На основании анкетирования и форсайт-сессий получены следующие результаты: большинство опрошенных отметило необходимость повышать квалификацию раз в год; наиболее востребованным видом ДПО среди респондентов является повышение квалификации в объеме 36 часов; 42 % представителей профессионального сообщества в сфере АПК отметили, что повышать квалификацию должны основные работники, работники управленческого аппарата и служащие. Что касается стоимости программ ДПО, то основная доля опрошиваемых выбрала наименьшую из предложенных; 44,7 % респондентов выбрали заочную форму ДПО с применением дистанционных методов обучения, лишь 11,1 % респондентов выбрали формы ДПО без применения дистанционных методов обучения. Большинство респондентов отметило наиболее востребованным направление цифровизации для повышения квалификации сотрудников.

Считаем необходимым увеличивать количество качественных, актуальных программ ДПО в сфере цифровизации АПК с учетом полученных результатов анкетирования в организациях ДПО и вузах Министерства сельского хозяйства России, имеющих необходимую материально-техническую базу, педагогический и научный потенциал, а также устойчивые связи с работодателями.

1.5. Кадровое обеспечение цифровой трансформации отраслей АПК

Кадровое обеспечение цифровизации отраслей АПК является первостепенной задачей в условиях низкой цифровой грамотности. Актуальность и практическая значимость цифровых технологий предполагает их включение в образовательный процесс непрерывной подготовки кадров АПК. Важным является их освоение в аграрных вузах и в институтах непрерывного образования при повышении квалификации и переподготовке.

В работе приведен опыт подготовки будущих кадров АПК на базе РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева с использованием онлайн-курсов и программ дополнительного повышения квалификации, которые учитывают потребности индустрии АПК и рынка труда, вызовы цифровизации сельского хозяйства.

Представлена модель подготовки кадров АПК, направленная на формирование цифровой зрелости, цифровых навыков, применение практико-ориентированного подхода, дуального обучения, актуализацию учебных планов и рабочих программ с учетом внедрения цифровых технологий, совместную подготовку образовательных основных и дополнительных программ (работодатели-преподаватели-IT-специалисты). Инновационная модель организации образовательного процесса должна предусматривать совмещение обучения в аграрных вузах с практической работой в ведущих предприятиях и организациях отрасли, применяющих современные цифровые технологии в производственных процессах и управленческих решениях.

На данный момент в Российской Федерации взят курс на цифровизацию общества, цифровую трансформацию сельского хозяйства.

Следует отметить, что цифровая трансформация – это не только внедрение цифровых технологий, но и преобразование множества горизонтальных и вертикальных бизнес-процессов, оптимизация операционных процедур, изменение устоявшихся моделей и форматов взаимодействия между участниками цепочек создания добавленной стоимости.

Несомненно, новые технологические решения требуют комплементарных инвестиций в совершенствование организационных

практик, развитие компетенций сотрудников, культуры работы с данными и цифровыми решениями. Переход к передовым решениям происходит постепенно и возможен только при наличии обновленной материально-технической базы, цифровой инфраструктуры и цифровой зрелости кадров АПК.

Рассматривая цифровой и кадровый аспект инновационного развития АПК, его трансформацию, стоит определить проблемы, которые необходимо решить с целью эффективной цифровизации сельского хозяйства.

Результаты обследования, проведенного ИСИЭЗ НИУ ВШЭ в 2020 году, показывают индекс цифровизации и интенсивность использования цифровых технологий, где минимальная доля организаций с ШПД (широкополостный доступ) – в сельском хозяйстве (74,3 %) и минимальное использование других технологий (рисунок 18) [111].

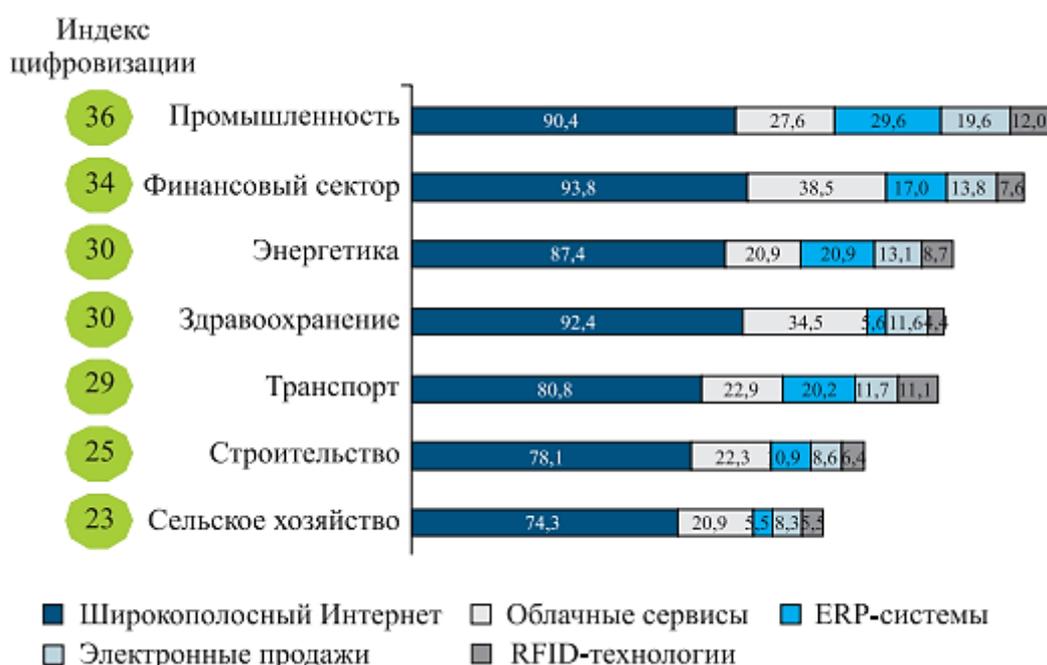


Рисунок 18 – Интенсивность использования цифровых технологий

Одним из основных ограничений для развития цифрового сельского хозяйства является цифровое неравенство между городом и селом, прежде всего в части подключения к широкополосному Интернету и острый дефицит кадров с цифровыми компетенциями в отрасли. Качественный рывок в цифровизации АПК возможен с

появлением сплошного интернет-покрытия на сельских территориях и ростом обеспеченности сельского населения смартфонами, планшетами и подобными устройствами. Это, с одной стороны, поможет развитию кадрового потенциала, а с другой – откроет сельхозпроизводителям доступ к различным цифровым платформам, решениям на основе анализа больших данных. Недостаток финансовых ресурсов и управленческих знаний, неразвитость инфраструктуры, консерватизм и отсутствие цифровых компетенций и навыков усиливают отставание малых форм хозяйствования и агрохолдингов в темпах цифровой трансформации.

Кадровое обеспечение цифровизации отраслей АПК является первостепенной задачей в условиях низкой цифровой грамотности. Непрерывная подготовка специалистов сельскохозяйственных предприятий должна быть направлена на формирование компетенций в области цифровой экономики.

Проблема подготовки и переподготовки кадров, работающих в сфере сельского хозяйства, назрела уже давно, ведь внедрение новых цифровых технологий активно вливается в нашу жизнь, однако их применение порой сталкивается с трудностями.

Целью исследования является рассмотрение подготовки кадров АПК в условиях цифровой трансформации отраслей.

Задачами исследования являются выделение проблем, которые необходимо решить с целью эффективной цифровизации сельского хозяйства, определение актуальных подходов в решении проблемы подготовки кадрового обеспечения для АПК, представление модели подготовки студентов в аграрных вузах и слушателей в институтах непрерывного образования.

Методологическую основу исследования составляют системный, личностно-деятельностный и компетентностный подходы. В исследовании использован метод анализа публикаций по проблемам подготовки кадров в условиях цифровой трансформации АПК, метод обобщения результатов исследования.

Из доклада НИИ ВШЭ за 2021 год видно [111], что технологические решения для цифровой трансформации в АПК опираются на следующие технологии: точное земледелие, БПЛА, сенсоры, роботизация, электронные карты полей, беспилотная сельхозтехника, умная ферма, шеринг сельхозтехники, Farming-as-a-Service, Urban Farming.

Точное земледелие – комплексное применение технологий точного посева, внесения удобрений, орошения с использованием автономной сельхозтехники и оборудования на основании результатов обработки больших данных о параметрах производственного процесса в режиме реального времени. Farming-as-a-Service (FaaS) – инновационные государственные и коммерческие сервисы по управлению фермой, инструменты для сбора и анализа информации, точного земледелия, специализированные финансовые, страховые, логистические услуги по подписке или модели с оплатой по факту использования. Шеринг сельхозтехники, или «Uber тракторов и комбайнов» – сервисы по совместному использованию сельскохозяйственной техники и оборудования на базе цифровых платформ. Urban Farming – технологии городского сельского хозяйства и автоматизированных вертикальных ферм.

Актуальность и практическая значимость перечисленных технологий предполагает их включение в образовательный процесс непрерывной подготовки кадров АПК. Важным является их освоение в аграрных вузах и в институтах непрерывного образования при повышении квалификации и переподготовке.

Подготовка кадров АПК в условиях цифровой трансформации актуальна как никогда. Анализ публикаций позволяет сделать вывод о том, что необходимо в условиях нового технологического уклада изменить систему обучения студентов в аграрных вузах, актуализировать программы с учетом внедрения в учебный процесс технологии искусственного интеллекта, робототехники, «сквозных» цифровых решений; разрабатывать дополнительные профессиональные программы с освоением современных прикладных информационных технологий в различных отраслях АПК. Об этом свидетельствуют работы А. Е. Комина, И. Н. Ким, А. Г. Новикова, А. Н. Бобрышева и многих других [10, 19, 47, 60, 75, 138].

А. Е. Козин отмечает, что в мире возросла значимость для организаций новейших технологий, поэтому бизнесу требуются специалисты, готовые самостоятельно работать с современными технологиями, компетентные в сфере информационных технологий, способные обслуживать постоянно усложняющееся оборудование [60].

А. Н. Бобрышев определил проблемы в подготовке кадров для цифрового сельского хозяйства, это отсутствие образовательных

технологий подготовки специалистов для цифрового сельского хозяйства, отсутствие необходимой материально-технической базы в аграрных вузах, отсутствие квалифицированных кадров среди ППС по соответствующим направлениям [19].

Некоторые авторы [117] делают акцент на формирование социальной компетентности и эстетической культуры у студентов аграрных вузов, критериев их готовности к профессиональной деятельности, повышение уровня профессионализма и образованности, овладение информационной культурой.

Несомненно, для повышения эффективности подготовки кадров в условиях цифровой трансформации экономики необходимо улучшение материально-технической базы университетов, институтов непрерывного образования, федеральных центров компетенций, создание базовых (цифровых) кафедр, включение в советы вузов представителей IT-компаний и крупнейших агрохолдингов.

Таким образом, высокотехнологичное сельское хозяйство возможно при поддержке цифровой инфраструктуры, непрерывной подготовке кадров и цифровых компетенциях специалистов АПК, внедрении цифровых технологий в производственный процесс агропредприятий [65].

Цифровая подготовка кадров АПК должна ориентироваться на актуальные и эффективные инфокоммуникационные технологии, которые активно используются в сельском хозяйстве.

В настоящее время российскому агросектору необходимы кадры, обладающие знаниями и умениями в области агрономии, зоотехнии, экономики и высоких технологий [65].

В рамках цифровой трансформации аграрного образования и экономики АПК необходимо внедрение современных отечественных программных решений. Нужна новая стратегия, инфраструктура в подготовке студентов аграрного вуза, в управлении и организации учебного процесса. Для этого следует внедрять в систему высшего и дополнительного профессионального аграрного образования востребованные в производстве и бизнесе современные информационные технологии, на их основе разрабатывать новые образовательные программы и стандарты обучения, механизмы управления системой высшего и дополнительного аграрного образования.

В качестве современных отечественных технологий для аграрного образования рассматриваются российские программные решения "1С": "1С:Предприятие 8", "1С:Университет ПРОФ", "1С:Электронное обучение", "1С:Электронный документооборот", "1С:Битрикс", программный продукт "1С:Предприятие 8. Спутниковый мониторинг", "1С:Управление сельскохозяйственным предприятием", "1С:Предприятие 8. ERP Агропромышленный комплекс". Данные программные решения помогут в формировании профессиональных и цифровых компетенций экономического, агрономического, инженерно-технического направлений [66].

В образовательных программах аграрного вуза рекомендуется внедрение обязательных IT-курсов, например, «Искусственный интеллект в АПК» и т. д. Анализируя учебные планы подготовки студентов РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, можно сделать вывод, что желательнее больше дисциплин с цифровым компонентом включать в часть, формируемую участниками образовательных отношений, разрабатывать больше курсов вариативной части с добавлением IT-технологий. Например, учебный план по направлению Агрономия, направленности Агроменеджмент включает в блок обязательной части дисциплину «Цифровые технологии в АПК», а при подготовке студентов бакалавриата направления «Прикладная информатика» направленности «Прикладная информатика в экономике» предусмотрены следующие дисциплины вариативной части: «Разработка геоинформационных систем для предприятий АПК», «Веб-технологии и интернет вещей», «Интеллектуальный анализ данных», «Разработка распределенных систем», «Системы поддержки принятия решений», «ВИ-системы в экономике» и др. Производственная практика студентов и магистрантов должна проходить в IT-компаниях и агропредприятиях, которые активно применяют цифровые технологии и могут передать знания и научить будущих специалистов АПК современному цифровому ведению аграрного производства.

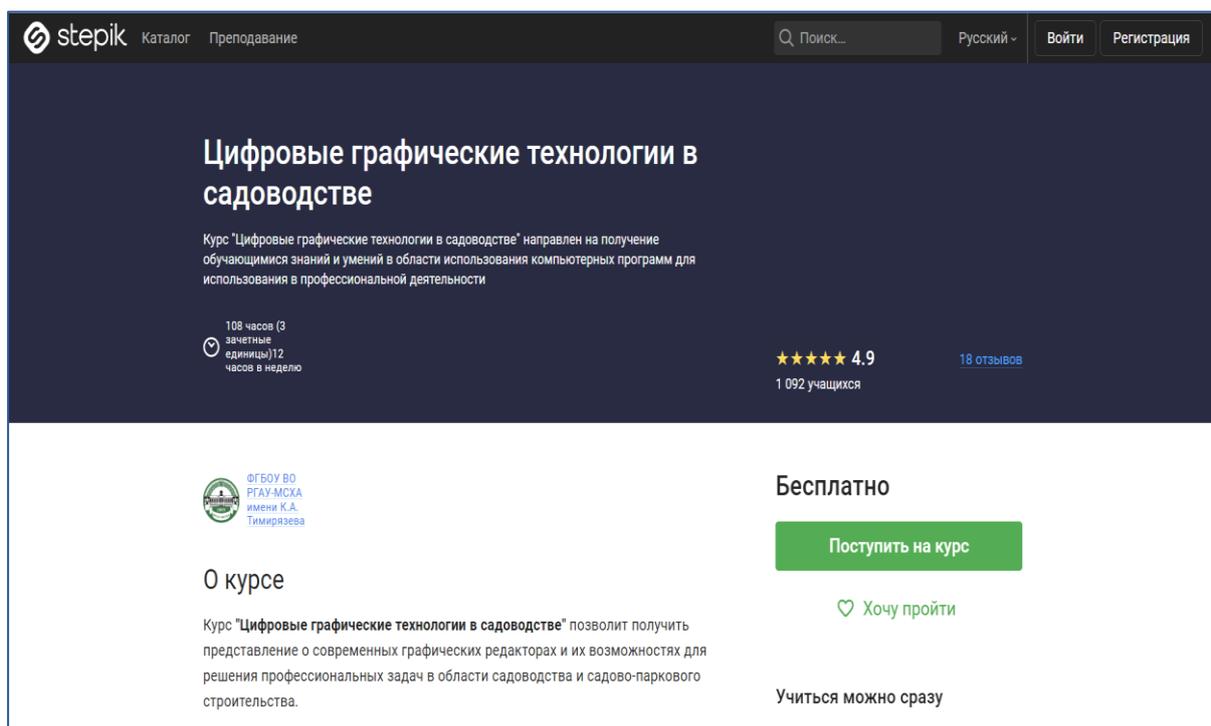
Рассмотрим подготовку будущих кадров АПК на базе РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, где разрабатываются и реализуются образовательные программы в рамках проекта (программы) «Приоритет 2030», где одним из приоритетных направлений является «Цифровые технологии в сельском хозяйстве». Многие кафедры

Университета являются участниками данной программы и подготовили IT-курсы с привязкой к своей предметной области.

Так, на кафедре ландшафтной архитектуры преподаватели на образовательной платформе Stepik разместили и реализовали интерактивный онлайн-курс «Цифровые графические технологии в садоводстве» (рисунки 19 и 20).

На кафедре прикладной информатики совместно с кафедрой растениеводства и луговых систем разработан курс «Цифровые технологии в АПК» (рисунки 21 и 22), который также размещен на платформе Stepik. Данные курсы являются массовыми и открытыми, студенты и работники АПК могут подключаться, и в удобном для себя темпе проходить обучение.

В рамках проекта «Приоритет» преподавательский состав Университета разработал и реализовал дополнительную программу повышения квалификации на 72 часа «Цифровая трансформация в АПК» (рисунок 23).



The screenshot shows the Stepik course page for "Цифровые графические технологии в садоводстве". The page features a dark blue header with the Stepik logo, navigation links, a search bar, and user options. The main content area is white and contains the course title, a brief description, course details (108 hours, 12 units), a 4.9 star rating, and a "Поступить на курс" button. The course is offered by the Faculty of Applied Informatics at the Timiryazev State Agrarian University.

stepik Каталог Преподавание Поиск... Русский Войти Регистрация

Цифровые графические технологии в садоводстве

Курс "Цифровые графические технологии в садоводстве" направлен на получение обучающимися знаний и умений в области использования компьютерных программ для использования в профессиональной деятельности

108 часов (3 зачетные единицы) 12 часов в неделю

★★★★★ 4.9 18 отзывов 1 092 учащихся

ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

О курсе

Курс "Цифровые графические технологии в садоводстве" позволит получить представление о современных графических редакторах и их возможностях для решения профессиональных задач в области садоводства и садово-паркового строительства.

Бесплатно

Поступить на курс

♥ Хочу пройти

Учиться можно сразу

Рисунок 19 – Витрина онлайн-курса «Цифровые графические технологии в садоводстве»

The screenshot shows the Stepik website interface for a course titled "Компьютерные технологии в садоводстве". The page layout includes a top navigation bar with the Stepik logo, "Каталог", "Преподавание", a search bar, and buttons for "Русский", "Войти", and "Регистрация". The main content area is divided into two columns. The left column, titled "Программа курса", lists the course structure: "Компьютерные технологии в садоводстве" (with a sub-list of 5 items: 1. Компьютерные технологии в визуализации, 2. Компоновка презентационного материала, 3. Список рекомендуемой литературы, 4. Контрольные вопросы, 5. Тестовый контроль), "Теория проектирования. Визуализация проектных решений", "Благоустройство. Малые архитектурные формы и материалы", "Озеленение. Деревесно-кустарниковые композиции", and "Предпроектные изыскания. Рельеф участка". Below this is a section for "Отзывы прошедших курс" showing a 4.9 star rating from 18 reviews. The right column, titled "Бесплатно", features a green "Поступить на курс" button, a "Хочу пройти" button with a heart icon, and the text "Учиться можно сразу". A box below lists course details: "В курс входят", "39 уроков", "4 часа видео", "58 тестов", and a link to "Программа курса" with the note "Последнее обновление 18.06.2022".

Рисунок 20 – Программа курса «Цифровые графические технологии в садоводстве»

The screenshot shows the Stepik website interface for a course titled "Цифровые технологии в АПК". The page layout is similar to the previous one, with a top navigation bar and a main content area. The left column, titled "Цифровые технологии в АПК", includes a description: "Курс «Цифровые технологии в АПК» направлен на получение знаний, компетенций и навыков в области применения цифровых технологий в агропромышленном комплексе." Below this, it specifies "108 часов (3 зачетные единицы) 12 часов в неделю". A 4.8 star rating is shown with "120 отзывов" and "2 290 учащихся". The right column, titled "Бесплатно", features a green "Поступить на курс" button, a "Хочу пройти" button with a heart icon, and the text "Учиться можно сразу". The course is associated with "ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева". Below the course title, it says "0 курсе" and provides a description: "Курс «Цифровые технологии в АПК» позволит получить представление о современных цифровых технологиях, применяющихся в различных отраслях агропромышленного комплекса и способствующих принятию эффективных управленческих решений." It concludes with: "В результате освоения онлайн-курса «Цифровые технологии в АПК» обучающиеся овладеют следующими компетенциями:".

Рисунок 21 – Витрина курса «Цифровые технологии в АПК»

The screenshot shows the Stepik course page for 'Программа курса' (Course Program). The page is in Russian and includes a search bar, navigation links for 'Каталог' (Catalog) and 'Преподавание' (Teaching), and user options for 'Русский' (Russian), 'Войти' (Login), and 'Регистрация' (Registration).

Программа курса

Основные понятия курса

1. Основные понятия курса
2. Сущность цифровой трансформации экономики
3. Цифровая трансформация предприятий
4. Контрольные вопросы по теме 1
5. Тестовые задания по теме 1
6. Пример цифровизации предприятия АПК на базе SAP
7. Пример автоматизации предприятия АПК на базе 1С

Нормативно-правовое регулирование развития цифровой экономики РФ

Характеристика цифровых технологий (ЦТ)

Использование ЦТ для решения профессиональных задач

Перспективы и направления цифровой трансформации АПК

Применение ЦТ для производства продукции растениеводства

Эффективность цифровой трансформации АПК

Бесплатно

[Поступить на курс](#)

♥ [Хочу пройти](#)

Учиться можно сразу

В курс входят

- 60 уроков
- 40 тестов

[Программа курса](#)
Последнее обновление 20.02.2022

Рисунок 22 – Программа курса «Цифровые технологии в АПК»

The screenshot shows the landing page for the course 'Цифровая трансформация в АПК' (Digital Transformation in Agriculture) on the website of the Russian State Agrarian University (MSU). The page features the university's logo and name: 'РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ - МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА'.

Цифровая трансформация в АПК

Контакты:

- Ирина Гаспарян, Преподаватель
- Ольга Сергеевна Ермолаева, Преподаватель
- Ольга Ивашова, Преподаватель
- Татьяна Лемешко, Преподаватель
- Кира Чернышева, Преподаватель

Целевая аудитория: преподаватели, научные сотрудники, аспиранты, соискатели, магистры, бакалавры 4 курса, работодатели

The page also includes a navigation menu and a large image showing a person holding a tablet with various agricultural and digital icons overlaid on a field background.

Рисунок 23 – Витрина дополнительной программы «Цифровая трансформация в АПК»

Структура и содержание программы содержит следующие темы:

- актуальные тренды и тенденции цифровой трансформации АПК и аграрного образования;
- специфику сельскохозяйственного производства как объекта цифровой трансформации;
- технологии ГИС и дистанционного зондирования Земли и их применение в сельском хозяйстве;
- информационно-аналитические системы в экономике и менеджменте АПК.

Программа размещена на платформе Moodle в электронной среде Университета (sdo.timacad.ru), включает теоретический и практический материал, самостоятельную работу, входной и итоговый контроль знаний в форме тестов. К программе могут подключаться студенты, преподаватели, аспиранты, руководители и специалисты предприятий АПК.

При проектировании дополнительной образовательной программы учитывались потребности индустрии АПК и рынка труда, вызовы цифровизации сельского хозяйства.

Кадровое обеспечение цифровой трансформации отраслей АПК формируется на основе обучения студентов в аграрных вузах и слушателей в институтах непрерывного образования, и опирается на следующую модель подготовки:

1. Формирование цифровой зрелости и грамотности, цифровых навыков.
2. Многоуровневая подготовка с возможностью дополнительно повысить свою квалификацию по другим специальностям, в частности, по IT-направлению.
3. Практико-ориентированное обучение. Дуальное обучение. Проведение занятий и практик на базе агропредприятий, IT-компаний. Образовательная программа должна позволять обучающимся обучаться на сельскохозяйственных предприятиях, выполняющих производственные процессы с помощью цифровых технологий.
4. Материально-техническая база. Цифровая инфраструктура. Актуальное программно-техническое сопровождение учебного процесса подготовки специалистов АПК, с возможностью активно использовать цифровые (сквозные) технологии.

7. Актуализация учебных планов и рабочих программ, с обязательным включением цифровых технологий и инструментов, применения инфокоммуникационных технологий в процессе обучения, с учетом требований работодателей. Совместная подготовка образовательных основных и дополнительных программ (работодатели-преподаватели-IT-специалисты).

9. Цифровая грамотность преподавателей, их обучение новым современным цифровым технологиям, которые можно применять в образовательном процессе и в отраслевом производстве АПК.

Важным аспектом сегодня является необходимость повышения качества практической подготовки в профессиональном агрообразовании, являющаяся в настоящее время определяющим фактором формирования эффективной системы кадрового обеспечения аграрного сектора экономики.

Инновационная модель организации образовательного процесса должна предусматривать совмещение обучения в аграрных ВУЗах с практической работой в ведущих предприятиях и организациях отрасли.

Новая модель направлена на сокращение теоретического обучения и замену различных видов практик работой или производственными стажировками студентов в ведущих отраслевых агропредприятиях регионов.

Новая модель профессионального образования позволит повысить качество практической подготовки и приобрести реальный опыт работы в сельском хозяйстве.

Таким образом, в процессе цифровизации экономики вносятся изменения в образовательную сферу как поставщика кадров для сельского хозяйства. Основной задачей подготовки специалистов агропромышленного комплекса является приобретение знаний, которые соответствуют современному развитию и внедрению передовых технологий в животноводстве, растениеводстве и других отраслях сельского хозяйства. Научить и выпустить высокопрофессионального специалиста, имеющего уникальные навыки для работы на селе, становится ключевой задачей инновационного развития АПК в современных условиях хозяйствования.

ГЛАВА 2. ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В АПК

2.1. Подходы к формированию единой системы информационного обеспечения в АПК

В настоящее время в условиях цифровой экономики использование информационных систем и технологий становятся необходимым условием, нацеленным на формирование данных в цифровом виде, требуемых для принятия эффективного управленческого решения. Формирование общего цифрового пространства, информационной инфраструктуры предприятий и организаций, разработка концепции интегрируемого внутримашинного информационного обеспечения, функционирующего на единых цифровых платформах, касается всех отраслей экономики, в том числе и сельского хозяйства.

В 2019 году Министерством сельского хозяйства РФ разработан ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» (ЦСХ), в котором рассмотрен подход к внедрению цифровых технологий и платформенных решений в предприятиях и организациях агропромышленного комплекса (АПК), в том числе и в сельскохозяйственных организациях [28].

Проект предусматривает разработку и реализацию единой системы информационного обеспечения управления отраслью. Однако отдельные вопросы, касающиеся интеграции баз и хранилищ данных сельскохозяйственных организаций, муниципальных образований управления отраслью; анализа данных информационных хранилищ с использованием информационно-аналитических, VI-систем;

вопросы, связанные с конкретными рекомендациями по использованию корпоративных информационных систем, информационных систем непосредственно для автоматизации отдельных бизнес-процессов на различных уровнях управления в рамках единого информационного пространства организации и отрасли в целом требуют дальнейшего совершенствования и доработки.

Также проект предусматривает разработку рекомендаций по совершенствованию внутримашинного информационного обеспечения управления отраслью на уровне сельскохозяйственной организации, а именно использование отечественных корпоративных информационных систем (ERP- систем) с единой распределенной базой данных, интеграция данных транзакционных и информационно-аналитических систем и, как следствие, формирование, наполнение, анализ данных хранилищ по различным экономическим показателям с использованием отечественных BI-систем на муниципальном и региональных уровнях управления

Исследования выполнялись на основе данных Министерства сельского хозяйства РФ, Росстата, нормативно-правовых документов, справочных материалов, личных наблюдений авторов с применением основных положений системного подхода.

Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» (ЦСХ) предусматривает создание, внедрение и использование Национальной платформы цифрового государственного управления сельским хозяйством как цифровой платформы управления сельским хозяйством на региональном и муниципальном уровнях и интегрированной с цифровыми субплатформами сельскохозяйственных организаций с целью цифровой трансформации сельского хозяйства и, как следствие, росту производительности труда в отрасли. В качестве цифровых субплатформ сельскохозяйственных товаропроизводителей рекомендуется создание и внедрение модуля «Агрорешения».

В проекте заложено и уже реализовано в настоящее время субсидирование и отраслевое планирование сельскохозяйственного производства через единую национальную цифровую платформу, создана система управления нормативно-справочной информацией.

Проект предусматривает сбор данных с нижнего уровня управления отраслью (сельскохозяйственных организаций) о сельскохозяйственных ресурсах (землях сельскохозяйственного назначения,

поголовье рабочего и продуктивного скота, сельскохозяйственной технике), сельскохозяйственном сырье и готовой продукции. Имеются инструменты по многомерному и интеллектуальному анализу данных, автоматизированному прогнозированию.

Однако единое хранилище для анализа таких данных на различных муниципальных уровнях пока не реализовано.

Кроме того, не оговаривается необходимость проектирования и внедрения цифровых хранилищ по другим экономическим показателям, таким, как, например, затраты на производство сельскохозяйственной продукции по различным статьям и пр.

В этом же документе касательно создания и внедрения модуля «Агрорешения» отмечены такие результаты в разработке системы информационного обеспечения участников сельскохозяйственного производства, как создание подсистем «Электронная торговая площадка», «Личный кабинет сельскохозяйственного товаропроизводителя» с модулями «Финансы», «Моделирование бизнеса».

Отмечается, что реализованы подсистемы «Комплексные цифровые решения для АПК», включающие модули «Умная ферма», «Умное поле», «Умное стадо», «Умная теплица», «Умная переработка» с учетом непосредственной интеграции с информационными системами управления производственным процессом (MES-системами) и пр.

Однако как еще один недостаток следует отметить, что в ведомственном проекте ЦСХ не приводятся конкретные рекомендации по выбору и использованию информационных систем для автоматизации бизнес-процессов управления сельскохозяйственной организацией на оперативном, тактическом и стратегическом уровнях, взаимодействующих с системами управления производственными процессами, или корпоративных информационных систем (ERP-систем). Конкретные рекомендации для сельхозтоваропроизводителя по выбору программных продуктов должны быть нацелены на формирование единой системы информационного обеспечения управления организацией и отраслью.

В связи с этим особенно актуальным становится вопрос систематизации спектра современных информационных технологий и систем, оценки возможности, выработка рекомендаций их применения в АПК.

Необходимость государственного подхода к формированию единой системы информационного обеспечения управления отраслью подтверждает и зарубежный опыт [74, 79, 80]. В современном информационном обществе, в условиях перехода к обществу знаний обеспечение полноценного доступа к информации для принятия управленческих решений на различных уровнях становится обязательным условием включения экономики отрасли в мировую информационную сферу. Поддержка государством информатизации как приоритетного направления в развитии является важным фактором эффективного функционирования конкретной страны как субъекта мировой экономики.

Информационная система Farm Accountancy Data Network (FADN), используемая в странах Евросоюза, обеспечивает сбор, обработку и использование информации о сельскохозяйственных производителях с целью совершенствования управления сельским хозяйством. На основе собранной информации возможно проведение анализа, оценки экономических результатов и прогнозирования деятельности сельхозтоваропроизводителей.

Отечественные авторы первоначально отмечают важность системного подхода к формированию и совершенствованию информационного обеспечения управления как сельским хозяйством в целом, так и отдельными его отраслями [40, 44, 100, 115].

Системность подхода к решению названной проблемы заключается в структурировании отрасли по уровням управления с выделением непротиворечивых целей каждого уровня как подсистемы и системы (сельского хозяйства) в целом. Формирование цифровых данных должно проводиться на всех уровнях управления отраслью: на областном (республиканском), районном уровнях, на уровне сельскохозяйственной организации.

Сельскохозяйственная организация как объект нижнего уровня управления должна рассматриваться как открытая система, имеющая развитые связи с внешней средой и подверженная ее влиянию. Это является основополагающей посылкой исследования информационного обеспечения управления отраслью. В сельскохозяйственной организации как системе необходимо выделение подсистем по уровням управления производственными подразделениями (цеховой, отделенческой структуры), а также их отдельных звеньев (бригад,

звеньев). Эти отдельные подсистемы имеют определенные параметрами на входе (совокупность некоторых ресурсов) и выходе (результат функционирования).

Для работы отрасли важна непротиворечивость системы целей на всех уровнях управления, согласование общей и локальной целей. Основным отраслевым критерием является полное удовлетворение потребностей населения в сельскохозяйственной продукции (с учетом расширения ассортимента) при условии минимума затрат совокупного (живого и овеществленного) труда. Локальной целью сельскохозяйственной организации и ее производственных подразделений является получение максимальной прибыли. Увеличение прибыли за счет экономии производственных затрат нацеливает предприятие на совершенствование техники, технологии и организации производства, в том числе и с применением современных информационных систем и технологий. То есть информатизация отрасли на муниципальных уровнях управления, на уровне отдельных организаций, подразделений является единой приоритетной целью в современных условиях.

Однако проведенные авторами в 2005–2022 годы исследования информатизации организаций АПК Московской, Липецкой областей и Чувашской республики [44, 45, 115, 116] показали недостаточность оснащения сельскохозяйственных организаций специализированными программными продуктами. В большинстве обследованных сельскохозяйственных организаций используются учетные бухгалтерские системы, а также бонитировочные системы для автоматизации учета сельскохозяйственных животных. В перерабатывающих организациях диапазон используемого программного обеспечения шире. Там используются также системы по автоматизации управления производственными линиями (MES-системы), решению логистических задач (WMS-системы управления складом).

Личные наблюдения авторов подтверждают и данные аналитиков. Так, в 2020 году, по данным сайта www.tadviser.ru, около 40 % внедренных в сельском хозяйстве проектов приходится на бухгалтерские учетные системы фирмы 1С и ее партнеров («1С: Бухгалтерия сельскохозяйственного предприятия», «1С: Бухгалтерия птицефабрики», «1С: Бухгалтерия молокозавода», «1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода» и пр.) и программы по ветеринарии и

бонитировочному учету животных фирм 1С и БАРС Групп. Кроме того, порядка трети проектов приходится на ERP-решения по управлению предприятием фирм «Черноземье ИНТЕКО», «1С: Парус», Корпорации Галактика и др. [84].

Подчеркивается, что ERP- системы по-прежнему используются в основном в перерабатывающих организациях, в интеграции с информационными системами управления процессами производства (MES-системами), или в крупных агрохолдинговых структурах, также имеющих перерабатывающие мощности. В связи с этим как одну из рекомендаций по совершенствованию информационного обеспечения управления отраслью следует отметить использование в качестве цифровой платформы интегрированной информационной системы, обеспечивающей многосторонние взаимодействия пользователей по обмену информацией и ценностями, приводящие к снижению общих транзакционных издержек, оптимизации бизнес-процессов, повышению эффективности цепочки поставок товаров и услуг.

Поскольку 1 января 2016 года вступили в силу статья 12.1 «Особенности государственного регулирования в сфере использования российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных» Федерального закона от 27 июля 2006 года № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (ред. от 29.12.2020 г.) [1] и постановление Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2015 года № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд» [3] это должны быть отечественные программные продукты, включенные в единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [34].

Как вариант, возможно рекомендовать использование таких информационных систем, как 1С: ERP Управление предприятием, Галактика, система управления предприятием БЭСТ 5 и др.

Названные программные продукты с их доработкой возможно использовать в модуле «Агрорешения» ведомственного проекта ЦСХ.

Доработка программных решений связана с тем, что классическими объектами управления в данных системах являются имущество, производство, персонал и капитал организации. Но для

сельскохозяйственных организаций следует рекомендовать добавление биологических объектов «животное» в животноводстве и «культура» в растениеводстве.

Исходя из этого, в корпоративных информационных системах, адаптированных для сельскохозяйственных организаций, возможно выделение таких подсистем, как Финансы, Персонал, Логистика, CRM и маркетинг, Настройка и администрирование и др., а также специализированных подсистем зоотехнической и агрономической служб. Внутри подсистем зоотехнической и агрономической служб следует предусмотреть самостоятельные модули по функциям управления (планирование, прогнозирование, учет, анализ, контроль) с детализацией по биологическим объектам управления (животному или растениеводческой культуре) [115].

В случае дороговизны приобретения и доработки готовых корпоративных типовых программных комплексов для сельскохозяйственных производителей возможен и альтернативный подход к реализации модуля «Агрорешения» ведомственного проекта ЦСХ. Этот подход заключается в сочетании различных информационных систем и технологий на разных уровнях управления организацией (систем обработки данных, информационных систем управления, систем поддержки принятия решений или BI- систем), а также в использовании специализированных решений для автоматизации отдельных бизнес-процессов управления при условии их интеграции, возможности работы в едином информационном пространстве [114].

И в случае использования готовых доработанных корпоративных информационных систем, и в случае использования набора специализированных решений, разделами интегрируемой информационной системы могут выступать реализованные в ведомственном проекте модули «Умная ферма», «Умное поле», «Умное стадо», «Умная теплица», «Умная переработка». Поступающая из них информация будет храниться и обрабатываться в единой распределенной базе данных. Такой подход обеспечит формирование единого информационного обеспечения на уровне сельскохозяйственной организации по всем ее подсистемам.

На рисунке 24 приведена примерная структура организации единой распределенной базы данных и соответствующие им бизнес-процессы управления сельскохозяйственной организации.

**Объекты
ЕРБД**

**Объекты управления
Бизнес-процессы**

	Имущество:	Управление имуществом:
Основные средства	• основные средства	• управление основными средствами
Оборотные средства	• оборотные средства (корма, материалы и др.)	• управление оборотными средствами
Готовая продукция	• готовая продукция	• управление готовой продукцией
Денежные средства	• денежные средства	• управление денежными средствами
Биологический объект	Производство	Производство зерна
		Производство овощей
		...
	(биологический объект)	Производство кормов
		Производство мяса
		Производство молока
	...	
	(управление биологическим объектом)	
Персонал	Персонал	Управление персоналом
Капитал	Капитал	Управление капиталом
	• прибыль	
	• задолженность	

Рисунок 24 – Корпоративная информационная система сельскохозяйственной организации

Информация, необходимая для функционирования бизнес-процессов управления вышеперечисленными объектами, должна располагаться в одноименных подсистемах единой распределенной базы данных.

Интегрированная информационная система управления сельскохозяйственной организацией, включающая в себя подсистемы управления отдельными подразделениями, является начальным уровнем единой системы информационного обеспечения управления отраслью.

На муниципальном и региональном уровнях в дополнение к реализованному в рамках ведомственного проекта ЦСХ интегрированному сбору и анализу данных о сельскохозяйственных ресурсах, сельскохозяйственном сырье и готовой продукции необходимо добавление агрегированных хранилищ данных по различным экономическим показателям.

В настоящее время особенно актуально в связи с необходимостью выявления резервов снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции является проектирование хранилищ данных по затратам на сельскохозяйственную продукцию [46].

Потенциальная схема хранилища данных по затратам на продукцию растениеводства приведена на рисунке 25. Это хранилище построено по классической реляционной модели ROLAP типа «Снежинка». Данные хранятся в реляционных таблицах, но образуют специальные структуры, эмулирующие многомерное представление данных. Возможно использование и других моделей хранилищ данных (многомерной MOLAP и гибридной HOLAP).

В предлагаемом примере данные накапливаются и анализируются в разрезе организаций, сельскохозяйственных культур, статей затрат и периода времени. Возможны разные элементы и статьи затрат, поступающие из информационной базы «1С: Предприятие 8», а также временной интервал для анализа.

Предлагаемое хранилище может использоваться как на муниципальном и региональных уровнях, так и на уровне крупной сельскохозяйственной организации (агрохолдинга).

Для реализации концепции хранилищ данных возможно использование различных систем управления базами данных (СУБД). Возможно использование массово-параллельной СУБД Greenplum. Данный программный продукт подходит для проведения аналитических исследований больших объемов данных, позволяет работать с внешними источниками данных, представленными в различных форматах, развивается как open-source решение.



Рисунок 15 – Схема хранилища данных «Затраты»

На основе данных хранилища возможно построение OLAP-кубов по анализу затрат в разрезе всех предлагаемых измерений (организаций, культур, периода времени, статей затрат), а также проведение кластеризации агропредприятий с различными визуализациями, построение деревьев решений, а также прогнозирование экономических показателей различными методами.

Выделение хранилищ данных уровне сельскохозяйственной организации, на муниципальных уровнях управления отраслью является еще одной рекомендацией по совершенствованию информационного обеспечения управления отраслью.

Таким образом, предлагаемые дополнения к ведомственному проекту «Цифровое сельское хозяйство» призваны обеспечить формирование единой системы информационного обеспечения, единого информационного пространства. Вертикальные связи в рассматриваемой многоуровневой информационной системе представлены репликацией, интеграцией и консолидацией массивов баз данных, поступающих с нижних уровней управления. На каждом из выделенных уровней происходит агрегирование, группировка, обработка данных с последующей передачей сведений снизу вверх. Сверху вниз поступают прогнозы развития отрасли, полученные на основе

информации базы данных, а также анализа рынков сбыта продукции, данных отраслевых НИИ и т. д. Таким образом, рассмотренные вертикальные связи являются двухсторонними. Горизонтальные связи в рассматриваемой системе управления отраслью должны учитывать кооперацию и специализацию сельскохозяйственных организаций, агрохолдингов.

2.2. Информационно-аналитическая система геотехнического мониторинга объектов АПК

Согласно принятым нормативным документам [4–9], геотехнический мониторинг объектов АПК в полной мере осуществляется, как правило, на этапе строительства и первых лет эксплуатации (за исключением опасных и важных объектов, где мониторинг осуществляется постоянно).

Геотехнический мониторинг представлен комплексом мер, в результате осуществления которых собираются и анализируются разнородные данные о состоянии геологической среды и сооружений.

Существующие системы автоматизированного контроля технического состояния инженерно-технических объектов АПК фиксируют лишь начавшиеся изменения в параметрах анализируемого объекта (наклон, нарушение целостности и т. п.) – результат развития негативных процессов (в частности, экзогенных, таких как карст, оползень, обвал), а не начальную фазу (стадию) развития этих негативных процессов.

Выявление причин отклонения параметров инженерно-технического объекта АПК от проектных (требуемых) и оценка дальнейшего поведения объекта мониторинга может занимать длительное время, необходимое для привлечения дополнительных данных и их анализа. Кроме того, монтаж подобных систем мониторинга и позиционирование их составляющих является трудоемким и длительным процессом. Иногда размещение подобной системы возможно лишь на объекте до начала его эксплуатации.

Следует отметить, что различные геологические и климатические условия, а также параметры инженерно-технических объектов и процесс их старения требуют индивидуального подхода. В таком случае следует выделять прямой и обратный агроэкологические

эффекты:

- во-первых, активизация и стимуляция геодинамических процессов вследствие ирригационных и мелиоративных мероприятий (в частности, динамика гидротехнической нагрузки и растворение в грунтовых водах химических удобрений, а также гербицидов, активно растворяющих карбонатные породы карста и накапливающиеся в них);

- во-вторых, влияние активизации геодинамических процессов на процессы эрозии и деградации почв в ходе изменения гидро- и геоморфологической структуры, образования провалов на пашнях, полях и т. д., перераспределения стоков и бассейнов пресных вод.

Следовательно, можно сделать вывод о наличии серьезного негативного влияния агротехнической нагрузки, возникающей в ходе процессов мелиорации, ирригации и водопользования на объекты и безопасность продукции агропромышленного комплекса, особенно на карстовых территориях.

Целью научного исследования является разработка научно-технических основ построения информационных систем геодинамического мониторинга для решения задач контроля объектов АПК для обеспечения безопасности и надежности функционирования в современных условиях эксплуатации.

В рамках исследования была разработана функциональная схема системы геотехнического мониторинга объектов АПК, представленная на рисунке 26. Основными функциональными модулями (подсистемами), в рамках которых выполняются функции ИС, являются:

- подсистема обработки данных;
- подсистема анализа данных;
- подсистема формирования решений.

В подсистеме обработки данных реализуются такие функции, как прием, первичная обработка и ввод исходных данных для прогнозирования, заполнения хранилища данных, обработка результатов прогнозирования.



Рисунок 26 – Структурная схема ИС геотехнического мониторинга объектов АПК

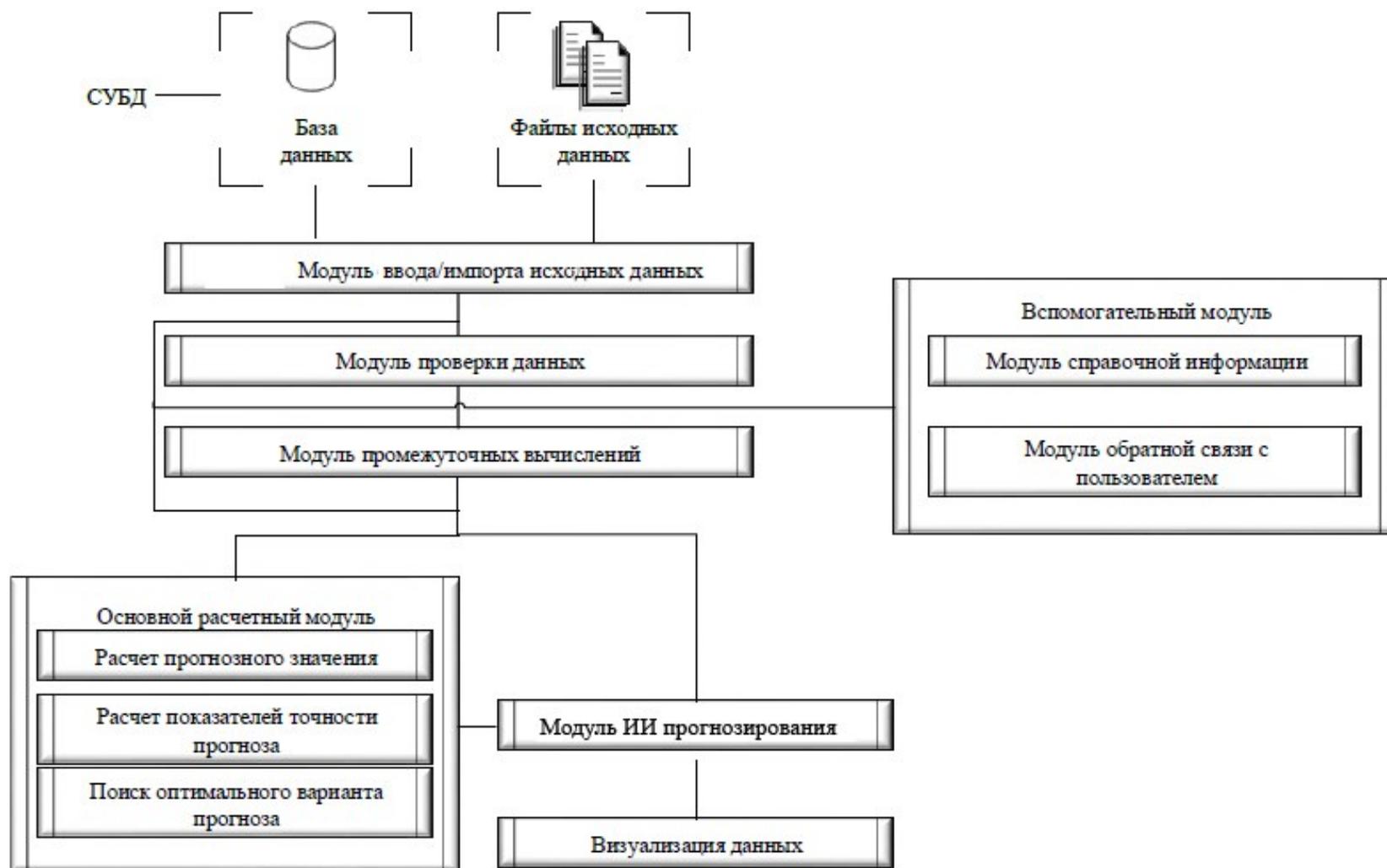


Рисунок 27 – Функциональная схема ИС геотехнического мониторинга объектов АПК

Подсистема анализа данных функционирует на основе реализованных в ИС моделей прогнозирования. В этом модуле осуществляется расчет прогнозных значений в соответствии с используемыми моделями, графическая визуализация результатов прогнозирования, оценка точности и достоверности прогнозных результатов.

В подсистеме формирования решений реализуется процесс выбора оптимальной прогнозной модели, рассылка отчетной документации и рекомендаций по результатам прогнозирования.

На основании структурной схемы была разработана функциональная схема ИС геотехнического мониторинга объектов АПК (рисунок 27). Приведенные в функциональной схеме модули предназначены для решения ряда советующих задач:

- файлы исходных данных – внешние источники исходных (углы и амплитуда отклонений от вертикали, собственные частоты, вибрационные нагрузки, параметры крена) инженерно-технического сооружения, происходящих в результате естественной эксплуатации объекта АПК;

- модуль ввода/импорта исходных данных отвечает за внесение исходных данных в базу данных или в основной расчетный модуль;

- модуль проверки данных осуществляет проверку проходящих через модуль ввода/импорта исходных данных на корректность;

- модуль промежуточных вычислений осуществляет предварительную обработку исходных данных, формирование и обработку временных рядов;

- основной расчетный модуль – блок, реализующий математические модели прогнозирования с использованием модуля искусственного интеллекта, визуализацию результатов прогнозирования (построение графиков), а также рассчитывающий показатели точности и достоверности прогнозов;

- модуль поиска оптимального варианта прогноза осуществляет выбор используемой для прогнозирования модели на основе показателей точности и достоверности;

- модуль обратной связи с пользователем формирует сообщения об ошибках с помощью всплывающих окон (элементов приложения);

- модуль справочной информации содержит в себе описание состава приложения, его структуры, особенности установки и

функционирования, пользовательское руководство, рекомендации по устранению ошибок.

На основании описанных функциональной и структурной схем было разработано программное приложение ИС геотехнического мониторинга объектов АПК, реализованное в среде Microsoft Visual Studio, основанное на объектно ориентированном языке С#. Программное обеспечение создано для пилотного внедрения и обладает базовым функционалом, позволяющим решать основные задачи:

- импорт данных мониторинга, импорт данных из базы данных, их представление в табличном и графическом виде;

- выбор периода прогнозирования;

- моделирование, расчет на основании исходных статистических данных. Моделирование механических и деформационных процессов выполняется согласно методам конечно-элементного анализа с учетом контроля параметров напряженно-деформируемого состояния (НДС) объекта АПК;

- прогнозирование параметров устойчивости объектов АПК, а также прогнозирование агротехнического риска в ходе регрессионного анализа взаимосвязи параметров НДС объекта АПК, пространственно-временного изменения параметров геологической среды и факторов уязвимости с учетом погрешностей сбора данных посредством стационарных и мобильных пунктов контроля и последующей информационной обработки в самоорганизующейся сети агротехнического мониторинга. В ходе работы алгоритмов происходит построение карты частот отклонений регистрируемых параметров от нормы показателей. Затем с помощью специально разработанной математической модели происходит «совмещение пространств» и указанные частоты трансформируются в цифровую модель распространенности каждого из признаков негативного агротехнического процесса, после этого вычисляется искомая вероятность риска по специальному математико-генетическому алгоритму с использованием цифровой модели частот исходных признаков;

- графическое представление результатов прогнозирования (рисунк 28);

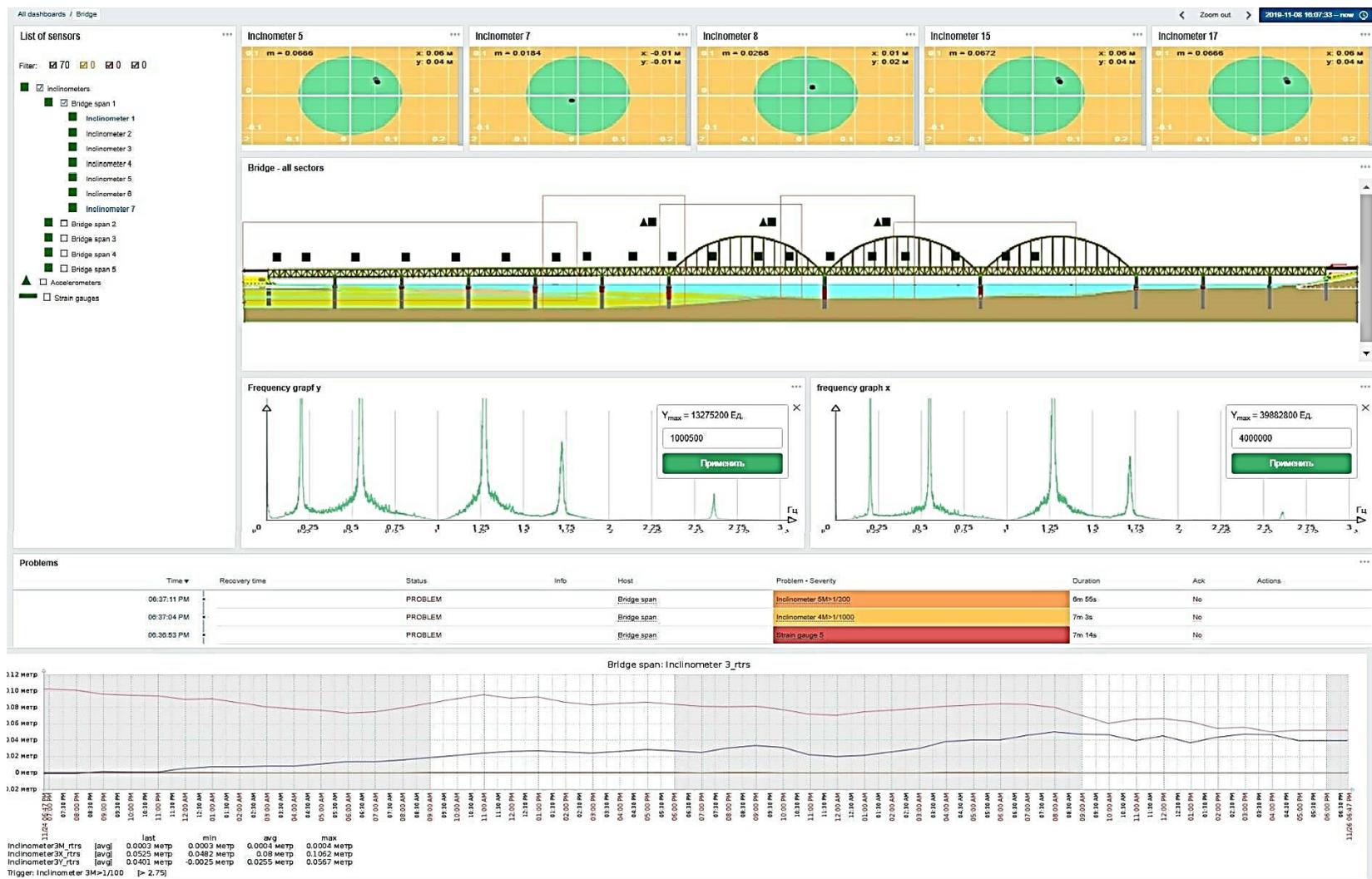


Рисунок 28 – Интерфейс ИС геотехнического мониторинга объектов АПК

- оценка точности и достоверности полученных прогнозных результатов (абсолютная ошибка прогноза, среднеквадратическая ошибка прогноза, средняя ошибка аппроксимации, коэффициенты или доли несоответствия, коэффициент корреляции между прогнозным и фактическими значениями).

Приложение имеет возможность отдельного отображения интересующих показателей, таких как нагрузка на фрагмент (рисунок 29), общий уровень сейсмических колебаний геологической среды (рисунок 30), отдельные сейсмические нагрузки на участки инженерных сооружений объекта АПК (рисунок 31), общая акселерограмма инженерного сооружения АПК (рисунок 32).



Рисунок 29 – График нагрузки на фрагмент инженерного сооружения объекта АПК

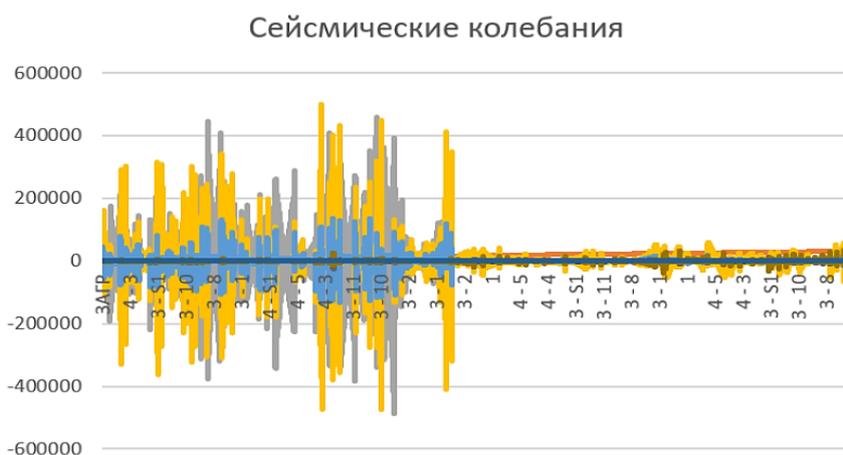


Рисунок 30 – График общего уровня сейсмических колебаний геологической среды

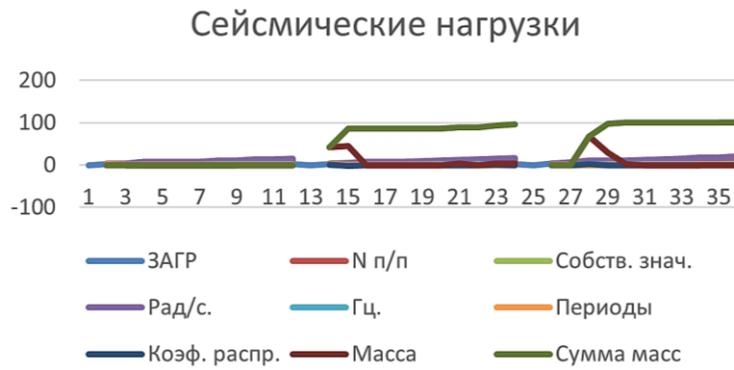


Рисунок 31 – График отдельных сейсмических нагрузок на участки инженерных сооружений объекта АПК

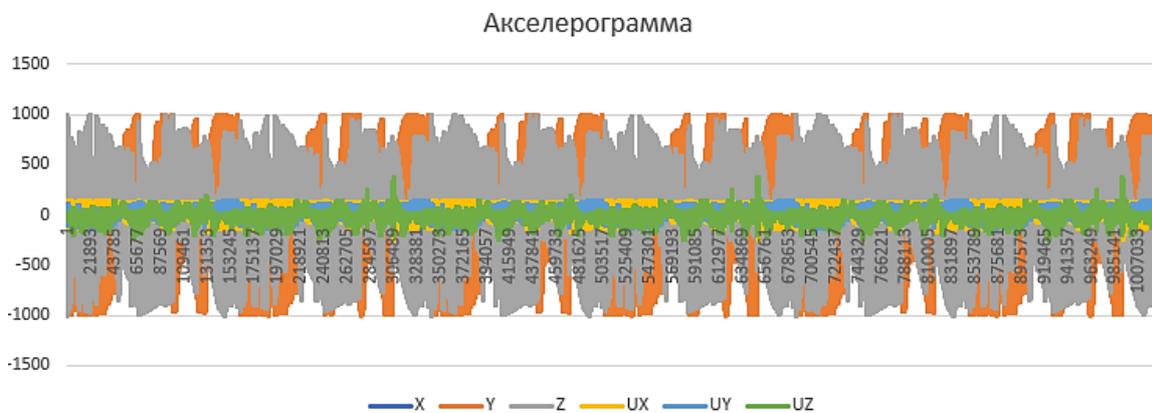


Рисунок 32 – Общая акселерограмма инженерного сооружения АПК

Разработанная ИС геотехнического мониторинга объектов АПК позволяет повысить чувствительность систем геотехнического мониторинга к регистрации скрытых деструктивных процессов, за счет учета и анализа небольших вариаций динамики влияющих факторов и реакций геотехнической системы АПК. Применение ИС позволяет не только локализовать области геотехнической системы АПК с наименьшей устойчивостью, но и выделить факторы, которые оказывают наибольшее влияние на стабильность геотехнической системы АПК в целом.

2.3. Разработка и применение цифровых мобильных приложений в аграрном секторе

В настоящее время большинство ключевых отраслей экономики и социальной сферы РФ меняют свой облик и содержание под влиянием происходящей трансформации окружающего ландшафта цифровой реальности. Наиболее заметно эта трансформация происходит на уровне крупных фирм и предприятий, стремящихся к широкому внедрению цифровых технологий в производстве товаров и предоставлении услуг. С этой целью реализуется перенос бизнес-процессов в цифровые экосреды, наполняемые удобными для конечного пользователя разнообразными информационными системами, а также web- и мобильными приложениями. В целом, это приводит к существенному снижению производственных издержек, что в свою очередь позволяет увеличивать объемы производства товаров и услуг, а также повышать их качественные характеристики, востребованность и своевременность [111].

Цель проведенного исследования состояла в анализе показателей цифровой трансформации (ЦТ) аграрного сектора (АС) в сравнении с другими секторами экономики РФ.

Задачами исследования являлось оценить ряд драйверов и препятствий, способствующих позитивному тренду и, соответственно, негативно влияющих на ЦТ-АС.

Методы исследования: библиографический анализ литературных источников, статистических показателей, а также интернет-ресурсов.

Цифровая трансформация в различных отраслях экономики продвигается неодинаково, что, очевидно, связано со специфическими отраслевыми особенностями и спецификой ведения деятельности предприятиями, а также с выстроенным взаимодействием с целевыми группами потребителей товаров и услуг. Так, например, финансовая область характеризуется высокой степенью распространения цифровых решений в то время, как другим отраслям требуются значительное время и ресурсы для технологической адаптации, организационных и структурных изменений, а также перевода традиционных способов ведения бизнеса на цифровые платформы.

Указанная дифференциация нашла свое отражение в форме № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг за 2015–2020 годы (таблица 2) Росстата [43]. В сводной таблице этой формы содержатся статистические данные по 23-м показателям опросов организаций ведущих отраслей экономики по результатам их ЦТ.

В нижеприведенной таблице 2 воспроизведен ряд представленных в вышеупомянутой форме, наиболее значимых, по нашему мнению, результатов, характеризующих цифровую трансформацию.

Сравнение представленных в этой таблицы показателей между отраслями экономики однозначно указывает на отставание практически во всех этих показателях сектора экономики, включающего сельское хозяйство, лесное хозяйство, охоту, рыболовство и рыбоводство от сектора, объединяющего финансовую и страховую деятельность.

Наиболее существенно отставание проявляется по следующим актуальным для аграрного сектора направлениям (рисунок 33):

- а) геоинформационные системы (п. 15);
- б) цифровые платформы (п. 16);
- в) Big-дата (п. 17);
- г) искусственный интеллект (п. 18);
- д) облачные сервисы (п. 19).

Представленные в таблице 2 и на рисунке 33 данные однозначно указывают на наличие определенных проблем, тормозящих цифровую трансформацию аграрного сектора, и для понимания которых требуются дополнительные исследования. Ниже на основе библиографического анализа приведен ряд примеров соответствующих успешных цифровых решений в АС, а также проанализирован ряд препятствий на пути ЦТ-АС.

Цифровая трансформация в АС экономики РФ подразумевает переход на новый, принципиально более высокий уровень использования цифровых технологий для достижения высоких результатов автоматизации сельхозпроизводства, оптимизации затрат на производство продукции, повышения качества и конкурентоспособности продукции и услуг, а также снижения производственных и экономических рисков.

**Таблица 2 – Сведения об использовании цифровых технологий
и производстве связанных с ними товаров и услуг [43]**

	Число организаций, использовавших информационные и коммуник	из них использовавших:									
		Геоинформационные системы	Цифровые платформы	Технологии сбора, обработки и анализа больших данных	Технологии искусственного интеллекта	"Облачные" сервисы	Интернет вещей	Технологии радиочастотной идентификации объектов	"Цифровой двойник"	Промышленные роботы / автоматизированные линии	Аддитивные технологии
А	2	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
А - СЕЛЬСКОЕ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, ОХОТА, РЫБОЛОВСТВО И РЫБОВОДСТВО	66,5	14,1	10,2	17,2	2,2	17,8	11,6	8,1	1,0	4,1	1,0
С - ОБРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРОИЗВОДСТВА	82,7	12,9	16,0	26,5	3,6	27,1	15,8	16,5	3,3	17,2	5,2
Е - СТРОИТЕЛЬСТВО	61,0	8,6	8,9	16,3	1,3	16,0	8,6	6,3	0,8	1,5	0,8
К - ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФИНАНСОВАЯ И СТРАХОВАЯ	83,0	26,0	36,3	44,4	22,8	41,0	10,8	11,8	0,8	0,8	0,5
Q - ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНЫХ УСЛУГ	88,4	15,8	18,3	27,2	2,6	32,6	13,8	8,5	0,8	1,3	0,9

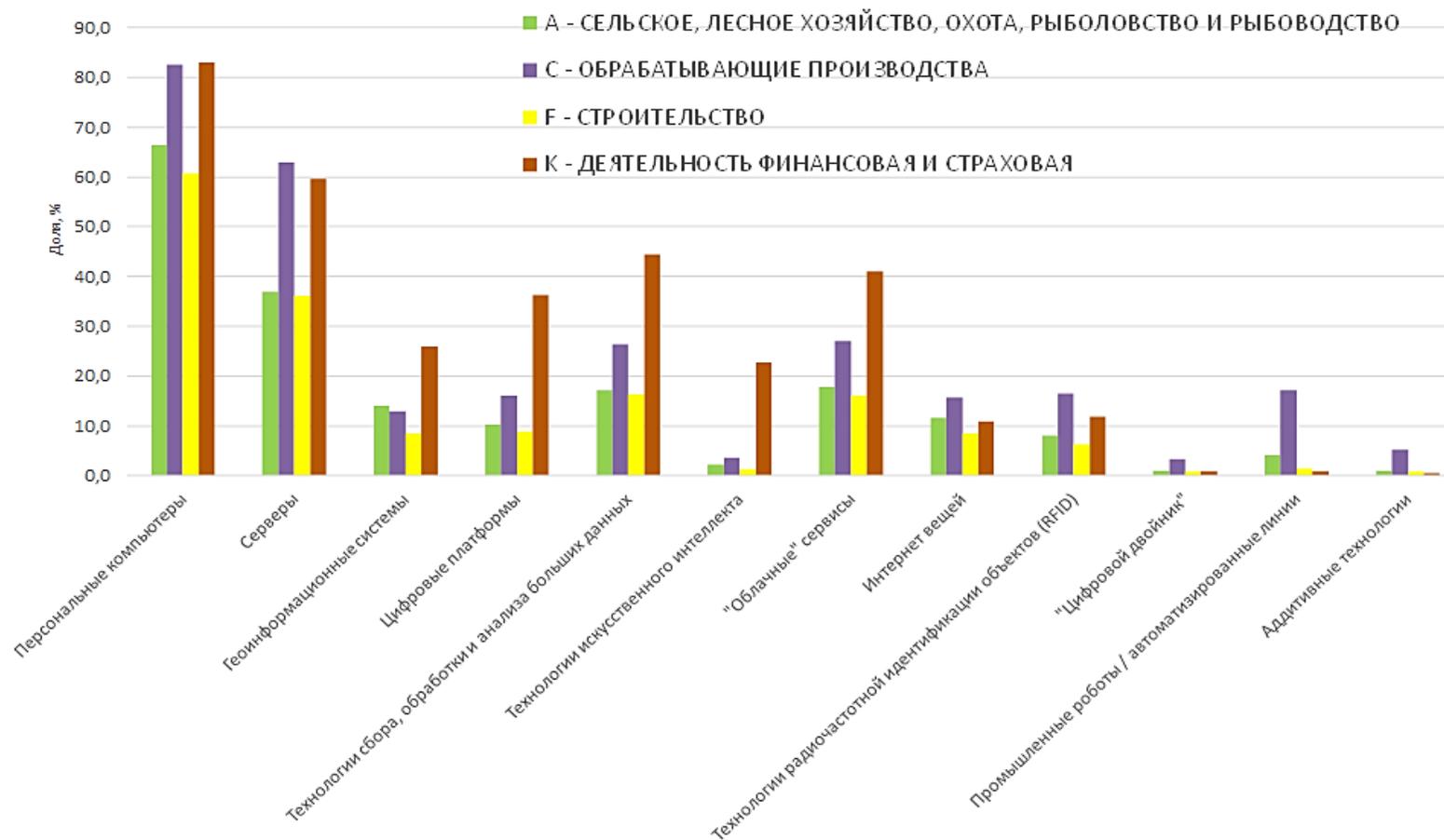


Рисунок 33 – Гистограмма ряда данных формы № 3-информ «Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг за 2015–2020 годы (таблица 2) Росстата [43]

В соответствии с проектом «Цифровое сельское хозяйство» Минсельхоза РФ цифровые технологии должны способствовать двойному увеличению производительности сельхозпредприятий к 2024 году [28]. В значительной мере этому должно способствовать широкое внедрение информационных технологий (ИТ), направленных на эффективное использование природных и человеческих ресурсов. Видение реализации этого направления основано на разработке и использовании компьютеризированных и роботизированных агротехнологий, способствующих повышению производительности на всех этапах сельскохозяйственного производства – «от поля до прилавка» [37], а также обеспечения охраны земель сельскохозяйственного назначения от деградации [112].

Ранее, в журнале «Агрорепорт» [41] были опубликованы результаты исследования компании «Сингента», проведенного аналитиками компаний IFORS (Айфорс) и ВЦИОМ (Всероссийский центр изучения общественного мнения) в партнерстве с Институтом конъюнктуры аграрного рынка (ИКАР). В этом исследовании отмечается, что несмотря на общую достаточно невысокую оценку результатов сезона 2020/2021, респонденты аграрного сектора продолжают делать ставку на рост производства. На это указывает увеличение инвестиций в основной капитал, внедрение инновационных методов и технологий точного земледелия, а также других инновационных решений. При этом доля тех, кто планировал увеличить инвестиции в точное земледелие, выросла с 44 % в 2020 до 50 % в 2021 году. Необходимо отметить, что порядка 90 % респондентов, заявивших об использовании технологий точного земледелия, применяют его в основном для управления, мониторинга и контроля использования сельскохозяйственной техники, вложения в которые позволяют достаточно быстро получить положительный эффект от внедрения. При этом данные аэрокосмического мониторинга посевов сельскохозяйственных культур для целей управления их ростом и развитием используют только 5 % респондентов.

Отметим также, что упомянутые выше технологии автопилотирования, системы параллельного вождения и мониторинга сельскохозяйственной техники, и связанные с этим технологии дифференцированной обработки, внесения удобрений и контроля качества выполнения сельскохозяйственных работ, а также истории

сельскохозяйственных угодий, пространственно-временного анализа характеристик растительного покрова и другие основаны на использовании соответствующих наборов геоданных.

Доминирующее использование геоданных в АС является отличительной чертой его цифровизации от цифровизации других секторов экономики, в которых в основном используются массивы данных без геопривязки. При этом использование геоданных на основе сочетания цифровых технологий “Геоинформационные системы, Дистанционное зондирование Земли, Глобальные навигационные спутниковые системы – Искусственный интеллект” (ГИС-ДЗЗ-ГНСС), реализуется в основном крупными агропредприятиями, такими как агрохолдинги «Русагро», «Эконива», «Мираторг», «Черкизово» и др.).

Средние и малые агрофирмы, доля которых в совокупном объеме производства сельхозпродукции РФ значительна, из-за сложного финансового положения и отсутствия необходимых кадров пока еще не способны применять на практике даже отдельные цифровые технологии из четверки ГИС-ДЗЗ-ГНСС-ИИ, что существенно ограничивает возможности их цифрового развития.

Таким образом, становится очевидным, что для решения проблем средних и малых агрофирм необходимы таргетированные усилия, способствующие пусть и медленной, но все же целенаправленной ЦТ. Общие подходы для их вовлечения, по-видимому, могут быть основаны на экономической привлекательности инвестирования в цифровизацию, за которой стоят вопросы, связанные с локализацией и адаптацией цифровых решений и продуктов под конкретные нужды не только сегодняшнего дня, но и с горизонтом ближайшего и среднесрочного будущего.

Из приведенного выше следует, что отрывочное внедрение отдельных технологий не позволяет в полной мере использовать потенциал ЦТ-АС на основе сквозных технологий, что является необходимым условием для реализации востребованного обществом технологического прорыва.

Особо стоит остановиться на вопросе о недостатке IT-специалистов в АС, которая муссируется практически в каждой статье, посвященной цифровизации сельского хозяйства, например, [14, 39, 63, 64]. Ситуация на самом деле сложная, поскольку даже те IT-специалисты, которые выпускаются аграрными вузами страны, не остаются

работать на предприятиях отрасли. Для понимания с чем это связано, а также каковы варианты изменения ситуации в лучшую сторону необходимо провести глубокий и всесторонний специальный анализ. Однако и без него простое сравнение уровня зарплат IT-специалисты в банковском и аграрном секторах могут дать много информации для размышлений.

В то же самое время важной причиной непривлекательности аграрного сектора для IT-специалистов является отсутствие в ней самой просматривающегося долговременно и устойчивого спроса на специалистов с такими компетенциями, как Биг-дата, геоинформационные системы, дистанционное зондирование, геоаналитика, искусственный интеллект, техническое зрение, промышленный Интернет, робототехника и сенсорика. Из этого следует вывод, что доступ агрофирм к прорывным цифровым технологиям, которые, по определению, способны повысить эффективность их бизнеса не сопряжен с их реальными возможностями привлечения IT-агроспециалистов. Простых решений из создавшейся ситуации, по-видимому, пока просто нет, однако это не значит, что их не надо искать.

Интересным примером формирования требований к специалистам в АС, готовым к цифровым вызовам, может служить введение компетенции движения WorldSkills в области цифрового земледелия (Т79 «Цифровое земледелие») в 2019 году. Из имеющегося описания универсального пакета компетенций IT-специалиста в области цифрового земледелия следует, что он по своей сути является аграрным цифровым технологом. При этом интересно отметить, что основными из этих компетенций являются агрономия, управление беспилотными летательными системами и роботизированной сельскохозяйственной техникой, использование информационных систем и специализированного программного обеспечения, владение навыками программирования. Очевидно, что знания и умения такого специалиста должны трансформироваться в соответствии с трендами этих направлений, а также развиваться в плоскости решения насущных задач производства на основе всестороннего учета влияния на окружающую среду, а также социальной и экономической значимости. Таким образом, простой анализ представленных требований свидетельствует о существующем потенциале развития подготовки специалистов данного направления.

Остановимся на одном из направлений ЦТ-АС, которое основано на связи применения современных агротехнологий и наличия специализированной агроинфраструктуры в Интернете. Наличие в Интернете инфраструктуры, специализированной на решении и/или помощи в решении актуальных вопросов аграрного сектора, является одним из драйверов глубокого проникновения цифровых технологий в отдельные звенья агробизнеса. Во многом это завязано на доступность для конечного пользователя использования цифровых инструментов на различных устройствах, включая смартфоны.

Сегодня уже очевидно, что практически исчерпано развитие существующих экосистем агробизнеса без использования работниками возможностей интернет-решений, которые будут постоянно расширяться в соответствии с запросами бизнеса и расширением доступа к широкополосному Интернету.

Данные международного рекламного агентства «We are social» и платформы управления соцсетями «Hootsuite» на январь 2020 года показали, что в России на 145,9 млн человек приходится 237,6 млн мобильных гаджетов, 118 млн от общего числа устройств способны выходить в Интернет. Если численность активных пользователей соцсетей в 2020 году уже составляла 70 млн человек [87], то в 2022 это число составило 106 млн человек, тогда как число интернет-пользователей превысило 129,8 млн чел.

Растущее проникновение смартфонов связано еще и с тем, что они стали доминирующим средством общения, развлечения, получения информации, повседневной жизни и бизнеса. Среди технических преимуществ, которые превратили эти устройства в полезные и необходимые для производственных нужд инструменты, можно выделить: широкие сенсорные экраны, адаптируемые к потребностям пользователя; камеры высокого разрешения; антенны глобального позиционирования, а также мощные процессоры и внутренние и внешние диски для хранения данных. Это позволяет использовать смартфоны в производственных процессах для работы со специализированным программным обеспечением и мобильными приложениями [137].

Отмеченный тренд использования смартфонов для решения производственных задач привел к созданию соответствующих приложений, позволивших перевести значительную часть

производственных процессов в виртуальную персонифицированную среду в торговле, банковском деле (банкинге), здравоохранении, туризме и пр. Этот тренд удобно охарактеризовать данными сайта «Statista» по количеству доступных приложений в Google Play, которое в сентябре 2012 года составляло 675 тыс., а уже в марте 2022 года превысило 2,591 млн [147], при этом количество разработанных новых приложений для Android для установки через Google Play в феврале 2022 года составило 81,3 тыс. [148].

В то же время необходимо заметить, что разработка мобильных приложений для аграрного сектора существенно отстает от других секторов экономики, несмотря на его стратегическую важность в решении задач продовольственной безопасности.

В контексте этого исследования термин “мобильные аграрно-ориентированные (МАО) приложения” используется для обозначения мобильного приложения, ориентированного на потребности аграрного сектора, включающего широкий спектр конечных пользователей (фермеры, сельскохозяйственные холдинги, предприятия, кооперативы и пр.). Такого рода МАО-приложения охватывают широкий спектр аграрных задач, начиная с полевых работ (например, технологии земледелия и защиты растений) и заканчивая сельскохозяйственным рынком.

Посредством МАО-приложений предлагаются различные виды услуг, такие как прогноз погоды для фермеров, доступ к актуальным новостям аграрного бизнеса, информации о сельскохозяйственной технике и оборудовании, рыночных ценах на сельскохозяйственную продукцию; они дают возможность выстраивания цепочки для управления производством сельскохозяйственной продукции: приложения для молочного животноводства, управления оросительными системами и сенсорами, прогнозирования и мониторинга урожайности, фиксирования типа почв и расчета необходимого количества минеральных веществ для внесения в почву, продажи продукции.

По мнению экспертов Всемирного банка [142], таргетированное использование МАО-приложений может быть направлено на:

1. Повышение информированности агропроизводителей за счет предоставления своевременного доступа к актуальной рыночной информации (например: повышение цен на сельскохозяйственную продукцию, увеличение спроса, снятие барьеров и пр.).

2. Улучшение управляемости рисками благодаря доступу к надежному прогнозу погодных условий, сельскохозяйственных вредителей, а также болезнях сельскохозяйственных растений.

3. Обеспечение доступа к базам знаний, а также к услугам, предоставляемым экспертам аграрного сектора (например: советы и рекомендации по технологиям, оборудованию, препаратам и пр.) для оценки состояния сельскохозяйственных угодий и посевов культур, а также технологиям и инструментам ведения хозяйства и агробизнеса.

4. Обеспечение тесных связей с рынком и распределительными сетями по улучшению взаимодействия между производителями, поставщиками и покупателями для обеспечения надежности и эффективности производственно-сбытовых и логистических цепочек, что позволяет также снизить административную нагрузку и риски мошенничества.

5. Обеспечение доступа к финансированию и страхованию, способствующих диверсификации производства, а также снижения экономических потерь.

Развитие технологий мобильной связи способствовало качественному изменению взаимодействия в электронном государственном управлении многих стран за счет перехода от парадигмы электронного правительства (e-government) [130] к парадигме мобильного правительства (m-government) [144]. Иными словами, наличие у подавляющего числа граждан доступа к мобильным гаджетам и Интернету способствовало к переходу использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) этих устройств для доступа к открытой информации, данным и услугам в соответствии с принципом «в любом месте и в любое время».

В развивающихся странах существуют различные примеры приложений, предлагаемых общественными организациями аграрному сектору. Так, популярный правительственный портал Индии <https://www.mkisan.gov.in/> поддерживает МАО-приложения в растениеводстве, животноводстве и прочих направлениях. Например, приложение «Kisan Suvidha» позволяет фермерам и всем другим заинтересованным лицам получать комплексную информацию о погоде текущего дня, а также прогноз на 5 дней и оповещения об экстремальных погодных условиях, дилерах продукции, ценах на рынке штата и всей страны, агротехнических рекомендациях, методах комплексной

защиты растений и т. д.

В свою очередь МАО-приложение «Crop Insurance mobile app» предназначено для страхования урожая. С его помощью можно рассчитать суммы страховой премии за «notified crops» (заявленные культуры), получить информацию о стандартной страховой сумме, а также ее расширенном варианте на случай использования прогрессивных методов ведения хозяйства, о премиях и субсидиях для заявленных культур, предлагаемых в различных регионах Индии.

В Кении у SMS- голосового МАО-приложения iCow насчитывается более 1,5 миллионов пользователей. Это приложение предоставляет по подписке доступ к знаниям в аграрной области, а также к региональным экспертам, которые по запросу пользователей могут предоставить необходимые услуги в ветеринарии, искусственном осеменении, лесном хозяйстве, защите почв и пр. Локализация реализуется за счет наличия функционала, позволяющего определять местоположения пользователя.

Начало реализации таких услуг было положено в 2008 году, когда компания Esoko начала предоставлять мелким фермерам доступ к информации о рыночных ценах на сельхозпродукцию по SMS. Затем набор услуг был существенно расширен за счет предоставления доступа к прогнозу погоды, агрономическим консультациям, информации о трендах на рынке и страховании [88].

Особо необходимо остановиться на МАО-приложении «FAMEWS mobile app» [89] FAO (Всемирная продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН). Его функционал направлен на мониторинг и доступ к базе знаний для борьбы с *Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm (FAW) – кукурузная листовая совка, армейский червь), который представляет собой агрессивного вредителя большинства зерновых культур, включая кукурузу, сорго, рис, просо и др. [127]. С помощью данного МАО-приложения проводится обследование сельскохозяйственных полей, а также предоставляется доступ к информации по борьбе с вредителем (комплексная борьба с вредителем, библиотека знаний, чат для обмена опытом, советы экспертов). При мониторинге феромонных ловушек на наличие FAW в приложении имеется функционал, позволяющий вводить скаутинговые данные, которые в итоге заносятся в облачную базу геоданных. Таким образом решаются две взаимосвязанные задачи, с одной

стороны, непосредственной помощи фермерам по локализации заражения, а также и уменьшения ущерба, а с другой стороны, помощь специалистам по борьбе с вредителями сельскохозяйственной продукции на региональном уровне, за счет возможности проведения анализа пространственных рисков распространения вредителя для целей управления рисками.

Разработка востребованных МАО-приложений невозможна без проектирования их бизнес-моделей (модели ценообразования). В случаях коммерческой модели обычно оценивается эффективность МАО-приложений, как способность приносить прибыль на протяжении по крайней мере двух лет после их распространения.

В случае некоммерческой модели эффективность МАО-приложений оценивается по достижению заявленного уровня социальной эффективности или же получение неденежных выгод, превышающих затраты на предоставление права использования этих приложения целевым пользователям. Так, в отчете [149] показано, что только 16 % проанализированных приложений достигли устойчивого развития. При этом основными проблемами, с которыми сталкивается большинство проектов МАО-приложений наступают после успешного пилотного этапа на этапе их масштабирования, когда необходимо развивать поддержку их дальнейшего развития и функционирования.

Основными параметрами устойчивости и эффективности МАО-приложений помимо их функционала, а также направленности и полезности предоставляемых услуг выступают также объем целевого рынка, а также способность и готовность клиентов оплачивать эти услуги.

Опыт многих стран показывает, что фермеры готовы оплачивать абонентскую плату за использование МАО-приложений. В то же время эта их готовность в значительной степени зависит от их доходов, а также уровня образования и предоставляемых услуг. При этом отмечается, что предпочтение вызывают МАО-приложения с комплексным набором услуг и инструментов (например, обучение, информирование...), а также с удобным доступом к информации и простым, но дружелюбным интерфейсом.

Обеспечение достаточного дохода для продолжения предоставления качественной услуги является проблемой для многих поставщиков МАО-приложений. Только порядка 29 % проанализированных

приложений [150] получают достаточный доход для покрытия операционных расходов; остальные частично или полностью зависят от финансирования со стороны правительства, спонсоров или некоммерческих организаций. Для преодоления такого рода препятствий разрабатываются и тестируются разнообразные подходы и модели. Одной из них является модель ценообразования, основанная на использовании сочетания всех источников, приносящих доход от планомерного развития предоставления сервиса и услуг. К таким источникам дохода могут быть отнесены сборы за регистрацию пользователей, доступ к источникам информации, осуществление транзакций, поступления от рекламы, а также от сбора данных и его маркетинга.

В ряде случаев можно говорить о необходимости проведения маркетинговых исследований о потенциальной привлекательности и «готовности платить» будущих пользователей МАО-приложения для компаний, заинтересованных в их разработке.

На сегодняшний момент можно выделить пять основных моделей ценообразования МАО-приложений:

- модель без взимания платы с пользователей, которые, как правило, предоставляют базовую информацию в виде некоммерческой услуги;
- модель, основанная на транзакциях, в которой взимается плата с пользователей в зависимости от количества совершенных ими транзакций;
- модель встроенных сервисов, в которой услуги предоставляются бесплатно с целью формирования спроса или повышения лояльности клиентов к основному платному продукту или услуге поставщика;
- модель, в которой в качестве маркетингового или рекламного инструмента базовые услуги предлагаются бесплатно при взимании дополнительной оплаты за расширенные и/или дополнительно предоставляемые услуги, что позволяет продвигать сами МАО-приложения, а также укреплять доверие и повышать уровень продаж;
- модель, сочетающая несколько из представленных выше моделей.

В дополнение важно также отметить междисциплинарность и экосистемность подходов продвинутых МАО-приложений, на основе которых потребителю предоставляются наборы инновационных

инструментов. Это позволяет облегчить взаимодействие между участниками, расширить доступ к пользователям, обеспечить технические стандарты и реализовывать понятные и доступные механизмы оплаты.

В то же время необходимо отметить, что локальный характер большинства МАО-приложений усложняет масштабирование их услуг, что создает преимущества тех приложений, которые объединяют контент из разных источников, используя для этого специальные инструменты. Также поддержка государственных учреждений и частных инвесторов в большинстве случаев на стороне приложений, которые способствуют общедоступности наиболее актуальной, достоверной и подробной информации.

В результате МАО-приложения, обеспечивающие необходимый функционал и низкие эксплуатационные расходы, безусловно будут более устойчивым для масштабирования на более длительный период.

Приведенные выше характеристики МАО-приложений, а также их востребованность на рынке ИКТ требуют инвестирования в человеческий капитал. Речь идет о целенаправленной подготовке специалистов в области МАО-приложений, компетенции которых будут соответствовать потребностям пользователей. Ряд таких компетенций могут быть сформулированы на основе нашего опыта руководства разработкой и реализации нескольких МАО-приложений при подготовке выпускных квалификационных работ студентов кафедры прикладной информатики РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева.

Первым кейсом разработки МАО-приложения являются результаты, полученные при выполнении ВКР в 2022 году студентом бакалавром Д. Е. Кушнаревым под руководством О. С. Ермолаевой. Реализованное при этом МАО-приложение «WEEDBOOK» направлено на цифровизацию фитосанитарного мониторинга агрофитоценозов.

Этот мониторинг представляет собой систему наблюдений за состоянием их засоренности сорным компонентом, а также прогнозных оценок с целью разработки и осуществления экономически и экологически обоснованных мер для минимизации негативного воздействия на культурный компонент с учетом затрат и риска потери части урожая. Необходимость такого мониторинга связана с

необходимостью учета сорного компонента (СК) агрофитоценозов, который приводит к снижению урожайности агрофитоценозов. Противодействие распространению СК в агрофитоценозах является одной из задач ведения земледелия, в частности в условиях применения интенсивных и, в частности, интегрированных технологий защиты растений, основанных на результатах фитосанитарного мониторинга. Для этого такой мониторинг должен включать видовой состав СК, а также соответствующий уровень засоренности обследуемых агрофитоценозов, что, в свою очередь, требует сбора большого объема данных для его последующего анализа и принятия решения [38].

В настоящее время при проведении фитосанитарного мониторинга для оценки влияния СК на урожайность культурного компонента агрофитоценозов используют результаты учета вегетирующих сорняков и определение запаса их семян в почве. Дополнительно привлекаются исторические данные о засоренности полей, учитываются биологические особенности СК и культурных растений, погодные условия, эффективность мер борьбы с СК, условия применения удобрений и другое.

Основным этапом фитосанитарного мониторинга является полевое обследование агрофитоценозов, которое позволяет:

- составить план мероприятий против сорняков для условий конкретного поля на следующий год в целом и по периодам работ;
- подобрать необходимый ассортимент гербицидов и рассчитать применяемые нормы;
- провести анализ эффективности мероприятий, выполненных ранее.

Основное предназначение скаутингового MAO-приложения «WEEDBOOK состоит в автоматизации процесса сбора данных о СК в полевых условиях, сокращении времени его реализации, унификации процесса камеральной обработки и анализа собранных данных, а также предоставлении возможности визуализации информации с использованием данных о местоположении (координатах) собранной информации.

Диаграмма вариантов использования, представленная на рисунке 34, отображает функционал разработанного приложения. Этот функционал включает:

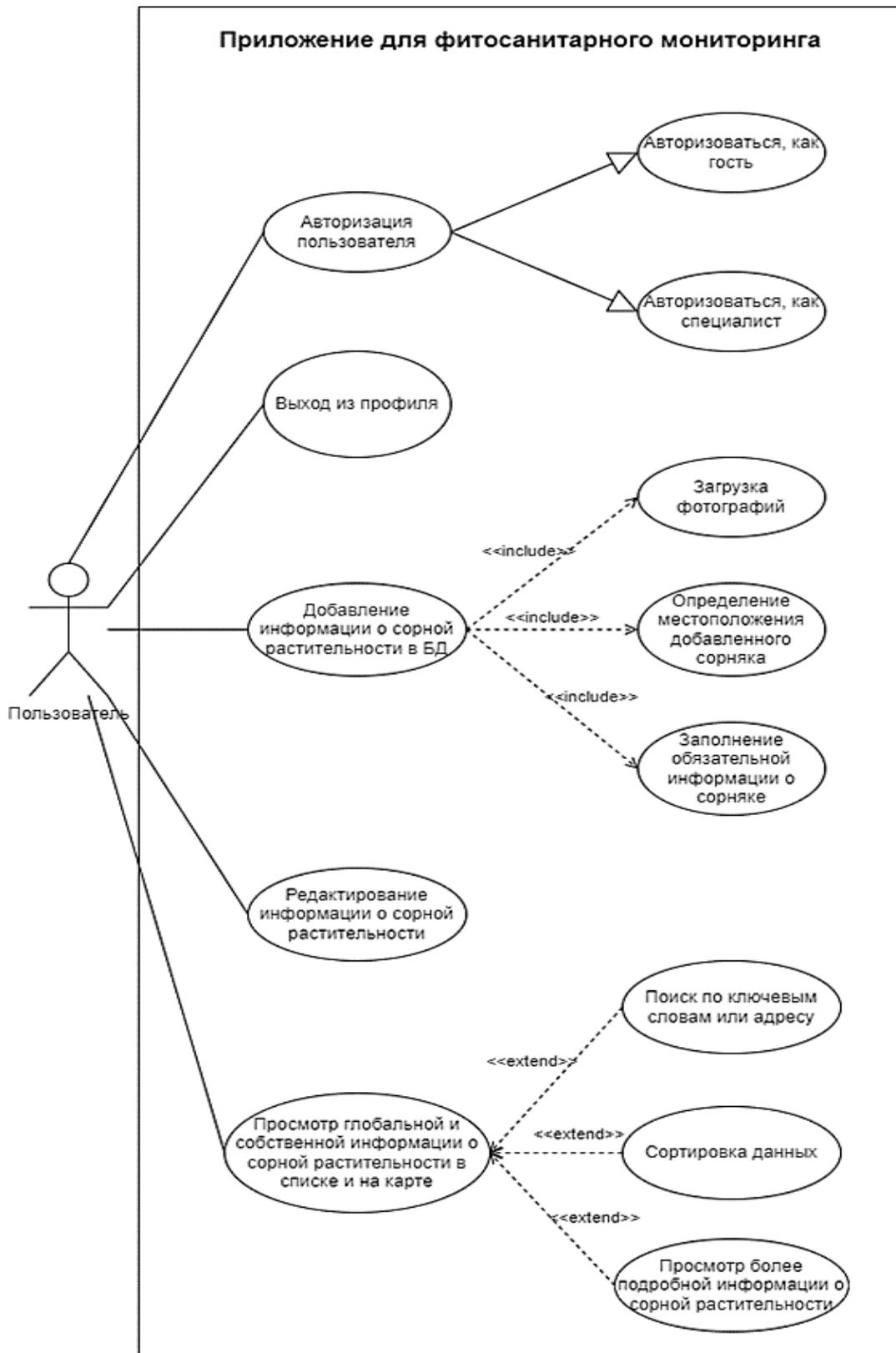


Рисунок 34 – Диаграмма вариантов использования приложения «WEEDBOOK»

- авторизацию роли проверенного пользователя (специалиста) и гостя, а также выход из него;
- добавление в базу данных МАО-приложения описательной информации СК, местоположения (координат) места идентификации СК, а также данных видеофиксации;
- просмотр, редактирование, поиск и сортировку добавленной пользователем информации;
- отображение добавленных экземпляров СК на картограмме мониторинга.

Для разработки логической модели МАО-приложения, представленной на рисунке 35, были введены три сущности:

- 1) СК;
- 2) пользователи;
- 3) изображения СК.

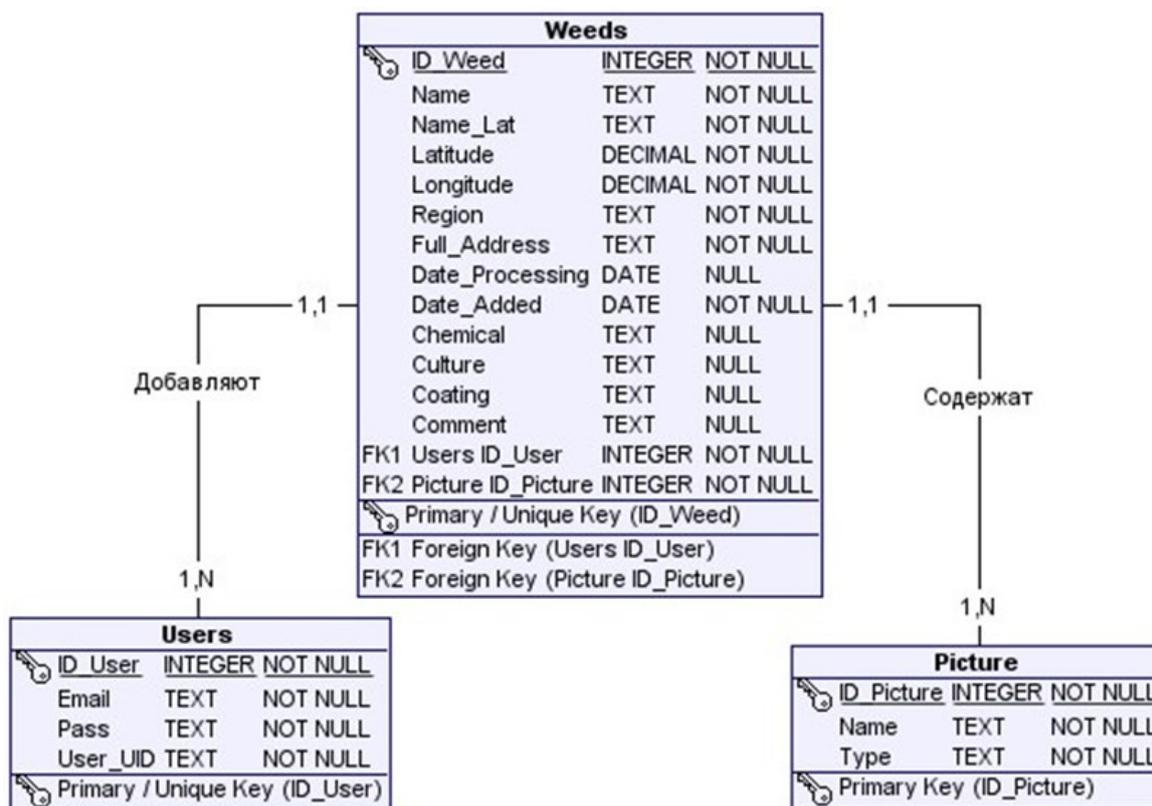


Рисунок 35 – Логическая модель базы данных приложения «WEEDBOOK»

Для разработки МАО-приложения «WEEDBOOK» была выбрана Android Studio, специально созданная среда для разработки

приложений на платформе Android, обладающая всем необходимым функционалом. При этом непосредственно для разработки Android-приложения был использован язык программирования Java, относящийся к группе высокоуровневых, объектно ориентированных языков программирования.

Для создания базы данных MAO-приложения «WEEDBOOK» было использовано решение Firebase компании Google. Выбор был связан с преимуществами, включающими сквозную среду разработки, быстроту процессов разработки и отладки, а также масштабирование инфраструктуры.

Проектирование интерфейса MAO-приложения «WEEDBOOK» было реализовано в среде Figma (рисунок 36).

Функционал разработанного MAO-приложения «WEEDBOOK» позволяет в полевых условиях наполнять базу данных изображениями и описанием экземпляров сорного компонента, координатами мест идентификации и сопутствующей информацией (дата, время, пользователь).

Таким образом это приложение может быть использовано для решения задач идентификации сорного компонента на масштабе отдельного агрофитоценоза в рамках фитосанитарного скаутинга.

Один из вариантов дальнейшего развития MAO-приложения «WEEDBOOK» состоит в целенаправленном наполнении базы данных СК для машинного обучения распознаванию сорного компонента, а также для составления картограмм засоренности посевов.

Разработанное приложение зарегистрировано в депозитарии ноу-хау при ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева – свидетельство №2022009 (Приложение для фитосанитарного мониторинга агрофитоценозов на платформе Android).

Вторым кейсом по разработке MAO-приложения являются результаты, полученные при выполнении ВКР в 2019 году студентом магистром Л. А. Молчановой под руководством А. М. Зейлигера.

В этом кейсе было разработано мобильное приложение, предназначенное для ведения цифрового дневника полевой практики студентов агрономического факультета [71].

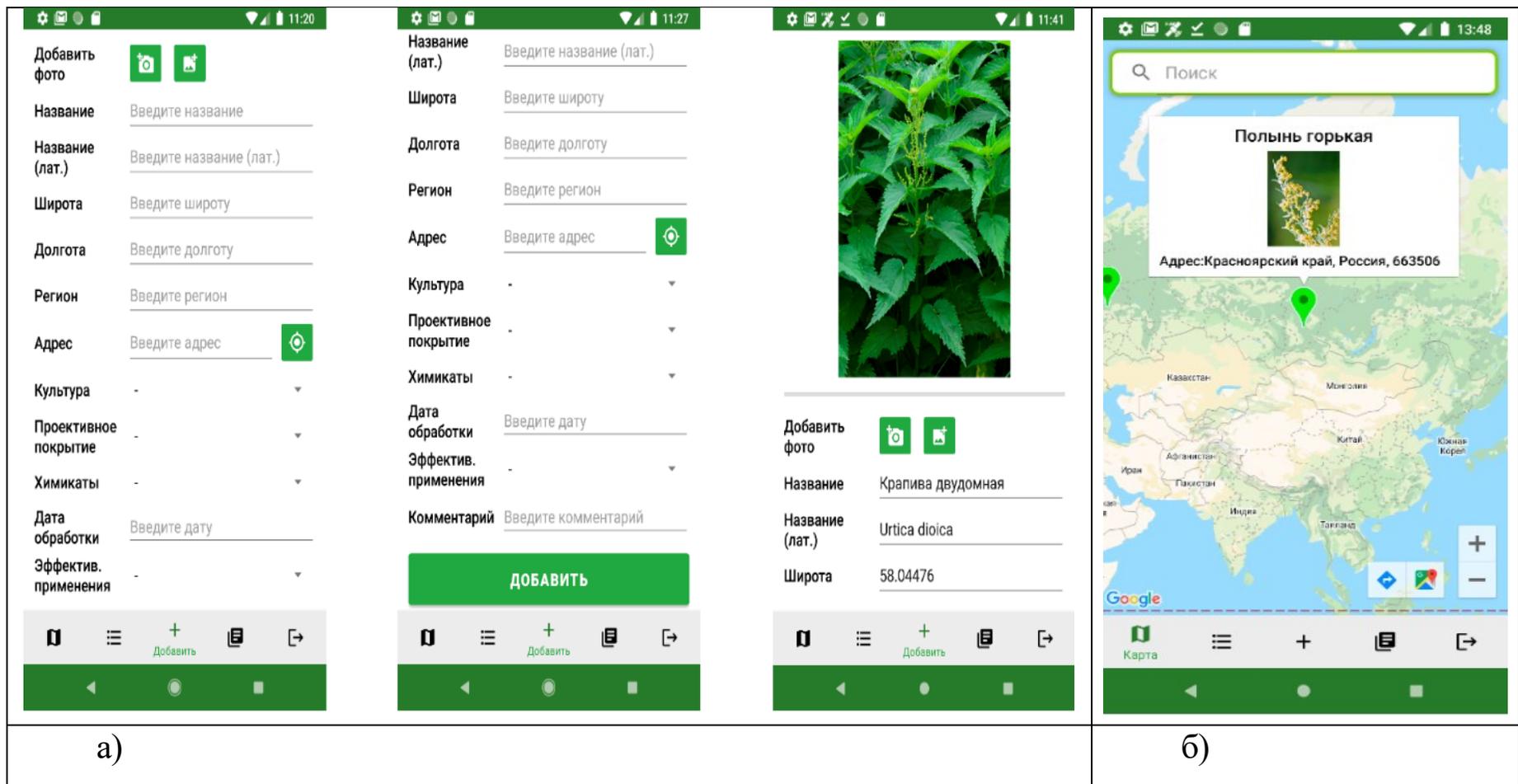


Рисунок 36 – Макеты окон:

- а) экземпляра сорной компоненты, добавляемой пользователем;
- б) картограммы места произрастания сорной компоненты

Агрономическая практика направлена на закрепление теоретических знаний по методике полевого опыта студентов-агрономов и проводится на территории летней полевой дачи Российского государственного аграрного университета – МСХА им. К. А. Тимирязева. Формами отчетности по этой практике являются дневник и отчет. Дневник по практике, представленный в бумажном виде, содержит несколько разделов, необходимых для заполнения непосредственно в полевых условиях.

В настоящее время печатная версия дневника по практике в глазах большинства студентов ассоциируется с рудиментами доцифровой эпохи. С точки же зрения большинства преподавателей использование этой версии также не способствует формированию у студентов навыков использования цифровых инструментов, которые востребованы в практической деятельности агронома. В связи с этим в качестве темы ВКР была выбрана тема по созданию цифровой версии дневника по практике в виде MAO-приложения «АгроПрактика», которое по своему содержанию должна соответствовать печатному варианту, а функционал приложения должен включать ряд функциональных возможностей, предоставляемых технологиями ГИС-ДЗЗ-ГНСС и используемых в практике работы специалистов данной области.

В качестве среды разработки MAO-приложения «АгроПрактика» была выбрана Android Studio, СУБД –MySQL, в качестве внешней библиотеки, позволяющей работать с геоданными, было выбрано Google Maps API, основными достоинствами которого являются бесплатная лицензия, широкий функционал и незначительное влияние на размер ИС после ее сборки. Макеты экранных форм MAO-приложения «АгроПрактика», созданные в графическом редакторе draw.io, представлены на рисунке 37.

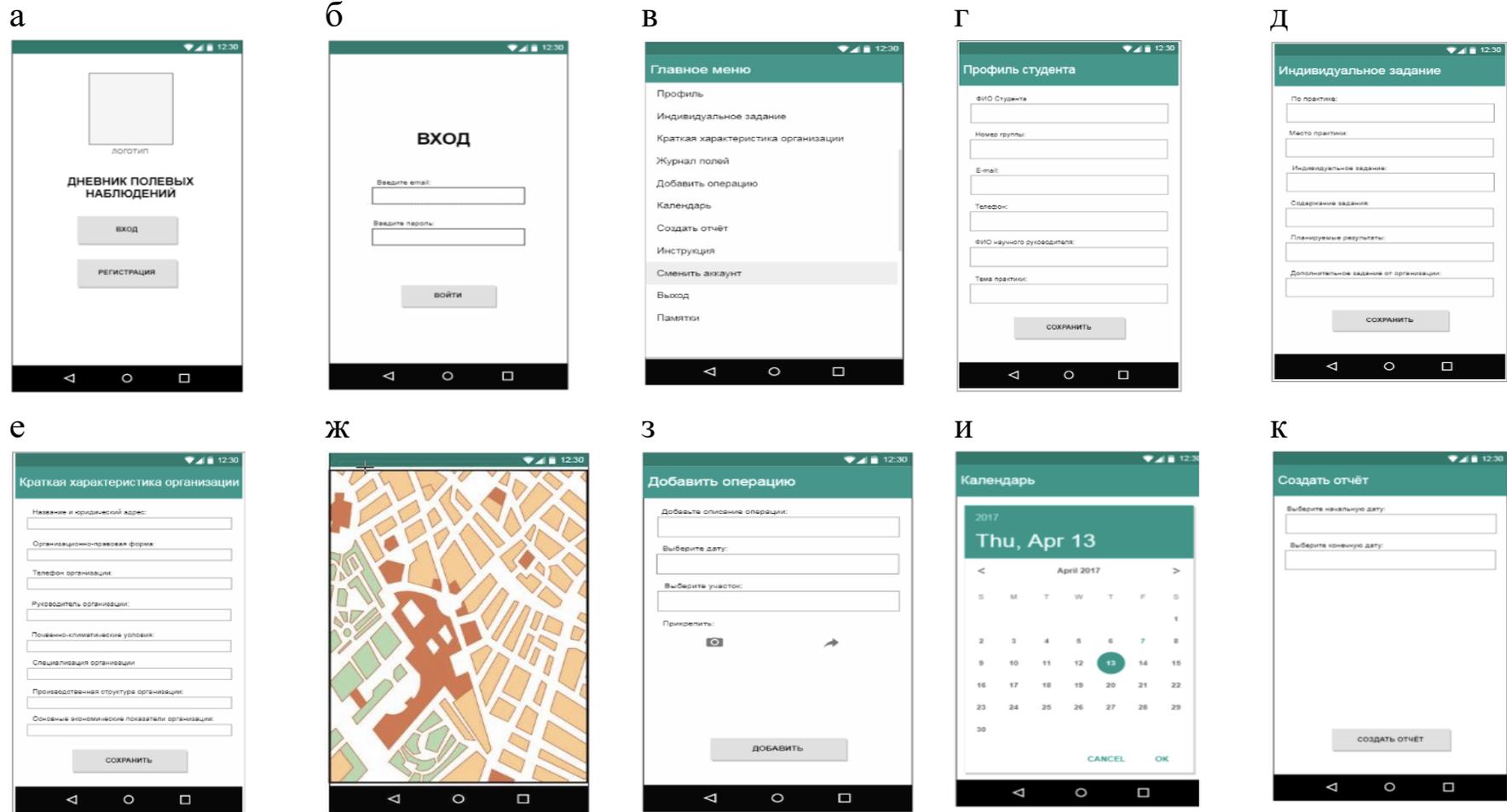


Рисунок 37 – Формы MAO-приложения «АгроПрактика»: а) начальная форма; б) форма авторизации; в) главное меню; г) профиль студента; д) индивидуальное задание; е) краткая характеристика организации; ж) геолокация места практики; з) добавление операции; и) календарь; к) создание отчета

На следующем рисунке 38 показаны процессы заполнения бумажного и электронного дневника студентом, проходящим практику. Основным преимуществом второго является предоставление возможности видеофиксации обследуемых посевов с помощью смартфона и одновременного заполнения форм с последующей автоматической генерацией отчета в цифровую форму.

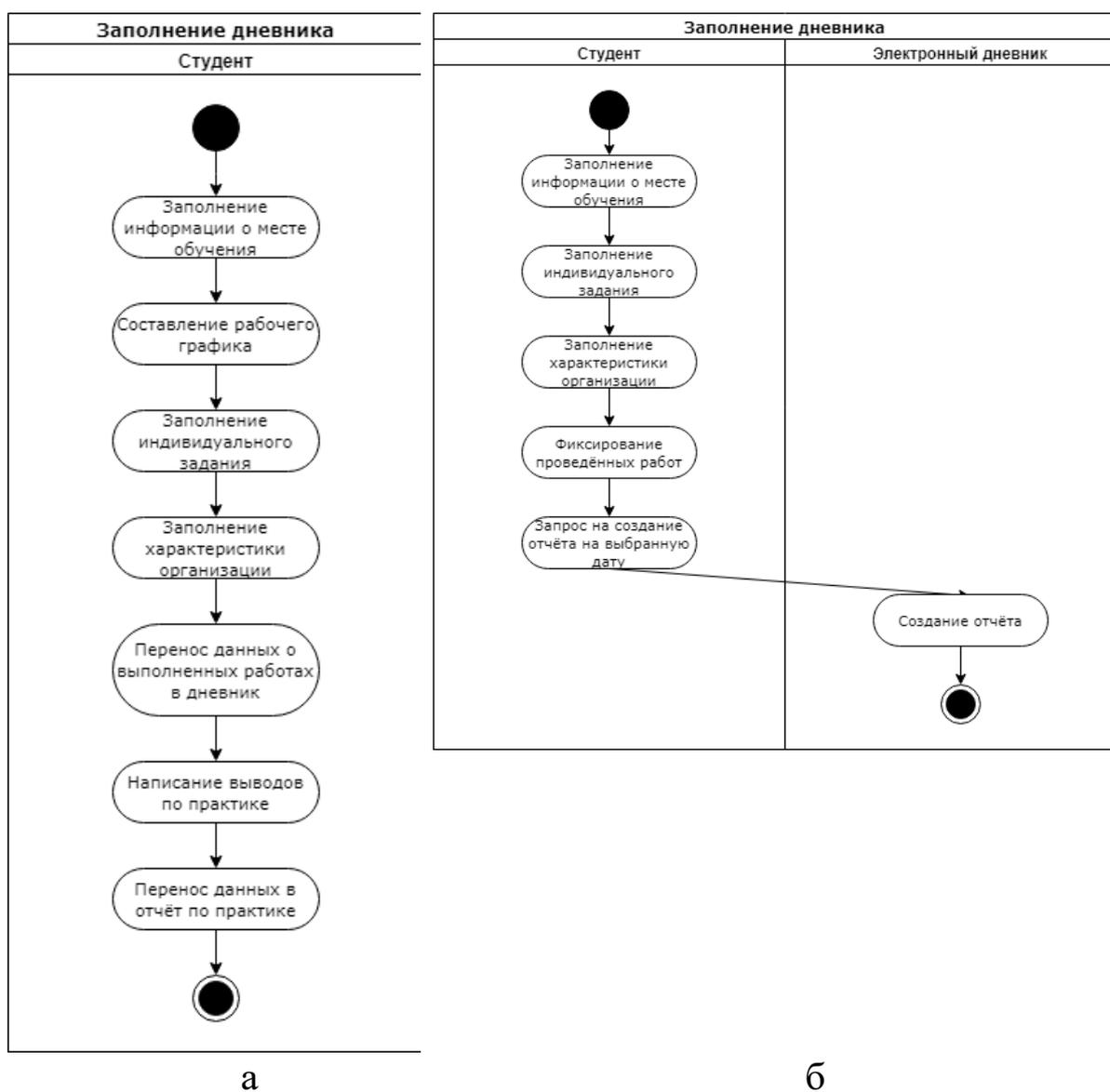


Рисунок 38 – Модель процесса заполнения электронного дневника:
а – “as is”; б – “to be”

Созданное МАО-приложение «АгроПрактика» дневника студенческой практики представляет собой полноценную и

эффективную замену бумажной версии, поскольку включает разделы документа, а навигация между разделами реализована с помощью удобного интерфейса, делающего ее интуитивно понятным. В то же время МАО-приложение в сравнении с бумажным вариантом обладает дополнительным функционалом, облегчающим как процесс реализации студенческой практики, так и процесс проведения ее контроля. Для этого в него включена опция прикрепления к описанию полевых работ изображений, получаемых с помощью камеры смартфона, отображение картограммы места проведения практики, визуализирующей основные характеристики исследуемых посевов сельскохозяйственных культур. При этом преподаватели, ведущие практику, получают возможность контролировать в режиме реального времени прохождение практики каждым отдельным студентом. Функционал выгрузки информации из заполненных студентом форм в файл отчета сокращает временные затраты на ее перенос в отчет о прохождении практики.

На стадии тестирования МАО-приложение «АгроПрактика» было загружено на смартфоны студентов-магистров, проводивших НИР в центре точного земледелия РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева для демонстрации его функционала. Студенты использовали МАО-приложение для ввода данных измерений высоты растений, густоты стояния и количества листьев посевов озимой пшеницы на делянках с нулевой и минимальной вспашкой, стадия развития которых соответствовала выходу в трубку/колошение. Дополнительно проводилась запись данных измерений вегетационного индекса NDVI, получаемых с помощью прибора GreenSeaker.

По результатам проведенного тестирования с преподавателями аграрного факультета был проведен технический семинар, в ходе которого обсуждались вопросы, связанные с функционалом разработанного МАО-приложения «АгроПрактика». В результате был намечен ряд новых направлений развития этого приложения для создания единой базы данных летней полевой дачи РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева, а также дополнение функционала различными статистическими и математическими методиками обработки полевых данных.

Интересно отметить, что в целом функционал МАО-приложения «АгроПрактика» соответствует функционалу приложений агрономической направленности в России, включающих сбор, обработку

и анализ данных контроля сельскохозяйственных угодий, а также позволяющих осуществлять оперативный мониторинг состояния посевных площадей, документирование, а также прогнозирование и планирование агротехнических операций.

Среди этих приложений отметим:

- 1) Cropio (<https://cropio.com/>);
- 2) OneSoil Scouting (<https://onesoil.ai/ru/applications>);
- 3) SkyScout (<https://intterra.ru/skyscout/>);
- 4) ExactFarming (<https://exactfarming.com/>);
- 5) АгроМон (<https://agromon.ru/>);
- 6) История поля (<http://info.agrohistory.com/>);
- 7) Да.помощник (<http://info.agrohistory.com/>).

Итак, Цифровая трансформация сельского хозяйства предполагает достижение экономических, социальных и экологических выгод, примерами которых являются рост доходов, увеличение производительности, доступ к рынкам, снижение рисков, сокращению отрицательного воздействия экономической деятельности человека на среду его обитания и т. д.

Развитие МАО-приложений в различных областях экономики, связано с удобством и доступностью их использования для конечного пользователя, доступностью мобильных гаджетов и интернет-технологии.

Происходящий рост МАО-приложений в АС во многом направлен на производственные процессы, проводимые в полевых условиях, что позволяет решать обычные задачи более эффективно, с более высоким качеством, с меньшими затратами времени и привлечением меньшего числа специалистов.

Представленные два кейса студенческой разработанных МАО-приложений направлены на сбор первичных данных фитосанитарного и агрономического мониторинга агрофитоценозов.

Разработка МАО-приложений для аграрного сектора должна включать:

- сотрудничество с экспертами в области агрономии, биологии, сельскохозяйственного машиностроения, метеорологии и др.;
- различные сферы, такие как садоводство, животноводство, рыболовство, растениеводство, фермерство, управление бизнесом и финансами, борьба с вредителями, расчеты пестицидов,

прогнозирование погоды, мониторинг полей, обучение и продажа;

- особенности конкретных географических районов;
- точный, сертифицированный и валидированный контент для ежедневного ведения сельского хозяйства;
- тестирование и сертифицирование уполномоченными государственными органами;
- различные цифровые технологии, позволяющие сочетать данные IoT и ДЗЗ;
- обучение использованию MAO-приложений специалистов и экспертов, а также лиц, принимающих решения.

Итак, перенос бизнес-процессов в цифровые экосреды является экономически обоснованным, он приводит к существенному снижению производственных издержек, повышению рентабельности деятельности предприятий АПК.

ГЛАВА 3. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ И МОДЕЛИ В УПРАВЛЕНИИ АПК

3.1. Школы системного анализа и экономико-математического моделирования ученых РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева в современных научных исследованиях

Сельское хозяйство – одна из самых значимых отраслей экономики. Продукция отрасли является основным источником питания для человека, поэтому пользуется большим спросом на рынке. Следовательно, вопросы совершенствования развития данной отрасли оказываются наиболее актуальными.

Проблема разработки и обоснования мероприятий, направленных на преодоление кризисных явлений, возникших в сельскохозяйственном производстве, предполагает разработку и использование методик антикризисного регулирования и управления, направленных на повышение экономической эффективности отрасли.

Проблемой антикризисного управления и регулирования занимались такие ученые, как И. Х. Ансофф, С. С. Бузановский, С. Г. Беляев, В. Л. Бойко, Н. А. Горелов, О. В. Кожевина, В. А. Кундиус, В. А. Самородский, И. А. Хлусова, Л. И. Чистоходова и др.

На наш взгляд, «целью антикризисного управления должно быть восстановление устойчивого воспроизводственного процесса в организации, отрасли или экономике в целом. Для этого необходимо решить задачи, которые в работах перечисленных авторов рассматриваются в качестве конечных целей: очистка организаций от долгов,

возврат задолженностей, реинжиниринг бизнес-процессов, проведение реструктуризации, повышение конкурентоспособности на основе технической перевооруженности, ликвидация непрофильных активов» [15].

Существенный вклад в исследование проблемы повышения эффективности молочного скотоводства внесли такие ученые, как Н. Г. Арасланов, Л. Х. Боташева, С. И. Грядов, В. А. Добрынин, П. И. Дугин, А. П. Зинченко, Н. В. Краснова, А. А. Никонов, П. Н. Прохоренко и др.

Цель данной работы – продемонстрировать возможности использования методов системного анализа и экономико-математического моделирования, в том числе научных разработок ученых РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева в этих областях для проведения современных научных исследований.

Методы исследования: системный анализ, экономико-математический, абстрактно-логический, монографический, расчетно-конструктивный.

Так как антикризисные мероприятия разрабатываются органами государственной власти и по своей сути представляют инвестиционные проекты, то обосновать целесообразность внедрения их можно с помощью методологии системного моделирования, разработанной П. П. Пастернаком [81].

Принимая во внимание важность и сложность поднятой проблемы, в исследовании предложена методология системного подхода к разработке антикризисных мероприятий в сельскохозяйственных организациях и обоснования экономической эффективности интеграционных формирований в АПК; описаны основные особенности модельных конструкций; проанализирована эффективность внедрения антикризисных мероприятий в деятельность отдельных сельскохозяйственных организаций; рекомендованы пути решения проблем, возникших в ходе оптимизации производственной деятельности; выявлены факторы, влияющие на повышение экономической эффективности в интеграционном формировании.

Развитие сельскохозяйственных организаций и углубление их специализации с целью увеличения рентабельности производства продукции невозможно без государственного регулирования.

На основе данных, полученных в результате компьютерного эксперимента, поставленных на инновационной модели частичного равновесия (PF+PE) [92] обоснуем роль государственного регулирования для рынка молочной продукции Смоленской области. «Модель объединяет два подхода (моделирование частичного равновесия и математическое программирование) в единый целостный инструмент» [92].

Данная модельная конструкция была разработана в Центральном экономико-математическом институте Российской академии наук (ЦЭМИ РАН) и затем апробирована во Всероссийском институте аграрных проблем и информатики имени А. А. Никонова (ВИАПИ) – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения – «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства» (ФГБНУФНЦ ВНИИЭСХ) [93].

В рамках проведенного компьютерного эксперимента использовались данные за 2015–2019 годы, описывающие фактическое состояние отрасли в регионе [94]. Рассмотрены следующие сценарии: рекомендуемые нормы потребления молока соблюдаются – сценарий «100 % рекомендуемых норм»; рекомендуемые нормы снижены на 10 %, 25 %, 50 % или вообще не учитываются – сценарии «90 % рекомендуемых норм», «75 % рекомендуемых норм», «50 % рекомендуемых норм» и «нет гарантий», соответственно (рисунок 39).

Таким образом, ослабление государственного вмешательства в рынок молочной продукции Смоленской области приводит к увеличению доли импортной продукции с 36 до 57 %, что может подорвать продовольственную безопасность региона, а также привести к сокращению посевных площадей, безработице и оттоку трудовых ресурсов из сельской местности.

В настоящее время в Смоленской области реализуется областная государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» на 2014–2024 годы. В рамках данной программы представлены мероприятия по развитию молочного скотоводства. Для их успешного внедрения в деятельность сельскохозяйственных организаций области необходимо разработать систему принятия решений,

направленных на преодоление кризиса в отрасли молочного скотоводства.

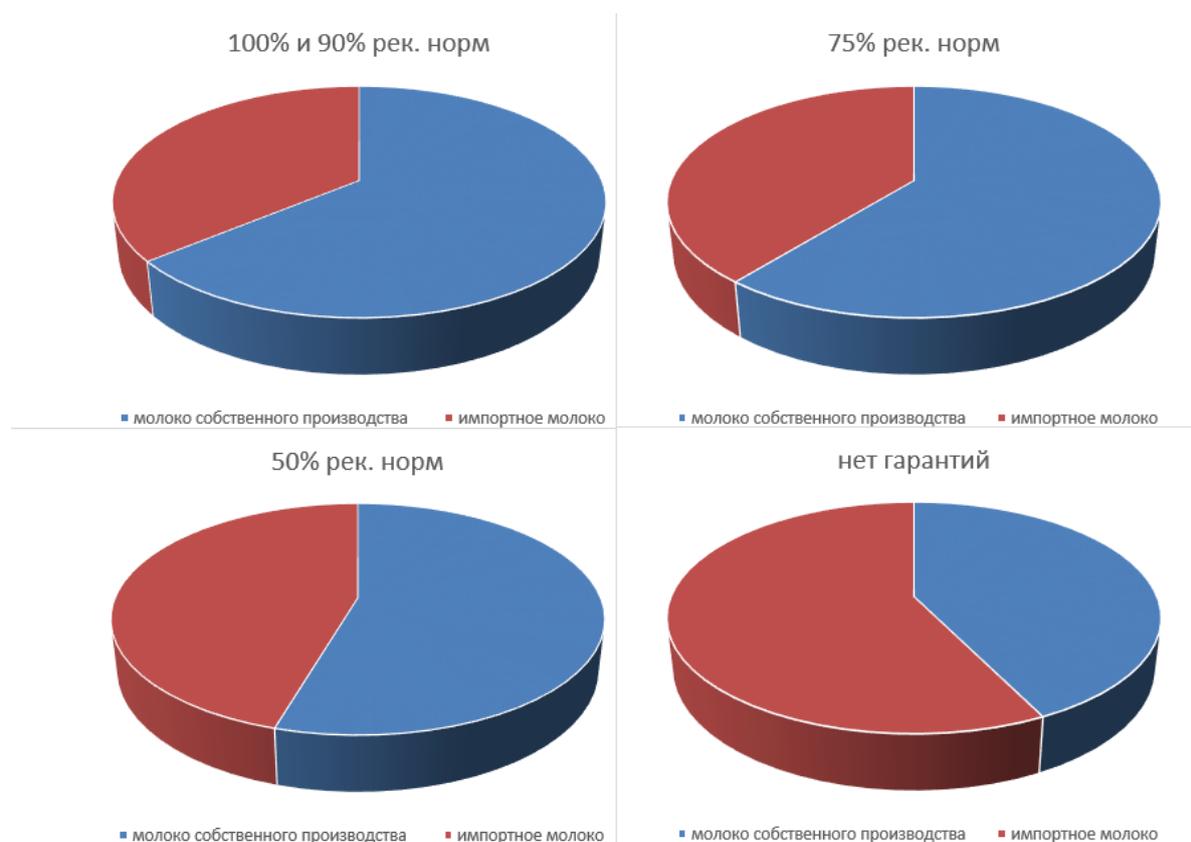


Рисунок 39 – Структура рынка молочной продукции Смоленской области по сценариям (Источник: Составлено авторами)

За прошедшее десятилетие в Московской области произошло уменьшение площади сельскохозяйственных угодий. Это обстоятельство имеет несколько причин: банкротство сельскохозяйственных организаций, изъятие для нужд строительства и других отраслей, зарастанием кустарником и мелколесьем. По оценке правительства Московской области, в регионе сегодня не используется около 250 тыс. пахотных земель сельскохозяйственного назначения. Сокращается уровень распаханности территорий и увеличивается доля не-сельскохозяйственных угодий в общей площади землепользования.

Как показывают исследования, в частности [85] «в Московской области сложилась неудовлетворительная ситуация с использованием средств механизации для производства растениеводческой и животноводческой продукции». Согласно официальным данным,

опубликованным Росстатом, в сельскохозяйственных организациях зафиксированы низкие показатели обновления основных фондов. В 2018 году коэффициент обновления составил 17,3 %, а на 1 тыс. га пашни приходилось 4,7 трактора (норматив ЦЭР 23) и 3,3 зерноуборочных комбайна [48]. В целом очевидным является факт отставания Московской области и России в обеспеченности сельского хозяйства энергетическими мощностями [48].

Основным фактором, тормозящим техническое перевооружение сельского хозяйства Московской области, являются низкий уровень финансового потенциала, неудовлетворительное финансовое положение сельхозтоваропроизводителей, которое усугубляется высокими ценами на горючее, посадочный материал, удобрения и корма, низкой прибыльностью сельскохозяйственного производства.

В 2018 году, по данным Росстата, число прибыльных организаций, осуществляющих сельскохозяйственную деятельность в регионе, составило 121 ед., а убыточных – 100 ед. [48]. Уровень рентабельности сельскохозяйственных организаций имеет низкое значение, даже включая субсидии из бюджетов. Данные обстоятельства препятствуют эффективному ведению деятельности хозяйствующими субъектами отрасли, сдерживают развитие инновационных процессов и переход на расширенное воспроизводство.

Основным звеном АПК является сельское хозяйство, поэтому от уровня развития аграрного сектора во многом зависит ситуация в 1-й и 3-й сферах АПК. Обслуживающие отрасли, производящие средства производства для сельского хозяйства, теряют потенциального покупателя, а перерабатывающая промышленность – сырьевую базу.

Инвестирование в сельском хозяйстве отличается наибольшей капиталоемкостью с длительным сроком окупаемости и высокими рисками, поскольку наряду с вложением капитала в объекты – результаты труда человека, как в других отраслях экономики, инвестиции в сельском хозяйстве осуществляются еще и в объекты природы. В результате приток инвесторов в данную отрасль значительно сдерживается. В [85] отмечено, что «инвесторы охотнее выбирают сферы с более меньшими рисками и более быстрой окупаемостью затраченных средств. В некоторой степени мерой воздействия на сложившуюся ситуацию является создание интеграционных формирований. Благодаря возникновению различного рода объединений происходит

консолидация сил разрозненных производителей, повышается ответственность и эффективность действий всех элементов системы».

В [85] и в [86] отражены причины, из-за которых сельскохозяйственные организации вынуждены вступать в интеграционные формирования. Главные из них это финансовая несостоятельность, высокая кредиторская задолженность, в частности, по заработной плате, изношенность основных фондов, недостаток оборотных средств и технологическая отсталость.

Опыт многих субъектов России, в том числе Белгородской, Воронежской, Тюменской, Орловской областей, Краснодарского края и других регионов, как указано в [85], доказал целесообразность привлечения инвесторов для улучшения финансового состояния организаций в условиях недостаточных бюджетных и собственных финансовых ресурсов.

В последние годы локомотивом развития сельскохозяйственного производства стали крупные агрохолдинги. В данное время в России функционируют более 200 крупных агрохолдингов. Наблюдается тенденция к росту как самих агрохолдингов, так сельскохозяйственных организаций [85], вступающих в интеграционные отношения. Практика показывает, что интеграционные процессы развиваются в АПК Московской области и в России в целом и дают положительные результаты, помогают преодолевать проблемы, возникшие из-за утеранных хозяйственных связей между сельскохозяйственными организациями и промышленными предприятиями, а именно с загрузкой мощностей перерабатывающей промышленности, закупкой средств производства для сельского хозяйства и удовлетворения потребностей населения.

На основании проведенных исследований в [86], сделан вывод о том, что процессы кооперации и интеграции позволяют стабилизировать экономическое и финансовое состояние аграрного сектора, а значит и других отраслей АПК. «В агропромышленных объединениях между участниками в современных условиях должны быть установлены такие организационно-экономических взаимосвязи, которые позволяли бы наиболее всесторонне учитывать интересы всех членов. Данное направление основано на организации более глубоких связей между интегрирующимися партнерами и характеризуется объединением материально-технических и финансовых ресурсов» [85].

В современных условиях с целью изучения сложных научно-практических проблем обширно используется методология системного анализа, позволяющая изучать задачу, с точки зрения научного подхода, представляя ее в виде системы.

В диссертационной работе [86] в ходе диагностического анализа было сформировано ядро проблемы. Данная работа посвящена проблеме обоснования экономической эффективности интеграционных формирований в АПК.

В качестве одного из этапов исследования методология системного анализа предусматривает структуризацию проблемы. Опираясь на методические подходы профессора А. М. Гатаулина [32], в рассматриваемой проблеме нами выделено четыре аспекта. Это первый уровень структуризации проблемы. На втором уровне каждый аспект, в свою очередь, распадается на более определенные компоненты.

В соответствии с [15], во-первых, это теоретико-методологический аспект, в рамках которого проведено теоретико-методологическое изучение проблемы обоснования повышения экономической эффективности интеграционного формирования в АПК.

Во-вторых, качественно-аналитический аспект исследования, в рамках которого рассматривается генезис, структура и свойства исследуемого предмета. Чтобы обосновать экономическую эффективность, необходимо исследовать причины и условия, вызывающие и устраняющие проблему неэффективного ведения производственной деятельности во взаимосвязи с видоизменением и усложнением причин возникновения кризисов в сельскохозяйственных организациях.

Структуризация и определение свойств субъектов, к которым принадлежит рассматриваемая научная проблема, составляют необходимые условия для ее положительного решения. Данные компоненты качественно-аналитического аспекта обеспечивают формулирование постановки и пути решения синтетических задач, которые позволяют внести изменения в структуру и присвоить изучаемым объектам новые свойства, нужные для повышения экономической эффективности функционирования организаций.

В-третьих, количественно-аналитический аспект, который охватывает анализ показателей, отражающих наличие проблемы обоснования экономической эффективности, основные тенденции

изменения этих показателей, поиск закономерностей в эмпирическом материале. Количественный анализ экономической эффективности сельскохозяйственных организаций главным образом сводится к анализу их производственно-финансовой деятельности. На его основе выявляются тенденции и закономерности в рассматриваемой проблеме обоснования экономической эффективности интеграционных формирований в АПК. Благодаря данным исследованиям возможно провести разработку экономико-математических моделей для выявления факторов, влияющих на повышение экономической эффективности.

В-четвертых, прикладной аспект проблемы, в границах которого на основе исследования разрабатываются рекомендации, мероприятия и решения. Содержание этого аспекта в том, что спроектирован комплекс экономико-математических моделей для прогнозирования сельскохозяйственного производства в агрохолдинговом формировании, представлено количественное обоснование основных параметров предлагаемых моделей и на основе анализа их решений определены факторы, влияющие на экономическую эффективность функционирования интеграционной системы [85].

Обоснования экономической эффективности интеграционного формирования и ее декомпозиция осуществлены с дифференциацией по подсистемам для изучения их взаимосвязей и определения общей логико-иерархической структуры и представлены в [86].

Анализ и прогнозирование развития сложных систем является достаточно сложным процессом, который требует применения метода системного анализа, способного обеспечить возможность детального исследования экономических явлений и процессов как единого целого. Он позволит выявить «узкие места» в производстве, а также обеспечит совершенствование управления в соответствующей организации. В основе системного анализа лежат методы коллективной экспертизы, имитационного моделирования, базирующиеся на компьютерной имитации возникающих проблем.

Математическому моделированию экономических процессов в сельском хозяйстве были посвящены труды профессоров кафедры экономической кибернетики РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева А. М. Гатаулина, Г. В. Гаврилова, Ю. И. Копенкина, Н. М. Светлова, А.И. Филатова и др. Авторы данного исследования выражают

огромную благодарность своим Учителям и опираются на их разработки.

Проектирование и обоснование антикризисных мероприятий в молочном скотоводстве предлагается осуществить с использованием системы математических моделей, включающей:

- модели долгосрочного планирования производственной структуры сельскохозяйственной организации, отражающие инвестиционную программу;

- модели долгосрочного планирования структуры создаваемого крестьянско-фермерского хозяйства (КФХ);

- модели проекта освоения производства сельскохозяйственных культур» [15].

В результате оптимизации производственно-хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций происходит высвобождение трудовых и земельных ресурсов. Решить эти проблемы можно за счет второй и третьей модельных конструкций.

Информационная база для проектирования и обоснования мероприятий, направленных на преодоления кризиса, представлена на рисунке 40.

Схема информационных потоков состоит из трех блоков:

Первый блок (входная информация) включает данные, необходимые для построения оптимизационных моделей.

Второй блок (система оптимизационных моделей) необходим для проектирования развития производства в сельскохозяйственных организациях с использованием мероприятий государственной программы. Модели определяют стратегии развития и инвестиционные решения в сельскохозяйственных организациях, а также решают проблемы оттока трудовых ресурсов из сельской местности и сокращение посевных площадей.

Третий блок (блок выходной информации) предназначен для анализа решений экономико-математических моделей и обоснования антикризисных мероприятий и включает расчетные модули, позволяющие определить целесообразность ввода мероприятий, направленных на преодоление кризиса, и оценить финансовое положение организаций.



Рисунок 40 – Информационная база для проектирования и обоснования антикризисных мероприятий в молочном скотоводстве (Источник: Бабкина, 2012)

Разработанная система моделей в процессе системного анализа используется для постановки компьютерных экспериментов, благодаря которому совершенствуется структура моделей и уточняется набор антикризисных мероприятий.

Для проектирования мероприятий, направленных на преодоления кризиса в отрасли молочного скотоводства, используется линейная модель долгосрочного планирования производственной структуры сельскохозяйственной организации, которая основана на системной методологии исследования целей аграрного производства и антикризисных мероприятий [91]. В модели представлен весь комплекс антикризисных мероприятий в молочном скотоводстве. В результате решения определяются оптимальные сочетания мероприятий с учетом государственной поддержки.

Модель долгосрочного планирования состоит из двух блоков: инвестиционный и постинвестиционный периоды. В инвестиционном блоке (2020–2022 годы) описываются мероприятия антикризисной программы, а в постинвестиционном блоке (2023 год и далее) – эффект достижения целей этих мероприятий.

Блок производства и блок капитальных вложений выделяются в матрице технико-экономических коэффициентов. Коэффициенты данной матрицы соответствуют каждому году инвестиционного периода.

Блок производства состоит из параметров всех рассматриваемых производственных процессов, а блок капитальных вложений – из параметров, описывающих реализацию мероприятий по преодолению кризиса в молочном скотоводстве.

Блок капитальных вложений является связующим между инвестиционным и постинвестиционным периодами (1):

$$\mathbf{a}_{nC} \mathbf{x}_{n8} \leq x_{n12}, \quad (1)$$

где \mathbf{a}_{nC} – вектор капитальных затрат из собственных источников, тыс. руб. на единицу инвестиционной деятельности;

\mathbf{x}_{n8} – капитальные вложения по видам (доз, голов, скотомест);

x_{n12} – капитальные затраты, тыс. руб.;

n – номер года инвестиционного периода.

Согласование инвестиционной программы организации с антикризисными мероприятиями достигаются включением в модель ограничения по финансированию мероприятий антикризисной программы (2):

$$\mathbf{f}(\overrightarrow{\mathbf{p}\mathbf{x}_{n8}}) \leq \mathbf{i}\mathbf{x}_{n9}, \quad (2)$$

где \mathbf{f} – вектор коэффициентов, установленных правительством региона для финансирования отдельных мероприятий антикризисной программы;

\mathbf{p} – стоимость приобретаемого ресурса, тыс. руб.;

\mathbf{i} – единичный вектор;

\mathbf{x}_{n9} – государственная поддержка на приобретение и реконструкцию, тыс. руб.

Матрица технико-экономических коэффициентов постинвестиционного периода состоит только из блока производства, в который входят производственные ресурсы и ассортимент продукции, на которые будет направлена деятельность организации.

Целевой функцией математической модели является максимум чистой текущей стоимости (тыс. руб.)

$$\max c_1 x_{n11} - c_0 x_{n10} - c_0 x_{n12} + c_3 x_{m11} - c_2 x_{m10}, \quad (3)$$

$$c_0 = \sum_{t=0}^{n-1} (1 + r / 100)^t, \quad (4)$$

$$c_1 = \sum_{t=1}^n (1 + r / 100)^{-t} \quad (5)$$

$$c_2 = \frac{1}{r / 100} - c_0 + 1 \quad (6)$$

где x_{n11} – выручка от реализации продукции в инвестиционном периоде, тыс. руб.;

x_{n10} – текущие затраты в инвестиционном периоде, тыс. руб.;

x_{n12} – капитальные затраты, тыс. руб.;

x_{m11} – выручка от реализации продукции в постинвестиционном периоде, тыс. руб.;

x_{10} – текущие затраты в постинвестиционном периоде, тыс. руб.;

r – альтернативная стоимость капитала;

m – признак постинвестиционного периода.

Результаты моделирования позволяют выбрать не только наилучшее сочетание мероприятий, направленных на предотвращение кризисных последствий в молочном скотоводстве, но и выявить недоиспользованные ресурсы.

Предложенная методика была апробирована на двух сельскохозяйственных организациях, расположенных в Вяземском районе Смоленской области: Сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК) «Некрасовский» и Акционерное общество сельскохозяйственное предприятие (АО СП) «Шуйское» [15]. Для обоснования целесообразности предлагаемых антикризисных мероприятий были рассмотрены следующие сценарии: без проектов; одновременное выполнение проектов по реконструкции ферм, закупке семени племенных быков-производителей и племенного скота; выполнение проекта только по реконструкции фермы; выполнение проекта только по покупке племенного скота.

Анализ, проведенный в [15], доказывает, что совместная реализация проектов в растениеводстве и животноводстве в обоих хозяйствах является наиболее выгодным решением, так как в случае реализации отдельных мероприятий остаются неиспользованными ресурсы и снижается эффективность в молочном скотоводстве.

В 2020 году АО СП «Шуйское» закупило 32 головы племенных животных, а СПК «Некрасовский» – 57 голов. Также в 2021 году в хозяйствах начали реконструкцию животноводческих помещений.

За время реализации антикризисных мероприятий рентабельность в исследуемых организациях должна возрасти в среднем на 25 %.

В результате оптимизации традиционных видов деятельности происходит высвобождение земельных и трудовых ресурсов. Для того чтобы решить возникающие проблемы, были рассмотрены проекты по созданию крестьянско-фермерского хозяйства и возделыванию рентабельных культур на высвободившейся пашне (например, картофеля). Результаты моделирования свидетельствуют о целесообразности разработки данных проектов: рентабельность производства сельскохозяйственной продукции в создаваемом фермерском хозяйстве составит 22 %, а рентабельность картофеля – 81 %. Так как в районе ожидается и дальнейшее высвобождение ресурсов в связи с автоматизацией и интенсификацией производства, то подобные проекты

могут оказаться востребованными.

Для выявления резервов повышения экономической эффективности деятельности интеграционных формирований нами в рамках работы [86] была поставлена и решена проблема обоснования их создания и проектирования их структуры.

Разработку непрерывных прогнозов деятельности агрохолдинга также можно благополучно осуществить посредством применения элементов системного экономико-математического моделирования, позволяющего прогнозировать поведение сложных систем, изучать влияние управляющих воздействий на функционирование системы, проектировать различные структуры систем и оптимизировать их параметры на основе системы моделей, взаимосвязанных между собой информационно, логически и алгоритмически.

В [85] представлены и описаны схема информационных потоков и система моделей непрерывного прогнозирования сельскохозяйственного производства в ООО «Агрохолдинг «Дмитровские овощи» Дмитровского района Московской области.

В [85] в данной системе сформированы три основных блока:

- входной поток информации;
- комплекс оптимизационных моделей;
- выходной поток информации.

Роль и назначение каждого из блоков и их взаимосвязи подробно изложены в [8].

В [86] в качестве инструмента для реализации непрерывного прогнозирования развития сельскохозяйственного производства в агрохолдинге был спроектирован комплекс экономико-математических моделей. Как описано в [85] и в [86], он состоит из моделей оптимизации производственной структуры каждой отдельной организации [31], входящей в состав интеграционного формирования, и двухэтапной стохастической модели оптимизации годовой производственной программы агрохолдинга в целом, которая является координирующей при согласовании развития отраслей в каждой отдельной организации на плановый период.

Повышение уровня адекватности моделей оптимизации производственной структуры реальным условиям сельскохозяйственного производства предполагает использование стохастической постановки задачи [61]. В условиях погодных и ценовых рисков особенно

важно спроектировать годовую производственную программу, которая обеспечивала бы устойчивый результат при различных исходах реализации случайных условий. При этом важно соблюсти все условия и требования производства, минимизируя затраты материальных, денежных и трудовых ресурсов.

Постановка экономико-математических моделей, входящих в комплекс, и их математическая запись подробно представлены в [86].

Суть предложенного методического подхода к обоснованию экономической эффективности создания интеграционного формирования состоит в анализе оптимальных решений разработанных экономико-математических моделей. «При сравнении ситуаций «с интеграцией» и «без интеграции» установлен и оценен синергический эффект, который возникает при создании единого интеграционного формирования путем объединения сельскохозяйственных организаций. В ходе исследования были определены факторы, оказывающие положительное влияние на рост показателей экономической эффективности деятельности интеграционных формирований» [85].

Во-первых, это возможность переработки произведенной продукции. При объединении в единое интеграционное формирование сельскохозяйственные организации получают возможность самостоятельно перерабатывать произведенную продукцию, в результате чего она становится более рентабельной, и ее реализация приводит к увеличению стоимости товарной продукции агрохолдинга.

Во-вторых, это расширение каналов сбыта продукции. Переработка собственной произведенной продукции обеспечивает условия для расширения ассортиментного ряда и, как следствие, приводит к расширению каналов сбыта продукции [85].

Следующим выявленным фактором повышения экономической эффективности интеграционного формирования является улучшение условий для ведения расширенного воспроизводства [85]. В результате объединения сельскохозяйственных организаций происходит консолидация их активов, стоимость основных активов увеличивается. В составе интеграционного формирования у организаций возникают дополнительные возможности для проведения реконструкции или приобретения основных фондов, использования современных технологий и оборудования, осуществления инвестиционных проектов.

Повышение экономической эффективности интеграционных формирований также во многом обеспечивается за счет уменьшения транзакционных издержек. Это еще один фактор [85]. Сумма прибылей отдельных сельскохозяйственных организаций в ситуации «без интеграции» меньше прибыли агрохолдинга, в состав которого входят данные организации при ситуации «с интеграцией».

Уменьшение транзакционных издержек приводит к тому, что в интеграционном формировании удастся достичь снижения себестоимости продукции. Таким образом, данное обстоятельство является еще одним фактором повышения экономической эффективности функционирования интеграционных формирований [85].

Рассматривая проблему обоснования повышения экономической эффективности интеграционных формирования, конечно, также важно затрагивать вопрос о создании условий, при которых данный эффект может быть реально достижимым. «Помимо наличия финансовых и других ресурсов необходимо обеспечить заинтересованность в интеграции каждого из ее участников. Интеграция будет выгодна тогда, когда она будет повышать или хотя бы не ухудшать экономическую эффективность каждого из участников по сравнению с другими вариантами поведения» [85]. Такую проверку можно осуществить путем сопоставления показателей экономической эффективности сельскохозяйственных организаций – участников интеграционного формирования, рассчитанных по результатам экономико-математических моделей.

По рассматриваемым сельскохозяйственным организациям такое сравнение показало, что показатели экономической эффективности их функционирования по оптимальному решению экономико-математической модели оптимизации годовой производственной программы агрохолдинга выше, чем показатели экономической эффективности, которые организации достигают в ситуации при отказе от интеграции [85]. Данный факт подтверждает наличие заинтересованности в создании интеграционного формирования всех его участников.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

Предложенный системный подход к проектированию и обоснованию антикризисных мероприятий позволяет не только выбрать наилучшее сочетание антикризисных мероприятий, но и решить

проблему использования высвобождающегося ресурсного потенциала. Опираясь на данный подход, можно также решить проблему проектирования интеграционных формирований в АПК с целью выявления резервов повышения экономической эффективности их деятельности.

Применение экономико-математических моделей долгосрочного планирования позволяет достаточно точно отразить реально протекающие процессы и определить основные параметры производства сельскохозяйственной продукции.

Благодаря совокупности разработанных мероприятий сельскохозяйственные предприятия Смоленской области могут реально выйти из кризисной ситуации.

Данная методика была использована в производственно-экономической деятельности СПК «Некрасовский» и АО СП «Шуйское», расположенных в Вяземском районе Смоленской области. Сельскохозяйственными организациями были одобрены предложенные проекты. Реализация проектов осуществляется в соответствии с оптимальным планом.

Представленные модели можно использовать в хозяйствах молочной направленности различных форм собственности, а также администрацией районов при построении планов развития отрасли и мер государственной поддержки.

Предложенный методический подход к обоснованию экономической эффективности создания интеграционного формирования в АПК позволяет выявить и оценить возникающий эффект взаимодействия участников интеграции с использованием модели будущего интеграционного формирования.

В результате исследований и анализа полученных оптимальных решений экономико-математических моделей были выявлены и сформулированы факторы, влияющие на повышение экономической эффективности деятельности интеграционных формирований. Также была проведена проверка заинтересованности участников в создании интеграционного формирования.

Комплексную методику выхода сельскохозяйственных организаций из кризисной ситуации и повышения экономической эффективности их деятельности можно применить в научных исследованиях, а также в образовательном процессе.

3.2. Вычислительные методы, основанные на алгоритмах нечеткого управления оперативного контроля в интеллектуальном производстве

Функционирование больших и сложных технических систем требует соблюдения демаркационной линии между функциональным (заявленным) и структурным аппаратом исследуемой или разрабатываемой системы, соотношение их соединений и степени управляемости для различных конфигураций.

В теории систем структурная избыточность, определяемая как R (формула 7), действует как скаляр параметр, отражающий превышение общего количества подключений над минимальным количеством соединения, которые необходимы для технической системы:

$$R = \frac{1}{2} \left[\sum_{i=1}^n * \sum_{j=1}^n a_{ij}^k \right] \frac{1}{n-1} - 1 \quad (7)$$

Данная особенность используется для косвенной оценки эффективности и надежности вычислительных систем [33, 139].

Для структур с максимальной избыточностью, имеющих структуру «полного графа» $R \geq 0$; для систем с минимальной избыточностью $R = 0$; для несвязанных систем $R \leq 0$.

Когда есть структурная избыточность, система имеет большой риск отказа, и ее поведение сложнее прогнозировать. А в сочетании с неизбежным возникновением функциональной избыточности, это приводит к нерациональному использованию ресурсов в процессе работы, снижению КПД, так как часть функционала системы просто не используется (рисунок 41).

Однако на практике указанная выше мера определения избыточности есть только при проектировании. Чего нельзя сказать об уже существующих сложных системах, где невозможно просто взять и устранить тот или иной узел, цепочку, при работе автоматизированной системы управления или мехатронного комплекса (привод, манипулятор и другое конечное устройство).

Замкнутый контур цеха представляет собой герметичный изолированный объект, модель которого определяется как ортогональная система объемом 4000 м³.

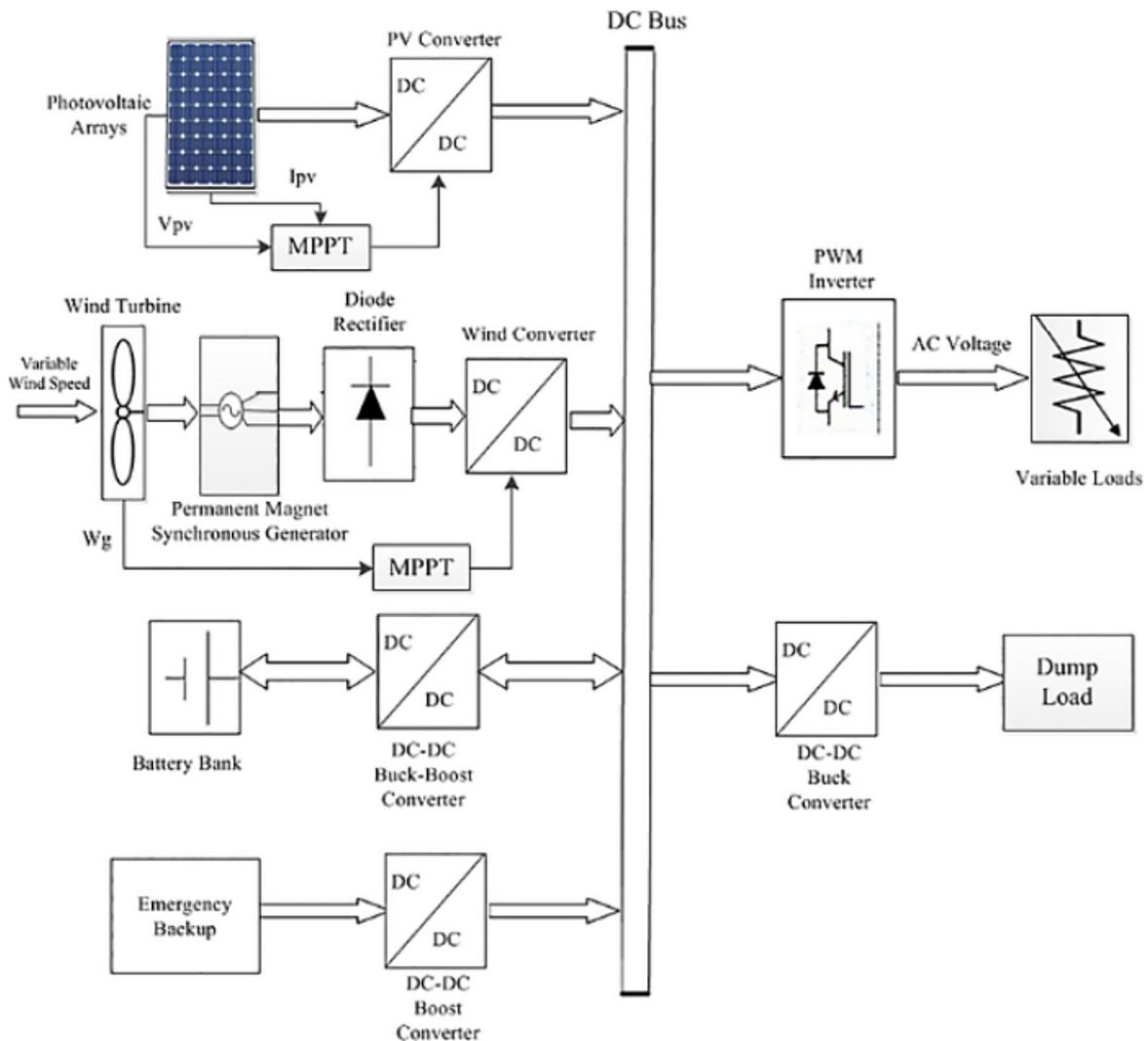


Рисунок 41 – Аппаратная часть анализируемой системы

В данном исследовании поставлена цель определить и формализовать метод оперативного контроля и идентификации систем управления в интеллектуальных промышленных системах путем решения комплекса задач по устранению информационной энтропии от структурной избыточности для объекта анализа.

Под реализацией подсистемы оперативного управления понимается способ создания алгоритма отслеживания поведения функциональной группы признаков системы с приведением к основе формальной модели [145].

В качестве приобретения для подсистемы оперативного контроля функции идентификации контроля систем мы имеем в виду метод или алгоритм обнаружения структурной избыточности в контексте фактора анализа.

Для решения задачи был применен формальный метод. Этот метод сочетает в себе сложную линеаризацию для заданной нелинейной системы управления с линейной функцией обеспечения оптимального алгоритма управления реакции системы на зарегистрированный характер событий, привлекающих внимание. Система жизнеобеспечения и контроля температуры цеха промышленного здания как нелинейная система с учетом наличия автоматизированной системы управления холодильником.

Целью данного исследования является создание математической модели обеспечения постоянной времени переходного процесса. Другими словами, процесс реализации связи между моментами временных характеристик в динамике изменений этих явлений и процессов (в силу специфики существования динамической системы) [128].

Подсистема оперативного управления реализована с использованием аппарата нечеткого моделирования, в частности, на основе нечеткого регулятора (рисунок 42).

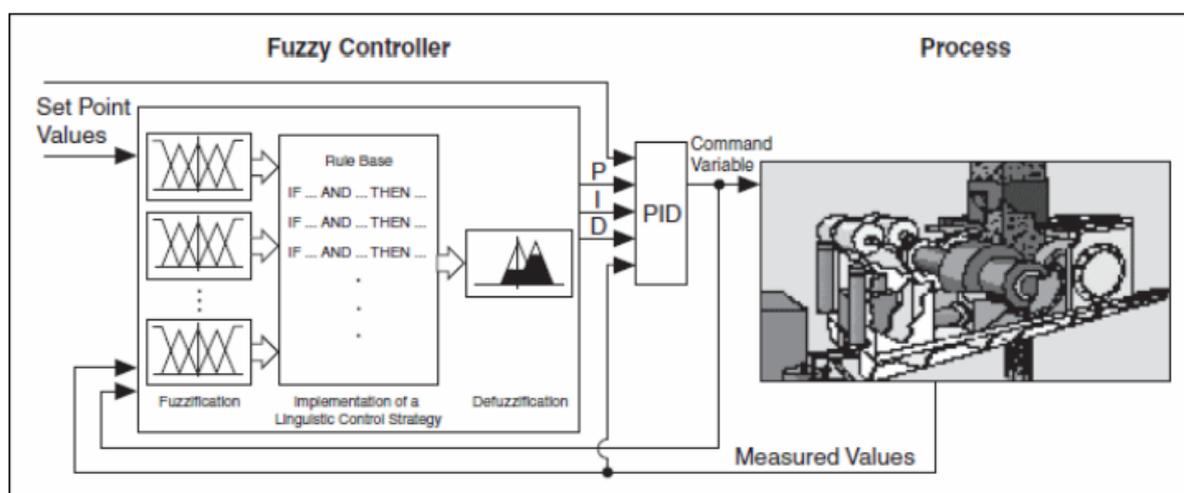


Рисунок 42 – Блок-схема использования нечеткого регулятора в составе ПИД-регулятора системы климат-контроля системы замкнутого цикла

Конфигуратор нечеткого регулятора основан на изучении трех важных значений обозначенного контура: температура контура в единицу времени (температура стенок холодильника T1, стенок контура T2, температура воздуха в контуре T3).

Применяется метод линеаризации путем определения весовых коэффициентов мгновенных температур в виде однородной системы линейным уравнением третьего порядка:

$$\begin{cases} \dot{x} = a_{11} * x + a_{12} * y + a_{13} * z \\ \dot{y} = a_{21} * x + a_{22} * y + a_{23} * z \\ \dot{z} = a_{31} * x + a_{32} * y + a_{33} * z \end{cases} \quad (8)$$

где $x(t), y(t), z(t)$ — искомые функции на интервале (a, b) ;

a_{ij} (i, j — действительные числа из диапазона значений температуры, принимаемых системой датчиков (точность до сотых долей градуса Цельсия), в виде значений лингвистических мер температурного фона (пять уровней: равных сильнейшему по шкале от 1 до 9) [139].

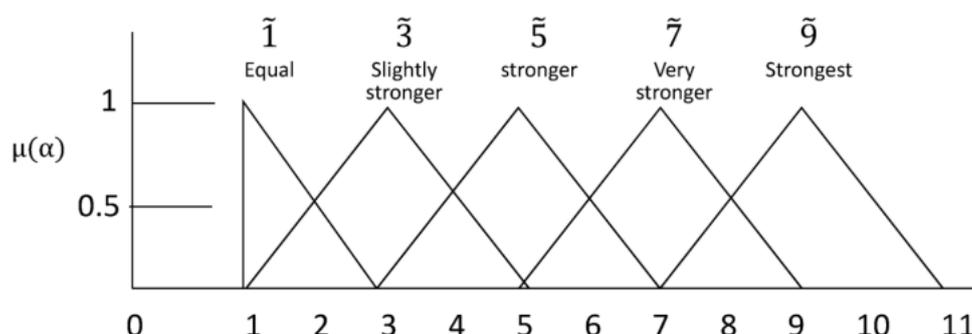


Рисунок 43 – Модель нечеткой грануляции диапазона температур для 10-битного аналого-цифрового преобразователя датчика температуры

Решение задачи путем составления характеристического уравнения типа (формула 3), после очевидных итераций получаем общее решение (формула 4), которое для удобства представляется в виде системы уравнений (формула 5).

$$[A - \Lambda E] = \begin{vmatrix} a_{11} - \Lambda & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} - \Lambda & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} - \Lambda \end{vmatrix} = 0, E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (9)$$

$$\vec{X} = C_1 \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} e^t + C_2 \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix} e^{-t} + C_3 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} e^{2t} \quad (10)$$

$$\begin{cases} x = -C_1 e^t - C_2 e^{-t} \\ y = C_1 e^t + C_2 e^{-t} + C_3 e^{2t} \\ z = C_1 e^t + 2C_2 e^{-t} + C_3 e^{2t} \end{cases} \quad (11)$$

Целевые значения для уравнений x , y , z должны быть расширены. Для удобства система ограничения в канонической форме задачи обозначается как нечеткая матрица с коэффициентами Cx , задающий нечеткие логические правила в табличной форме (по вероятностному критерию).

Обычно принимают две переменные в качестве входных данных, четко отображая их в двумерную матрицу [49, 62].

Для ускорения поиска решения, избегая перечисления «бесперспективных» вариантов, могут использоваться два вида оценки в программном исчислении: нижние оценки значений целевой функции на подмножество допустимых решений и верхние оценки оптимального значения целевой функции.

Причем реализация этого решения продемонстрирована на уровне чтения сигнала датчика температуры, расположенного на аналоговом контакте А0, на любой из указанных групп параметры Т1...Т3 (ниже приведен фрагмент программного кода на С++ для подсистемы оперативного учета входных значений) (рисунок 44).

Реализовав процесс приведения введенных значений к виду нечеткой матрицы (определив стадию фаззификации) для контрольной группы значений температуры, разработанную для системы оперативного управления будет применяться аппарат нечетких правил регулирования.

Конечная цель внедрения нечеткого контроля – обеспечить постоянство измерений для всех типов датчиков (Т1...Т3) и обработка в режиме реального времени на основе сопутствующего анализа для выявления истинности всей группы событий (правила формализованы эмпирически).

```

A_0=analogRead(A0);
for(int i=0;i<=8;i++){
if (tuning_RW[i]!='1'){continue;};
if (d_val[i] != d_val_old[i])
{
if (d_val[i]) {outputM[i]='1';}else{outputM[i]='0';};
send_cito++;
d_val_old[i]=d_val[i];
if (tuningSIGN[i]!='!'){digitalWrite(d_name[i], d_val[i]);}else {digitalWrite(d_name[i],
!d_val[i]);};
};
}; // end for
for(int i=0;i<=8;i++){
if (tuning_RW[i]=='1'){continue;};
d_val[i]=digitalRead (d_name[i]);
if (d_val[i] != d_val_old[i])
{
if (tuningNOW[i] != '!'){send_cito++;}; // быстро меняющиеся варианты не отправляются путем изменения
d_val_old[i]=d_val[i];
};
}; // end for
for(int i=0;i<=4;i++){
if (s_val[i] != s_val_old[i])
{
if (tuningNOW[i+9] != '!'){send_cito++;}; // быстро меняющиеся варианты не отправляются путем изменени
s_val_old[i]=s_val[i];
};
};

```

Рисунок 44 – Фрагмент программного кода для подсистемы оперативного учета входных значений

Оптимальными температурами для работающей системы охлаждения являются уровни, соответствующие 1–3 для нечеткой модели грануляции для T1...T3.

ПРАВИЛО <1>: антецедент - "температура T1 в пределах "1 из 9" позиции ИЛИ" температура T1 в пределах положение «2 из 9» ИЛИ «температура T1 в положении «3 из 9»; степень достоверности антецедент $C_{\min} \{0,75; 1,00\} = 0,99$.

ПРАВИЛО <2>: антецедент - "температура T2 в пределах "1 из 9" позиции ИЛИ" температура T2 в пределах положение «2 из 9» ИЛИ «температура T2 в положении «3 из 9»; степень достоверности антецедент $C_{\min} \{0,75; 1,00\} = 0,99$.

ПРАВИЛО <3>: антецедент - "температура T3 в пределах "1 из 9" позиции ИЛИ" температура T3 в пределах положение «2 из 9» ИЛИ «температура T3 в положении «3 из 9»; степень достоверности антецедент $C_{\min} \{0,75; 1,00\} = 0,99$.

Для всех остальных вариантов необходимо разработать аппарат нечетких правил с убывающим коэффициентом:

ПРАВИЛО <4>: антецедент - "температура T1 в пределах "4 из 9" позиции ИЛИ" температура T1 в пределах позиция «5 из 9» ИЛИ «температура T1 в позиции «6 из 9»; степень достоверности антецедент $C_{\min} \{0,49; 1,00\} = 0,50$.

Для правил 5 и 6 то же, что и для правила <4>.

До 0,01 для значений всех групп Т1-Т3 при значениях датчиков, взятых в диапазон 9-го уровня нечеткой модели.

Определение характера применения вероятностных правил (количество которых определяется как n), конкретная проблема структурной избыточности для диапазона определенных значений, поскольку целевая функция поведения по уровню температуры в целом может быть решена для дискретного интервала времени по формуле 1 или в обобщенном виде по формуле

$$e^2 = \sum_{i=1}^n g_i^2 - \frac{4m^2}{n} \quad (12)$$

где n – количество узлов;

g_i – степень i -го узла;

m – количество ребер графа.

Как уже упоминалось в начале пункта, этот индикатор имеет недоиспользование возможностей структуры в достижении максимальной связанности и позволяет выявить систему с точки зрения целостного представления о ее структуре, определяющей избыточное или недостаточное количество связей между его узлами и цепями.

В программной форме поиск данного решения может быть выражен вызовом функции `StructuralRedundancy`, определяющую структурную избыточность нечетких данных (рисунок 45).

При анализе сильно коррелированные переменные объединяются в одну функционально нормальную группу, результат которого дисперсия вероятностей тех или иных событий перераспределяется между составляющими и матричной структуры, удобной для обработки и последующего анализа в рамках получается фазификация. При агрегации существует определенное соотношение компонентов: внутри каждый фактор, обработанный путем разработки нечеткого правила, будет иметь более высокое значение по сравнению с корреляцией компонентов других факторов.

Эта процедура также позволяет выделить скрытые переменные, что особенно важно при анализе восприятия и ценности. Однако необходимо разработать эту категориальную единицу как критерий выявления новых свойств объекта исследования. Это важно, поскольку, например, анализируя оценки, полученные по нескольким

шкалам, исследователь замечает, что они похожи друг на друга и имеют высокий коэффициент корреляции, можно предположить наличие скрытой переменной, которая может объяснить наблюдаемое сходство экспертных оценок систем и человека.

```
public void structuralRedundancy(int n, int countE,
int[,] A, out double R, out double e2)
{
R = 0;
for (int i = 0; i < n; i++)
for (int j = 0; j < n; j++)
R += A[i, j];
R = R * 0.5 / (double)(n - 1) - 1;
e2 = 0;
for (int i = 0; i < n; i++)
{
int degreeV = 0;
for (int j = 0; j < n; j++)
degreeV += A[i, j];
e2 += degreeV * degreeV;
}
e2 -= 4 * countE * countE / (double)n;
}
```

Рисунок 45 – Функция StructuralRedundancy, определяющую структурную избыточность нечетких данных

Исследована и продемонстрирована система контроля температуры для промышленного здания путем реализации программно-аппаратного продукта, реализующего:

- декомпозицию функционально близких параметров технологического процесса (например, разделение групп значений температуры);
- линеаризация характеристик признаков в виде линейной системы уравнений;
- фаззификация;
- реализована формализация правил формирования нечетких правил для осуществление оперативного управления процессом по точкам (группы Т1-Т3).

В конечном итоге данные действия позволили реализовать проверку структурной избыточности системы управления технологическими процессами через анализ antecedentных данных как новый

метод предиктивной аналитики позволяющий разрабатывать управляющие воздействия и модифицировать системы регулирования температуры на основе расчетных значений структурной и топологической избыточности для конечной выборки значений в интересующий интервал времени [131].

Разработанный комплексный метод позволяет упростить существующую парадигму организации оперативного управления для системы с функциональной однородностью и структурной неопределенностью (неясно достаточно ли существующих соединений и элементов) и идентифицировать соединения через расчет параметров из теории групп и теории систем.

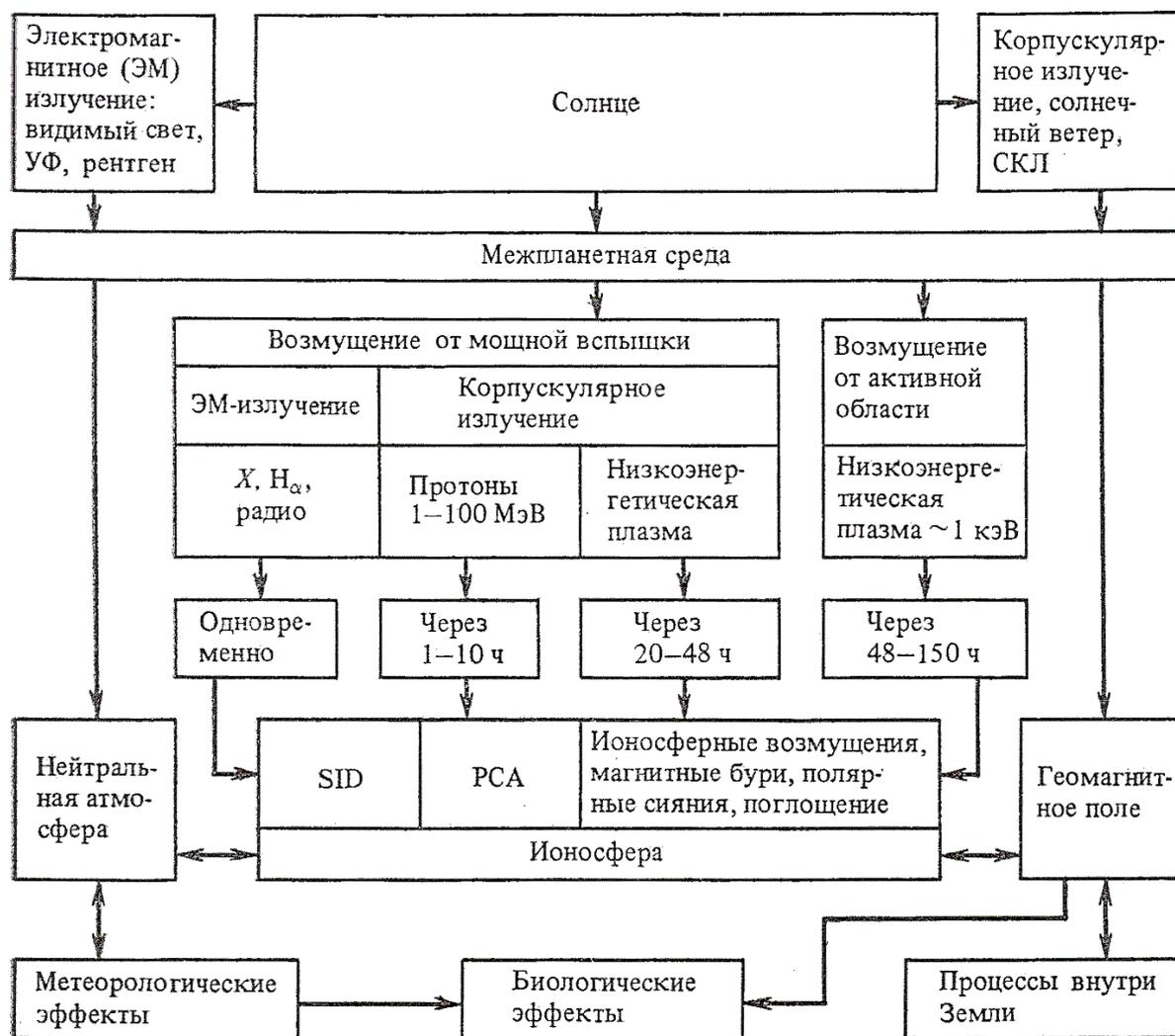
3.3. Экспериментальные исследования космической погоды методом наземного наклонного радиозондирования

Представлены некоторые результаты исследования космической погоды по данным наклонного радиозондирования трех среднеширотных ионосферных радиолиний: выявленные эмпирические модели многолучевости распространения коротких волн, статистика вариаций межмодовых задержек для наиболее вероятных моделей, и корреляция межмодовых задержек с индексами солнечной и магнитной активности.

Космической погодой называют совокупность явлений, происходящих в верхних слоях земной атмосферы: в ионосфере и околоземном космическом пространстве [18, 140]. Иногда говорят об ионосферно-космической погоде [140]. В строгом смысле к космической погоде относится динамическая часть солнечно-земных связей, механизмы которых представлены на рисунке 46 [18, 36].

Отметим, что воздействие космической погоды на биологические объекты и системы пока еще совершенно недостаточно изучено. Наиболее очевидно воздействие космической погоды на такие технические системы, как системы радиосвязи, радионавигации, радиолокации [11, 12, 59, 67, 104, 106, 134]. Поэтому существует необходимость в статистическом описании и прогнозе космической погоды, чтобы имелась возможность делать оценки в случае отсутствия прямых измерений, а также для понимания происходящих глобальных изменений [35].

Кроме солнечного воздействия на ионосферу, имеет место влияние и более далекого космоса: например, в некоторых частях ДКМ диапазона при определенных условиях, преобладающим видом помех могут быть галактические [67, 125] (при отсутствии индустриальных и стационарных помех).



SID — внезапные ионосферные возмущения, PCA — поглощение типа полярной шапки, СКЛ — солнечные космические лучи, УФ — ультрафиолет

Рисунок 46 – Обобщенная схема солнечно-земных связей

Методы исследования и диагностики ионосферы делятся на дистанционные и контактные, при этом оперативную диагностику способны обеспечить только дистанционные. Из методов дистанционного зондирования в данной работе рассматриваются методы наземного радиозондирования. Радиозондирование можно осуществлять

как с Земли (передатчики и приемники – на Земле), так и со спутников (передатчики и приемники – на спутниках), возможны и смешанные схемы, существует также трансионосферное спутниковое зондирование.

В данной работе будет рассматриваться только наземное радиозондирование, и только коротковолновыми (КВ) радиосигналами. Из методов наземного радиозондирования наибольший интерес представляют вертикальное, наклонное, и возвратно-наклонное зондирование ионосферы (соответственно ВЗИ, НЗИ, ВНЗИ). По ряду причин [104], наиболее перспективным является выбор сигнала с линейно-частотной модуляцией (ЛЧМ) в качестве зондирующего, основные из причин – энергетический выигрыш и возможность диагностики сигналами малой мощности (единицы Ватт).

С точки зрения методической организации эксперимента и обработки принятого сигнала существует два метода: фильтровой и корреляционный. Фильтровой метод диагностики осуществляется с помощью фильтра, согласованного ЛЧМ сигналу.

Корреляционный метод диагностики осуществляется с помощью перемножения входного и гетеродинного ЛЧМ сигналов радиоприемного устройства (РПУ) с последующим интегрированием узкополосными фильтрами анализатора спектра.

Фильтровой метод используется радиолюбителями в системах, построенных на базе стандартных РПУ и популярной программе «ChirpView».

Корреляционный метод используется в профессиональных современных ЛЧМ ионозондах. Каждый из этих методов ЛЧМ диагностики радиоканалов и радиолиний имеет преимущества и недостатки.

К основным преимуществам фильтрового метода относятся: отсутствие необходимости во временной синхронизации; возможен одновременный прием нескольких ЛЧМ передатчиков без перестройки технических средств; возможен выбор «чистого» (свободного от помех) радиоканала для диагностики радиолинии.

К недостаткам фильтрового метода относятся: малая база сигнала (база сигнала – произведение эффективного значения длительности сигнала и эффективного значения ширины его спектра); низкая разрешающая способность по времени группового запаздывания; диагностируется только один радиоканал из всего ДКМ диапазона.

К основным преимуществам корреляционного метода относятся: большая база сигнала; высокая разрешающая способность по времени группового запаздывания; возможность изменения параметров диагностируемого ЛЧМ сигнала в процессе обработки принимаемого сигнала; диагностика всех радиоканалов ДКМ диапазона на заданной радиолинии.

К недостаткам этого метода относятся: необходимость временной синхронизации приемной и передающей частей ионозонда; время диагностики (в среднем 5 минут на сеанс).

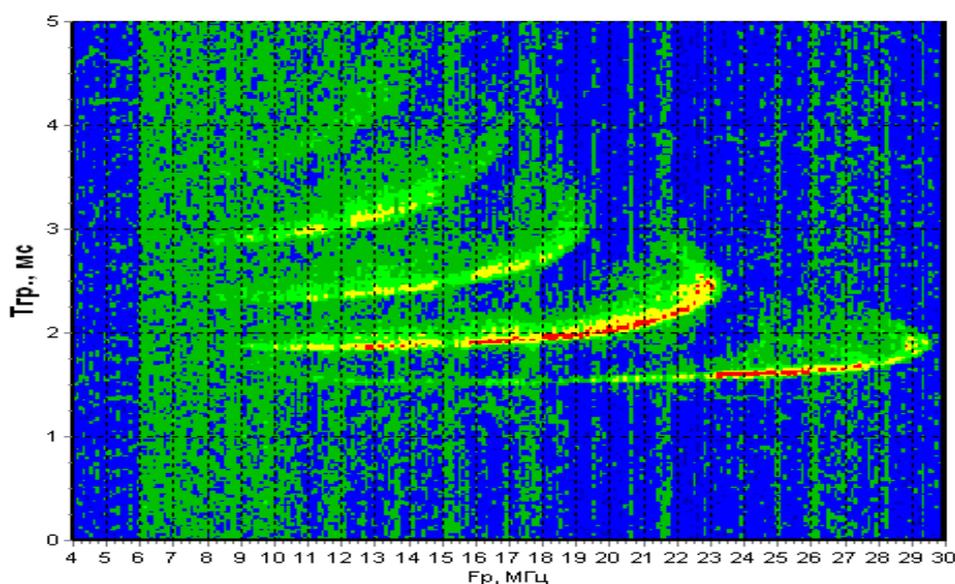


Рисунок 47 – Пример ионограммы наклонного наземного радиозондирования ионосферы

Далее в данной работе будем рассматривать только результаты НЗИ ЛЧМ сигналами, с непрерывным излучением и корреляционной обработкой. При НЗИ передатчик излучает непрерывный ЛЧМ сигнал (т. е. как следствие частота линейно зависит от времени) во всем КВ диапазоне (обычно от 2 до 30 МГц). Сигнал распространяется в ионосфере и поступает на вход приемника. При наклонном зондировании расстояние между приемником и передатчиком обычно составляет от нескольких сотен до нескольких тысяч километров, поэтому время распространения меняется от единиц до десятков миллисекунд. Корреляционная обработка принятого сигнала методом сжатия в частотной области состоит в умножении его на сигнал гетеродина

приемника, комплексно-сопряженный излучаемому сигналу; после чего происходит прохождение сигнала через фильтр нижних частот, оцифровка «разностного сигнала» (термин получается вследствие перемножения на сигнал гетеродина), и спектральный анализ. Из-за частотной дисперсии среды волны разной частоты после прохождения через ионосферу имеют разные коэффициенты отражения и время фазового запаздывания. Результатом работы наклонного ионозонда является ионограмма, характеризующая зависимости времени группового запаздывания и амплитуды каждой моды распространения от частоты излучения (рисунок 47).

Разработанные при непосредственном участии автора программно-аппаратные комплексы радиозондирования ионосферы позволяют осуществлять измерения в режимах НЗИ, ВЗИ и панорамного измерения помех КВ диапазона, при этом разработанное автором программное обеспечение (ПО) аппаратно-программных комплексов позволяет не только управлять процессом измерений и регистрации данных, но и извлекать из сохраненных данных самую различную информацию [20, 50–58, 118, 119, 121, 122, 124, 125, 146].

Рассмотрим состав одного из вариантов исполнения комплекса диагностики ионосферы и ионосферных радиолиний [20, 122, 125]. Общая структурная схема комплекса представлена на рисунке 48. Он состоит из трех взаимосвязанных частей: радиоприемного комплекса (РПК), радиопередающего комплекса (РПДК) и ПЭВМ управления и обработки.

РПДК используется в режиме передачи диагностирующего сигнала и служит для формирования диагностирующего непрерывного ЛЧМ сигнала, его усилению по мощности и излучения в пространство. В состав РПДК входят:

- синтезатор непрерывного ЛЧМ сигнала;
- широкополосный усилитель мощности (ШУМ);
- согласующее устройство (СУ);
- передающая антенна.

РПК используется в приемном режиме, и служит для приема, корреляционной обработки, и демодуляции диагностирующего сигнала.

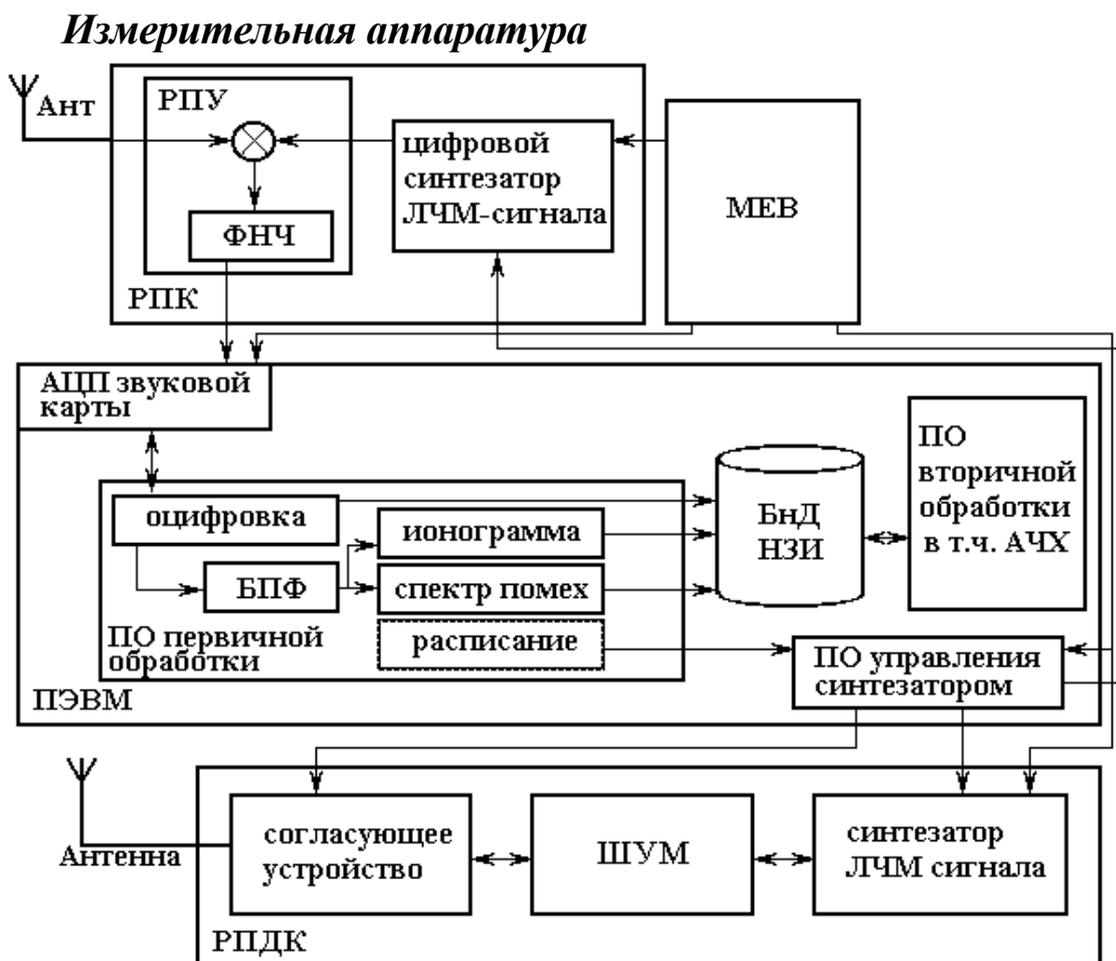


Рисунок 48 – Аппаратура комплекса диагностики ионосферы

В состав РПК входят:

- синтезатор непрерывного ЛЧМ сигнала;
- радиоприемное устройство (РПУ);
- приемная антенна.

ПЭВМ управляет работой всех технических средств комплекса диагностики в режимах приема и передачи диагностирующего сигнала, а также обрабатывает результаты диагностики радиолиний. В ПЭВМ установлено ПО управления синтезатором ЛЧМ сигнала РПК и РПДК, построения ионограмм, их обработки и занесения в банк данных (БД); ПО вторичной обработки. В ПЭВМ находится также модуль единого времени (МЭВ), являющийся источником точного времени.

Кроме того, в состав диагностирующего комплекса входит опорный генератор, формирующий высокостабильный опорный

сигнал заданной частоты. Этот сигнал используется для формирования когерентных ЛЧМ сигналов. Также этот сигнал поступает в МЕВ для формирования импульса запуска аппаратуры в режиме диагностики и тактовых последовательностей управления электронными часами.

В данном исследовании были использованы данные НЗИ на трех радиотрассах:

- Хабаровск – Йошкар-Ола;
- Великобритания – Йошкар-Ола;
- Кипр – Йошкар-Ола.

Координаты приемного и передающих пунктов приведены в таблице 3; длина трасс и диапазон излучаемых частот – в таблице 4; далее в тексте будем называть трассы по их номеру. Все три трассы относятся к среднеширотным, однако имеют разную географическую ориентацию: восток-запад, запад-восток и юг-север для трасс 2-1, 3-1, 4-1 соответственно. Трассы покрывают различные часовые пояса.

Таблица 3 – Координаты приемного и передающих пунктов

Номер пункта	Название пункта	Широта	Долгота
1	Йошкар-Ола	056.6 сев. ш.	047.8 вост. д.
2	Хабаровск (пос. Вяземский)	047.5 сев. ш.	134.7 вост. д.
3	Великобритания (Inskip)	054.0 сев. ш.	003.0 зап. д.
4	Кипр	035.0 сев. ш.	034.0 вост. д.

Таблица 4 – Длина трасс и диапазон излучаемых частот

Номер трассы	Пункты передачи –приема	Длина трассы, км	Начальная – конечная частоты излучения, МГц
2-1	Хабаровск – Йошкар-Ола	5700	4...30
3-1	Великобритания – Йошкар-Ола	3100	4.2...30 (32)
4-1	Кипр – Йошкар-Ола	2600	5...30 (32)

На трассе 2-1 вследствие ее протяженности отсутствует прохождение односкачковых мод (в отличие от трасс 3-1, 4-1). Широта приемного пункта 1 близка к широте передающего пункта 3, а долгота приемного пункта 1 близка к долготе передающего пункта 4, так

что трассы 3-1 и 4-1 образуют угол, близкий к прямому. Все это обуславливает разные условия прохождения радиоволн на радиотрассах 2-1, 3-1, 4-1.

Скорость перестройки частоты зондирующего ЛЧМ-сигнала для всех трасс была равна 100 кГц/с. Верхний частотный предел диапазона зондирования (таблица 4) на трассах 3-1, 4-1 в экспериментах конца 2002 – 2003 гг. был равен 32 МГц, в других – 30 МГц. Тип приемной антенны в пункте 1 – широкополосный горизонтальный диполь; тип передающей антенны в пункте 2 – горизонтальный ромб, а в пунктах 3 и 4 – антенны типа ЛПА. Выборка ионограмм охватывает все сезоны года; ионограммы снимались, как правило, круглосуточно с периодом 15 минут. Всего было обработано около 5560 ионограмм. Обычно оцифрованный сигнал разностной частоты разбивается на элементы длительностью 0,4 секунды с перекрытием 50 %, так, чтобы база элемента составляла $0,4 \cdot 10^5$; а разрешающая способность по задержке равна 25 мкс, разрешающая способность по частоте – 100 кГц. Перед применением процедуры БПФ элементы сигнала умножаются на весовую функцию Хемминга.

В данной работе для увеличения разрешения по рабочей частоте было увеличено перекрытие выборок сигнала разностной частоты, таким образом, разрешение по рабочей частоте составило 20 кГц.

Для систематизации результатов исследования эффектов многолучевого распространения КВ в ионосфере был предложен [106] подход классификации по так называемым эмпирическим моделям многолучевости (ЭММЛ), когда диапазон распространения разбивается на интервалы по числу и типам мод распространения сигнала, а ось частот нормирована относительно максимальной наблюдаемой частоты (МНЧ). Однако в работе [106] не был затронут ряд важных характеристик многолучевости, в том числе из-за ограничений измерительной аппаратуры. Поэтому в работах [125, 51, 52] с целью получения экспериментальных данных о характеристиках многолучевости на КВ-радиолиниях решались задачи выявления моделей многолучевости, установление их частостей; получения данных для наиболее вероятных (частых) моделей многолучевости о частотных границах.

ЭММЛ [125, 52] и получали свои номера по мере увеличения выборки ионограмм. На рисунке 49 показан порядок следования ЭММЛ на «классической» ионограмме (сигнал сильный, для

основных мод КВ радиосигнала наблюдается прохождение и нижних и верхних лучей). Все выявленные ЭММЛ представлены в таблице 5, обозначения мод на рисунках в таблице даны для односкачковых радиолиний. Далее в тексте для краткости также обозначения мод будем приводить для односкачковых радиолиний, подразумевая для двухскачковых соответствие согласно таблице 5, если нет особых оговорок.

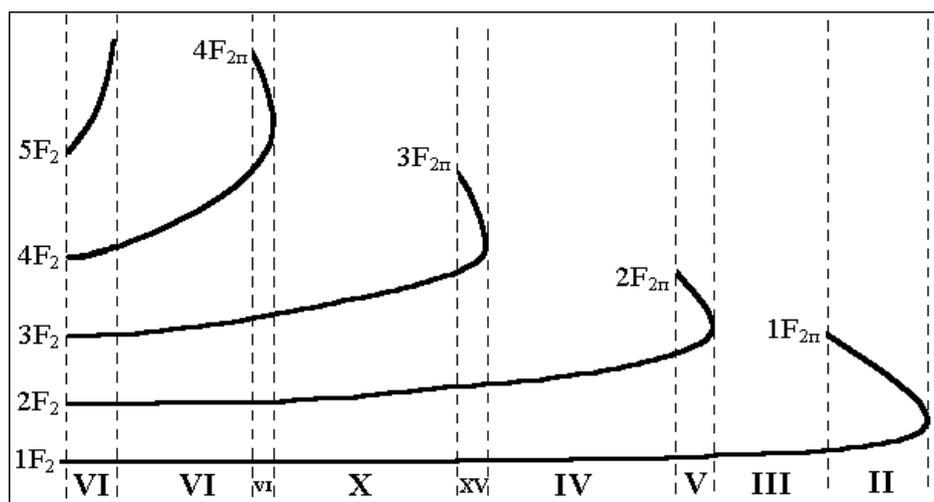


Рисунок 49 – Расположение ЭММЛ на «классической» ионограмме

К ЭММЛ VI были отнесены случаи с любыми сочетаниями мод, если мод три и более, и находящиеся по частоте до X модели. Частота каждого отдельного случая невелика, поэтому они объединены в одну ЭММЛ. Чаще всего в VI модели было 4 или 5 мод. На одной ионограмме могло быть несколько диапазонов многолучевости, отнесенных к VI модели, и отличавшихся числом мод. На рисунке VI модели пунктирными линиями показаны комбинированные моды.

Во всех моделях, кроме VII и VIII, обыкновенный и необыкновенный магнитоионные компоненты луча не разделяются (не разрешаются). Поэтому, например, запись $1F_2$ подразумевает оба магнитоионных компонента O и X.

Для ЭММЛ VII и VIII, образованных в результате магнитоионного расщепления мод $1F_{2п}$ и $2F_2$ соответственно, магнитоионные компоненты луча обозначены нижними индексами: $1F_{2пO}$, $1F_{2пX}$ и $2F_{2O}$, $2F_{2X}$.

Таблица 5 – Выявленные ЭММЛ

М	N	Моды для односкачковых	Моды для двухскачковых	Расположение (схематично) треков мод на ионограмме НЗИ
I	1	1E (1Es)	2E (2Es)	
II	2	1F ₂ , 1F _{2π}	2F ₂ , 2F _{2π}	
III	1	1F ₂	2F ₂	
IV	2	1F ₂ , 2F ₂	2F ₂ , 3F ₂	
V	3	1F ₂ , 2F ₂ , 2F _{2π}	2F ₂ , 3F ₂ , 3F _{2π}	
VI	3-8	1F ₂ , 2F ₂ , 3F ₂ , 4F ₂ , 4F _{2π} , 1E, и др.	2F ₂ , 3F ₂ , 4F ₂ , 5F ₂ , 5F _{2π} , 2E, и др.	
VII	3	1F ₂ , 1F _{2πO} , 1F _{2πX}	2F ₂ , 2F _{2πO} , 2F _{2πX}	
VIII	3	1F ₂ , 2F _{2O} , 2F _{2X}	2F ₂ , 3F _{2O} , 3F _{2X}	
IX	3	1F ₂ , комб., 2F ₂	2F ₂ , комб., 3F ₂	
X	3	1F ₂ , 2F ₂ , 3F ₂	2F ₂ , 3F ₂ , 4F ₂	
XI	1	2F ₂	3F ₂	
XII	1	1F _{2π}	2F _{2π}	
XIII	2	2F ₂ , 2F _{2π}	3F ₂ , 3F _{2π}	
XIV	2	2F ₂ , 3F ₂	3F ₂ , 4F ₂	
XV	4	1F ₂ , 2F ₂ , 3F ₂ , 3F _{2π}	2F ₂ , 3F ₂ , 4F ₂ , 4F _{2π}	

ЭММЛ IX образована при участии комбинированной моды.

ЭММЛ XI, XII, XIII, XIV возникают при отсутствии нижнего луча $1F_2$ (или он очень короткий), но при условии наличия верхнего луча $1F_{2п}$.

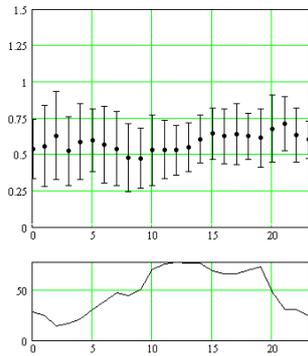
Была исследована частота ЭММЛ [125, 52], причем двумя способами. Сначала для всех выявленных ЭММЛ был подсчитан процент ионограмм, на которых присутствует эта модель, на основе результатов сделан вывод о наиболее вероятных ЭММЛ – встречающихся на более чем 20 % ионограмм для всех трех трасс. Это ЭММЛ II, III, IV, VI, X. Для трассы 4-1 этому условию удовлетворяют также ЭММЛ V и XV.

Для наиболее частых ЭММЛ II, III, IV, VI, X частота была подсчитана также следующим способом: если ЭММЛ существует на обеих соседних ионограммах (при условии, что между этими соседними ионограммами не больше 1 часа), то считается, что ЭММЛ существует все время от начала первой ионограммы до конца второй. Подчеркнем, что это не процент ионограмм, а процент времени. Так подсчитывать частоту ЭММЛ точнее, так как в различных экспериментах НЗИ была разная периодичность съема ионограмм из-за разницы в наборе принимаемых радиолиний. В большинстве случаев, однако, снималась 1 ионограмма одной радиолинии раз в 15 минут. Поэтому и частоты для ЭММЛ II, III, IV, VI, X подсчитанные двумя указанными способами получились близкими.

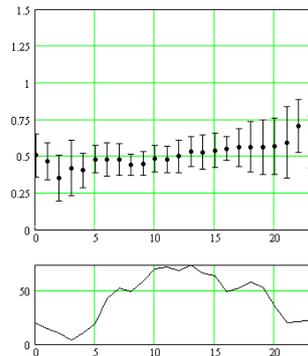
Проведена оценка статистических характеристик межмодовых задержек для наиболее вероятных ЭММЛ II, III, IV, VI, X. Межмодовые задержки были исследованы для ЭММЛ II, IV, X. ЭММЛ III и VI из этого исследования исключены т.к. модель III – однолучевая, а модель VI – “неудобная”: число и состав лучей модели VI различно, а частота каждой “подмодели” невелика (именно поэтому они и объединены в одну модель). На рисунках ниже показаны вариации межмодовых задержек, на рисунке 50 – суточные вариации (по часам), на рисунке 51 – сезонно-годовые вариации по “дневным” и “ночным” данным отдельно; на верхних диаграммах показаны межмодовые задержки в миллисекундах (мат. ожидание и среднеквадратичное отклонение), на соответствующих нижних диаграммах показано число ионограмм (в штуках), по которым была получена соответствующая точечная оценка.

Хабаровск – Йошкар-Ола

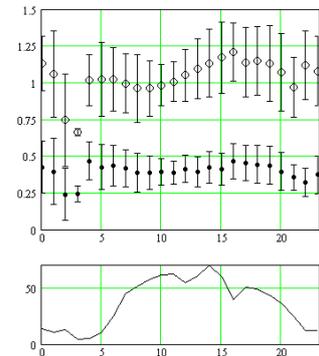
2-1, II ($N = 1176$)



2-1, IV ($N = 1005$)

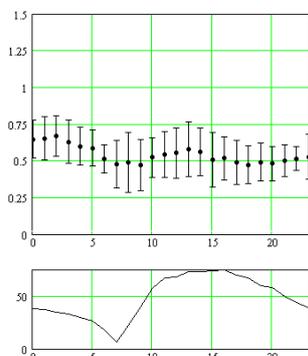


2-1, X ($N = 880$)

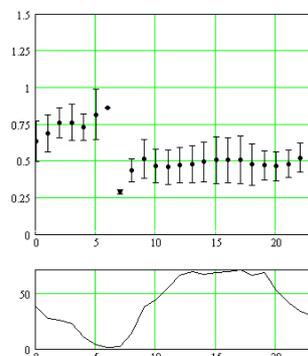


Великобритания – Йошкар-Ола

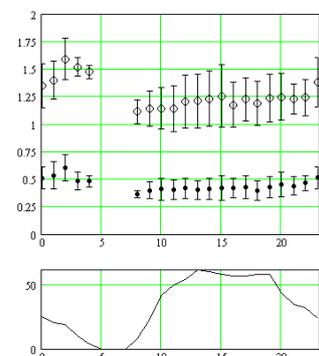
3-1, II ($N = 1160$)



3-1, IV ($N = 996$)

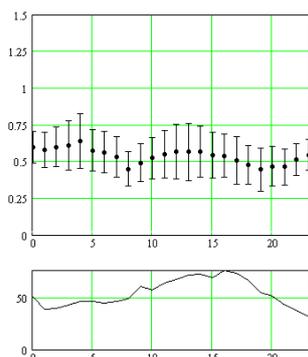


3-1, X ($N = 800$)

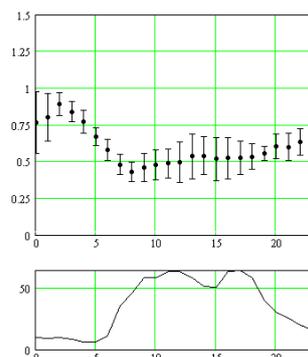


Кипр – Йошкар-Ола

4-1, II ($N = 1313$)



4-1, IV ($N = 871$)



4-1, X ($N = 468$)

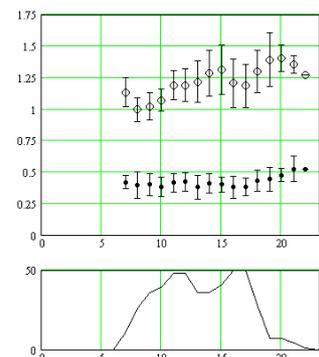


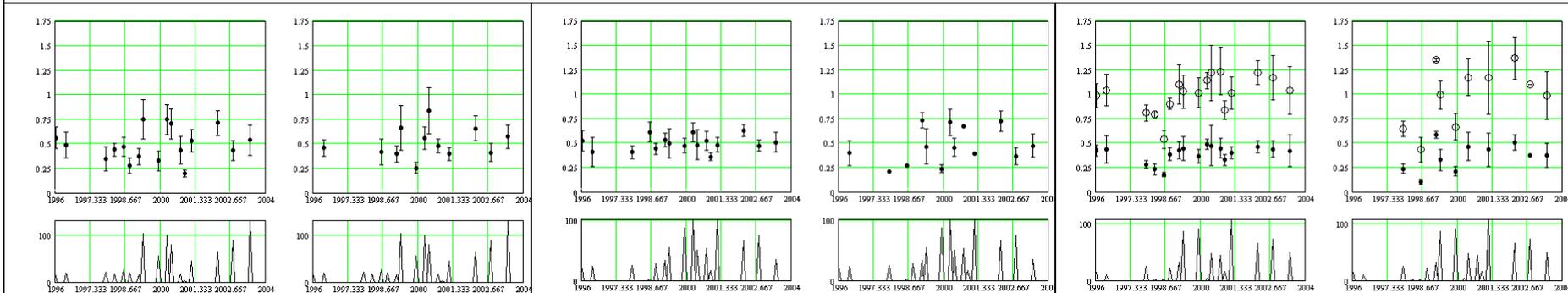
Рисунок 50 – Суточные вариации межмодовых задержек (по часам)

II ЭММЛ

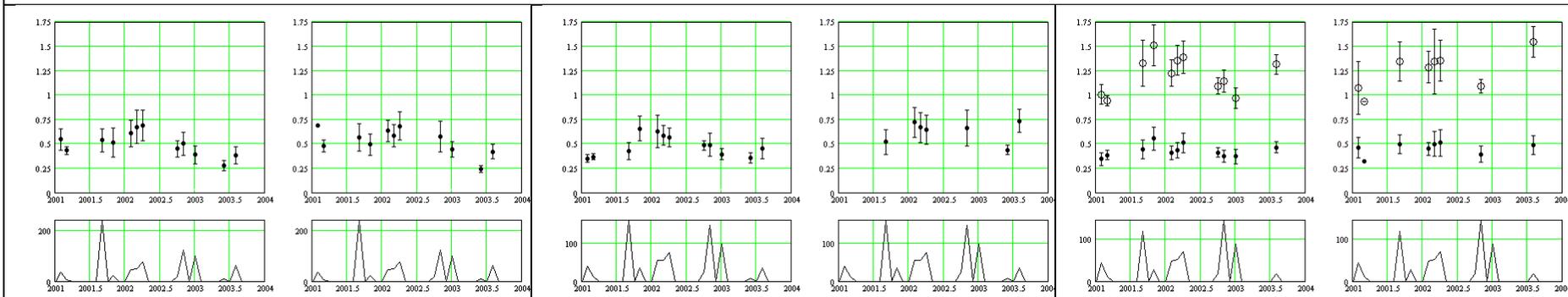
IV ЭММЛ

X ЭММЛ

Хабаровск – Йошкар-Ола (“день” 6-18 ч мск; “ночь” – все остальное)



Великобритания – Йошкар-Ола (“день” 10-21 ч мск; “ночь” – все остальное)



Кипр – Йошкар-Ола (“день” 9-19 ч мск; “ночь” – все остальное)

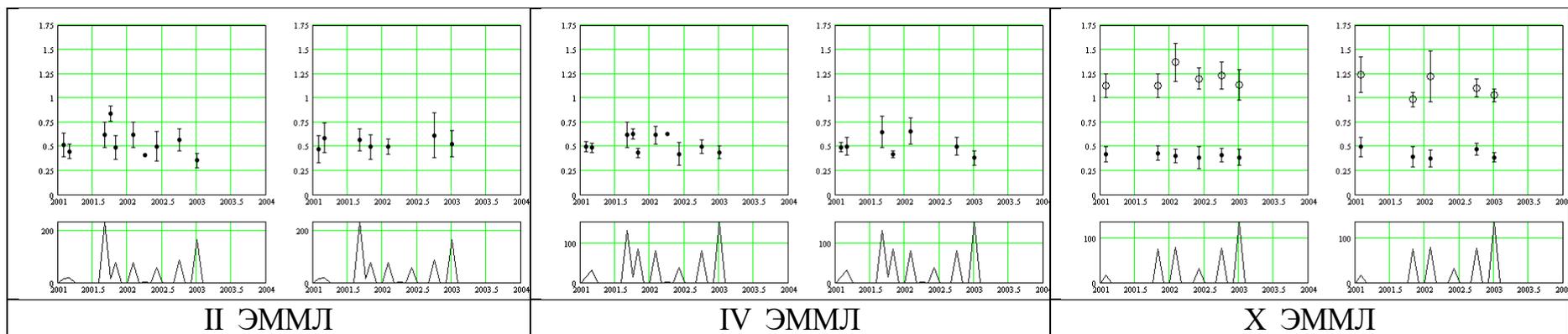


Рисунок 51 – Сезонно-годовые вариации межмодовых задержек, по “дневным” и “ночным” данным (на нижних диаграммах – число ионограмм)

Таблица 6 – Исследования корреляционных связей между межмодовыми задержками $\Delta\tau$ и индексом солнечной активности W (число Вольфа)

Трасса	Модель	Годы		Порог		Число точек		Число ионограмм		Коэффициент корреляции			
		нач	кон	дн	нч	дн	нч	дн	нч	$(\Delta\tau_1, W)$		$(\Delta\tau_2, W)$	
										день	ночь	День	ночь
2-1	II	1996	2003	21	11	10	6	724	300	0.719	0.717		
2-1	IV	1996	2003	20	10	13	6	733	207	0.606	0.508		
2-1	X	1996	2003	17	5	11	6	643	180	0.774	0.527	0.688	0.519
3-1	II	2001	2003	25	5	8	9	738	363	0.510	0.596		
3-1	IV	2001	2003	15	5	10	7	728	249	0.281	-0.186		
3-1	X	2001	2003	30	15	7	3	560	134	0.709	0.572	0.749	0.628
4-1	II	2001	2003	20	5	6	7	693	573	0.718	0.386		
4-1	IV	2001	2003	35	0	6	7	573	235	0.754	0.680		
4-1	X	2001	2003	17	0	5	5	403	049	0.772	-0.434	0.505	-0.114

Для ММЛ II, IV, X были проведены исследования корреляционных связей между межмодовыми задержками $\Delta\tau$ и индексом солнечной активности W (число Вольфа). Результаты представлены в таблице 6.

При вычислении коэффициента корреляции учитывались те точки (W , $\Delta\tau$), которые были получены по числу ионограмм, не меньше заданного (столбец “порог”). Порог задавался как 0,2 от максимального в этой строке числа ионограмм на точку. В столбце “число ионограмм” дано общее число ионограмм, по которым получены учтенные точки (число этих точек указано в столбце “число точек”).

В большинстве случаев (табл. 6) наблюдается значимая положительная корреляция (0,5...0,7) между W и $\Delta\tau$. Естественно, что корреляция днем больше, чем ночью; однако уменьшение ионизации ионосферы происходит в течение всей ночи (а не с ее наступлением) и влияние дневной солнечной активности заметно и здесь. Наблюдаемая в ряде случаев отрицательная корреляция (1/6 случаев) также относится к ночному времени.

Положительная корреляция между W и $\Delta\tau$ говорит о возрастании межмодовых задержек с повышением солнечной активности. Эти, полученные экспериментально, результаты качественно подтверждаются результатами расчетов [106] времен группового запаздывания парциальных мод на основе данных о вариациях геометрических параметров ионосферы.

Также была исследована корреляция межмодовых задержек и Dst индекса магнитной активности. Для среднесуточных значений $\Delta\tau$ и Dst для наиболее вероятных ММЛ II, IV, X были получены значения коэффициента корреляции, составившие по модулю от 0,026 до 0,519 для различных трасс и ММЛ. Наибольшее влияние магнитной активности испытывает радиолиния 2-1. Наименьшее влияние магнитной активности испытывает радиолиния 4-1, так как она расположена дальше двух других от верхних широт (т. е. магнитного полюса). Было проведено также исследование корреляции среднечасовых значений $\Delta\tau$ и Dst для тех же ММЛ на тех же радиолиниях; коэффициент корреляции был равен не более 0,2 по модулю. Это говорит о том, что время суток является более важным фактором (чем

магнитная активность), определяющим регулярные вариации значений Δt .

Ниже представлены некоторые результаты исследования трех среднеширотных ионосферных радиолиний: выявленные эмпирические модели многолучевости распространения КВ, статистика вариаций межмодовых задержек для наиболее вероятных моделей, и корреляция межмодовых задержек с индексами солнечной и магнитной активности.

Задачами дальнейших исследований являются применение теории обучения машин для построения статистических моделей ионосферы на основе полученных данных [126], а также внедрение построенных моделей в систему комплексного имитационного моделирования загоризонтных радиолокационных станций для отработки алгоритмов их адаптации к геофизической обстановке и космической погоде [120, 126].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 27.07.2006 г. № 149-ФЗ (в ред. от 29.12.2020 г.) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». URL: <https://nar.rkn.gov.ru/docs/149-FZ.pdf>.

2. ФЗ «Федеральный закон от 27.07.2006 N 149-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/c5051782233acca771e9adb35b47d3fb82c9ff1c/.

3. Постановление Правительства РФ от 16 ноября 2015 г. № 1236 «Об установлении запрета на допуск программного обеспечения, происходящего из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд». URL: <http://static.government.ru/media/files/ac872y0wqioFnrRUeTnpGjEavWCfgEAo.pdf>.

4. «ГОСТ 31937–2011. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

5. «СП 13-102–2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений».

6. «СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07.85*».

7. «СП 22.13330.2016. Свод правил. Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*».

8. «СП 305.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве».

9. «СП 45.13330.2017. Свод правил. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87».

10. Агропромышленный комплекс России: Agriculture 4.0. В 2 томах. Т. Современные технологии в агропромышленном комплексе России и зарубежных стран. Сельское хозяйство 4.0. Цифровизация АПК: монография / Е. Д. Абрашкина [и др.]. М. : Ай Пи Ар Медиа, 2021. 379 с.

11. **Акимов В. Ф., Калинин Ю. К.** Введение в проектирование ионосферных загоризонтных радиолокаторов / под ред. С. Ф. Боева. М. : Техносфера, 2017. 492 с.

12. **Алебастров В. А.** Основы загоризонтной радиолокации / В. А. Алебастров, Э. Ш. Гойхман, И. М. Заморин, А. А. Колосов, В. А. Корrado, Ф. А. Кузьминский, Б. С. Кукиc / Под ред. А. А. Колосова. М. : Радио и связь, 1984. 256 с.

13. Анализ рынка дополнительного профессионального образования в России. URL: <https://businessstat.ru/catalog/id9400/>.

14. Аспекты интеграции информационных систем сельскохозяйственных предприятий / Т. Ф. Череватова, О. С. Ермолаева, И. Е. Быстренина, М. Н. Степанцевич // Научное обозрение: теория и практика. 2021. Т. 11. № 8(88). С. 2397–2414.

15. **Бабкина А. В.** Разработка мероприятий по преодолению кризиса молочного скотоводства (на примере сельскохозяйственных организаций Смоленской области): дис. ... канд. экон. наук / Бабкина Анастасия Валентиновна. Ярославль, 2012.

16. **Баранов Д. Н.** Сущность и содержание категории «цифровая экономика» // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2018. № 2 (25). С. 15–23.

17. **Бердышев В. Е.** Роль профессиональных и образовательных стандартов в формировании компетенций по управлению в области сельского хозяйства / В. Е. Бердышев, Н. В. Скороходова, В. Т. Водяников, Е. В. Худякова Я. С. Чистова // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2020. № 4 (23). С. 9.

18. **Благовещенский Д. В., Жеребцов Г. А.** Высокоширотные геофизические явления и прогнозирование коротковолновых радиоканалов / Отв. ред. В. М. Поляков; АН СССР, Сиб. отд-ние, Сиб. ин-т земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн. М. : Наука, 1987. 272 с.

19. **Бобрышев А. Н.** Подготовка кадров для сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации экономики: тенденции, перспективы и ограничения // В кн.: Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства / А. И. Алтухов, Л. Б. Винничек, Л. П. Силаева, А. Ю. Павлов, В. Н. Батова, Ю. С. Богзыков, Е. А. Шумилкина, С. Н. Алексеева, Е. В. Фудина, С. А. Савватеева, Г. А. Волкова, О. Н. Суханова, Л. П. Климкина, О. В. Ментюкова, А. Н. Бобрышев, Е. В. Хохлова, В. А. Ивашова, О. Н. Федиско, И. Г. Сви-стунова, Н. Б. Чернобай и др. Пенза, 2018. С. 83–97.

20. **Брянцев В. Ф.** Разработка программного обеспечения комплекса зондирования ионосферы «Сириус» / В. Ф. Брянцев, А. А. Колчев, А. Г. Чернов, В. В. Шумаев, А. О. Щирый / ФГУП «Научно-производственное предприятие "Полет"». Нижний Новгород, 2007. 18 с. Деп. в ВИНТИ 12.02.2007, № 124-В2007.

21. **Быстренина И. Е.** Информационная система управления дополнительным образованием в вузе // Современная экономика: проблемы и решения. 2021. № 3(135). С. 35–48.

22. **Быстренина И. Е., Землянский А. А.** Информационные технологии в науке и производстве: учебное пособие. М. : Изд-во РГАУ–МСХА, 2016. 128 с.

23. **Быстренина И. Е.** Роль информационных технологий в решении задач системы высшего профессионального образования // Социокультурные проблемы современного высшего образования: сборник научных трудов. М., 2019. С. 147–150.

24. **Быстренина И. Е.** Современные тенденции развития дополнительного профессионального образования в подготовке педагогов профессионального образования // Непрерывное дополнительное образование в государствах – участниках СНГ: опыт, приоритеты и перспективы развития: сборник статей IV Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию ИПКиП. Могилев, 2021. С. 190–193.

25. **Быстренина И. Е.** Управление системой подготовки кадров АПК: информационный аспект // Доклады ТСХА: материалы Международной научной конференции, посвященной 175-летию К. А. Тимирязева. М., 2019. С. 279–281.

26. **Бухтиярова Т. И.** Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Бизнес и общество. 2019. № 1(21). С. 22.

27. Введение в «Цифровую» экономику / А. В. Кешелава, В. Г. Буданов, В. Ю. Румянцев и др.; под общ. ред. А.В. Кешелава; гл. «цифр.» конс. И. А. Зимненко / ВНИИГеосистем, 2017. 28 с.

28. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

29. **Водяников В. Т., Субаева А. К.** Техническое перевооружение сельского хозяйства в условиях цифровизации // Агроинженерия. 2021. № 1(101). С. 58–62.

30. Восточный экономический форум. URL: <https://forumvostok.ru/news/itogi-vii-vostochnogo-ekonomicheskogoforuma/?ysclid=1894wxg62u122198909>.

31. **Гаврилов Г. В.** Моделирование производственно-отраслевой структуры сельскохозяйственного предприятия: Методические указания и индивидуальные задания. М. : Изд-во МСХА, 2005. 94 с.

32. **Гатаулин А. М.** Издержки производства сельскохозяйственной продукции: Методология измерения и пути снижения. М. : Экономика, 1983. 183 с.

33. **Гвоздик М. И., Лабинский А. Ю.** К вопросу использования нечеткого моделирования и управления // Природные и техногенные риски. 2015. № 3. С. 5–10.

34. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. URL: <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/>.

35. **Ерухимов Л. М., Генкин Л. Г.** Ионосфера как плазменная лаборатория // Известия вузов. Радиофизика. 1992. Т. 35. № 11/12. С. 363–387.

36. **Зевакина Р. А., Кулешова В. П., Лаврова Е. В., Ляхова Л. Н.** Методы краткосрочного прогноза магнитной активности и состояния ионосферы: Инструкция. М. : ИЗМИРАН, 1975. 72 с.

37. **Зейлигер А. М., Ермолаева О. С.** Информационные технологии в мониторинге богарных и орошаемых агроценозов // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 10-1. С. 62–66.

38. **Зейлигер А. М., Ермолаева О. С.** Использование наземной и аэрокосмической съемки для идентификации и пространственной локализации сорной компоненты агрофитоценозов // Доклады ТСХА, Москва, 02–04 декабря 2020 года. М. : Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2021. С. 237–240.

39. **Зейлигер А. М., Ермолаева О. С.** Трансформация содержания и наполнения высшего сельскохозяйственного образования для целей развития цифрового сельского хозяйства РФ // Доклады ТСХА, Москва, 03–05 декабря 2019 года. М. : Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2020. С. 358–362.

40. **Землянский А. А.** Агропромышленный комплекс: вложения, информатизация: Монография. М. : Изд-во МСХА, 1998.

41. Индекс 2021: российские аграрии оценили точное земледелие // Журнал AgroReport. URL: <https://agroreport.ru/news/okompaniyakh/indeks-2021-rossiyskie-agrarii-otsenili-tochnoe-zemledelelie/?sphraseid=215760>.

42. Интерфакс Академия. Исследование рынка цифровых образовательных технологий в сегменте взрослой аудитории. URL: <https://docs.google.com/document/d/1pQIsQoKc5ZAb3cgsbo8edTVcLt8vPzRW/edit?escapedfragment>.

43. Итоги федерального статистического наблюдения по ф. № 3-информ (rosstat.gov.ru). URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/3-inform.htm>.

44. **Карпузова Н. В.** Повышение эффективности системы управления АПК региона на основе развития информационной инфраструктуры: дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Карпузова Надежда Васильевна. М., 2015.

45. **Карпузова В. И., Чернышева К. В., Карпузова Н. В.** Методологические аспекты формирования информационной сферы экономики АПК // Московский экономический журнал. 2018. № 3. С. 25.

46. **Карпузова В. И., Чернышева К. В., Карпузова Н. В.** Формирование и использование хранилищ данных в АПК // Сб. трудов Междунар. науч.-практ. конф. «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК». М. : ФГНБУ «Росинформагротех», 2017. С. 18–20.

47. **Ким И. Н., Комин А. Э.** Инженерные компетенции для сельского хозяйства 4.0 // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 6. (Кадровое обеспечение). С. 43–54.

48. **Кирица А. А.** Техническая оснащенность и оценка уровня доходности сельскохозяйственных организаций Московской области // Агроинженерия. 2020. № 5 (99). С. 43–48.

49. **Климанов В. П.** Инженерный метод расчета безотказности информационно-коммуникационных систем сложных топологий на основе структурной избыточности // Вестник МГТУ «Станкин». 2020. № 1(52). С. 12–16.

50. **Колчев А. А., Шумаев В. В., Щирый А. О.** Гибкоперестраиваемая методика измерения радиопомех // Технологии

электромагнитной совместимости. 2007. № 1. С. 50–54.

51. **Колчев А. А., Шумаев В. В., Щирий А. О.** Измерительный комплекс для исследования эффектов многолучевого ионосферного распространения коротких волн // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2008. Т. 51. № 12. С. 73–78.

52. **Колчев А. А., Шумаев В. В., Щирий А. О.** Наиболее вероятные модели многолучевости при распространении коротких волн на магистральных среднеширотных радиополосах // Информационные технологии моделирования и управления. 2007. № 1 (35). С. 70–76.

53. **Колчев А. А., Щирий А. О.** Восстановление частотной зависимости комплексного коэффициента отражения по данным наклонного ЛЧМ ионозонда // Оптика атмосферы и океана. Т. 20. 2007. № 7. С. 627–630.

54. **Колчев А. А., Щирий А. О.** Использование критерия обнаружения промахов при подавлении сосредоточенных по спектру помех // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2006. Т. 13. в. 4. С. 654–655.

55. **Колчев А. А., Щирий А. О., Недопекин А. Е.** Математические модели и методики измерения АЧХ многолучевых ионосферных коротковолновых радиополос: монография / Мар. гос. ун-т. Йошкар-Ола, 2013. 147 с.

56. **Колчев А. А., Щирий А. О.** Оценивание параметров сосредоточенных по спектру помех на выходе приемника ЛЧМ ионозонда // Известия высших учебных заведений. Радиоэлектроника. 2007. № 5. С. 54–61.

57. **Колчев А. А., Щирий А. О.** Патент РФ на изобретение № 2290756. Способ подавления сосредоточенных помех при приеме непрерывного линейно-частотно-модулированного сигнала / Марийский гос. ун-т. № 2005115593/09; заявл. 23.05.2005; опубл. 27.12.2006. Бюл. № 36. (Исправл. опубл. 10.06.2007. Бюл. № 16.)

58. **Колчев А. А., Щирий А. О.** Режекция сосредоточенных по спектру помех при ЛЧМ зондировании ионосферы // Известия высших учебных заведений. Радиофизика. 2006. Т. XLIX. № 9. С. 751–759.

59. **Комарович В. Ф., Сосунов В. Н.** Случайные радиопомехи и надежность КВ-связи. М. : Связь, 1977. 134 с.

60. **Комин А. Э., Ким И. Н., Бородин И. И.** Формирование кадрового потенциала для агропромышленного комплекса – взгляд работников вуза // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 4. (Кадровое обеспечение). С. 45–56.

61. **Копёнкин Ю. И.** Стохастические модели в сельском хозяйстве: учебное пособие. М. : Изд-во МСХА, 2002. 95 с.

62. **Крамаров С. О., Сахарова Л. В., Храмов В. В.** Мягкие вычисления в менеджменте: управление сложными многофакторными системами на основе нечетких аналог-контроллеров // Научный вестник Южного института менеджмента. 2017. № 3. С. 42–51.

63. **Кудинова А.** Агрокомплекс требует постоянного развития цифровых платформ // Межотраслевой журнал навигационных технологий. 2020. № 7(59). URL: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/240662787>.

64. **Кудинова А.** Недостаток квалифицированных кадров тормозит цифровизацию сельского хозяйства в России // Межотраслевой журнал навигационных технологий. 2020. № 12(64). URL: <http://vestnik-glonass.ru/news/intro/nedostatok-kvalifitsirovannykh-kadrov-tormozit-tsifrovizatsiyu-selskogo-khozyaystva-v-rossii/>.

65. **Лемешко Т. Б.** Высокие технологии в АПК // В сб.: Растениеводство и луговое хозяйство: Сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием. 2020. С. 632–634.

66. **Лемешко Т. Б.** Цифровая трансформация высшего профессионального аграрного образования на базе решений "1С" / Лемешко Т. Б., Царапкина Ю. М., Кирейчева А. М., Миронов А. Г., Цыплакова С. А. // В сб.: Новые информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов 19-й международной научно-практической конференции; Под общей редакцией Д. В. Чистова. 2019. С. 135–137.

67. **Максимов М. В.** Защита от радиопомех / Максимов М. В. Бобнев М. П., Кривицкий Б. Х., Горгонов Г. И., Степанов Б. М., Шустов Л. Н., Ильин В. А. / Под ред. М. В. Максимова. М. : Советское радио, 1976. 496 с.

68. **Малов Г. И.** Техническое обеспечение сельского хозяйства как фактор его развития. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/tehniceskoe-obespechenie-selskogo-hozyaystva-kak-faktor-ego-razvitiya>.

69. **Маматов А. В.** Программа автоматизации поддержки принятия решений в управлении кадровым потенциалом региона / А. В.

Маматов, И. С. Константинов, А. Л. Машкова, О. А. Савина // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020610459. 15.01.2020. Правообладатель: НИУ «БелГУ».

70. **Машкова А. Л., Маматов А. В., Константинов И. С.** Оценка эффективности мероприятий по развитию кадрового потенциала региона в рамках ситуационно-поведенческого подхода // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: экономика. Информатика. 2019. №4. С. 754–763.

71. **Молчанова Л. А.** Разработка прототипа мобильного приложения для цифрового обследования посевов сельскохозяйственных культур (на примере опытных полей РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева): магистр: 09.04.03; рук. работы А. М. Зейлигер; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Институт экономики и управления АПК, Кафедра прикладной информатики. Москва, 2019. 86 с.

72. **Моторин О. А.** и др. Управление рисками в сельском хозяйстве в условиях цифровой трансформации. М. : КноРус, 2019. 226 с.

73. Национальная программа «Цифровая экономика РФ», проект «Кадры для цифровой экономики». URL: <https://digital.ac.gov.ru/about/26/>.

74. **Никитенкова М. А.** Государственное регулирование информационной инфраструктуры США: Конец XX – начало XXI веков: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.14 / Никитенко Мария Александровна. М., 2005. 230 с.

75. **Новиков В. Г., Шестопалова Е. В., Можяев Е. Е.** Основные тренды развития дополнительного профессионального образования АПК в условиях цифровизации // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 7. (Кадровое обеспечение). С. 32–39.

76. О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы: указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 // Собрание законодательства Российской Федерации. 2017. № 20. Ст. 2901.

77. Об утверждении программы «Цифровая экономика РФ»: распоряжение Правительства РФ от 28 июля 2017 г. № 1632-р // Собрание законодательства РФ. 2017. № 32. Ст. 5138.

78. **Объедкова Л. В., Опейкина Т. В.** Аграрное образование в России: проблемы и современные тренды // Инновационная

экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. №1. С. 124–130.

79. **Папцов А. Г.** Вертикально интегрированные кооперативные объединения в сельском хозяйстве Франции // АПК: Экономика, управление. 2012. № 8. С. 80–88.

80. **Папцов А. Г.** Особенности информационного обеспечения АПК за рубежом // АПК: Экономика, управление. 2009. № 3. С. 84–87.

81. **Пастернак П. П., Еникеева И. В.** Системное моделирование в прогнозировании развития сельскохозяйственного производства: Учебники и учебные пособия для вузов. СПб. : Изд-во СПГАУ, 1999. 252 с.

82. Пат. № 2378457, Российская федерация, МПК E02D33/00. Система мониторинга здания, находящегося под действием возмущений от его фундамента / И. Н. Шардаков, В. П. Матвеев, Р. В. Цветков, Л. А. Голотина; заявитель и патентообладатель ИМСС УрО РАН. № 2008145818; заявл. 19.11.2008; опубл. 10.01.2010.

83. **Пецольдт К., Коваль А. Г., Шлиеве Я.** Проблемы и перспективы применения технологий самообслуживания в России и Германии // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2011. № 1. С. 103–115.

84. Проекты в отрасли «Сельское хозяйство и рыболовство». URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/ERP?cache=no&otrno&otr=Сельскоехозяйствоирыболовство&ptype=otr#top>.

85. **Пучкова О. С.** Проектирование структуры интеграционного формирования в АПК на основе экономико-математических моделей: автореф. дис. ... канд. экон. наук / Пучкова Ольга Сергеевна / Российский государственный аграрный университет. М., 2009.

86. Пучкова О. С. Проектирование структуры интеграционного формирования в АПК на основе экономико-математических моделей: дис. ... канд. экон. наук / Российский государственный аграрный университет. М., 2009.

87. Сайт агентства «We are social». URL: <https://wearesocial.com/uk/>.

88. Сайт компании «Esoko». URL: <https://esoko.com/>.

89. Сайт продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН. URL: <https://www.fao.org/fall-armyworm/monitoring-tools/famews-mobile-app/en/>.

90. Саммит ШОС. URL: <https://sco-summit2022.uz/ru>.
91. Светлов Н. М. Альбом наглядных пособий к лекциям по курсу «Моделирование микро- и макроэкономических процессов». М. : ФГБОУ ВПО РГАУ–МСХА имени К. А. Тимирязева, 2006.
92. Светлов Н. М. Непараметрическая граница производственных возможностей в вычислимой модели частичного равновесия // Экономика и математические методы. 2019. Том 55. № 4. С. 104–116.
93. Светлов Н. М. Современный экономико-математический инструментальный анализа последствий изменения климата // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 6. С. 20–25.
94. Светлов Н. М., Шишкина Е. А. Инновационная модель частичного равновесия в приложении к анализу эффектов изменения климата // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 5. С. 58–63.
95. Степанцевич М. Н., Горбачев М. И., Качалин М. А. Цифровая трансформация деятельности участников агропродовольственного рынка на основе смарт-контракта // Международный научный журнал. 2021. № 3. С. 50–60.
96. Стратегия развития аграрного образования в Российской Федерации до 2030 г. URL: <https://www.molochnoe.ru/resources/files/sveden/document/raznoe/proectstratfgrobr203020.12.2017.pdf>.
97. Субаева А. К., Александрова Н. Р. Государственная поддержка цифровизации сельского хозяйства // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 4(64). С. 130–135.
98. Субаева А. К., Авхадиев Ф. Н. Подготовка кадров для сельского хозяйства в условиях цифровой экономики // Вестник Казанского ГАУ. 2021. №2 (62). С. 133–137.
99. Субаева А. К., Александрова Н. Р. Теория и практика цифровизации сельского хозяйства Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 3(59). С. 133–138.
100. Сухомлинова М. И. Информационное обеспечение управления региональным АПК: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Сухомлинова Марина Ивановна. Елец, 2013. 194 с.
101. Труд и занятость в России. 2019: Статистический сборник / Росстат. М., 2019. 135 с.

102. **Трухачев В. И.** Роль аграрных вузов в кадровом обеспечении государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий» // Представительная власть – XXI век: законодательство, комментарии, проблемы. 2021. № 1-2 (184–185). С. 34–39.

103. **Трухачев В. И., Чутчева Ю. В.** «Агротехнологии будущего» – научный центр мирового уровня // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 3. С. 2–6.

104. **Филипп Н. Д.** Современные методы исследования динамических процессов в ионосфере / Н. Д. Филипп, Н. Ш. Блаунштейн, Л. М. Ерухимов, В. А. Иванов, В. П. Урядов. Кишинев : Штиинца, 1991. 286 с.

105. **Фолкнер П., Рунде Дж.** Теоретическое представление о цифровом объекте // MIS Quarterly. 2019. № 43(4). С. 1–25.

106. **Хмельницкий Е. А.** Оценка реальной помехозащищенности приема сигналов в КВ диапазоне. М. : Связь, 1975. 232 с.

107. **Худякова Е. В.** О разработке профессионального стандарта «специалист по организации и управлению в сельском хозяйстве» / Е. В. Худякова, В. Т. Водяников, В. Е. Бердышев, Н. В. Скороходова // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 10. С. 42–46.

108. **Худякова Е. В.** Развитие цифровых компетенций специалистов агропромышленного комплекса на основе решений 1С / Е. В. Худякова, М. Н. Степанцевич, М. И. Горбачев, Т. Ф. Череватова // Материалы Национальной (Всероссийской) научной конференции Института агроинженерии. Челябинск: Издательство Южно-Уральского государственного аграрного университета (Троицк). 2021. С. 93–98.

109. **Цветков Р. В., Шардаков И. Н.** Автоматизированная система измерения неравномерности осадок сооружения // Вестник ВолгГАСУ. Строительство и архитектура. Волгоград, 2008. Вып. 10 (29). С. 128–134.

110. **Цветков Р. В., Шардаков И. Н.** Моделирование деформационных процессов в системе «грунтовое основание–фундамент–здание» при наличии карстовых явлений // Вычислительная механика сплошных сред. 2010. Т. 3, № 3. С. 102–116.

111. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: докл. к XXII Агр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская, К. О.

Вишневский, Л. М. Гохберг и др.; рук. авт. кол. П. Б. Рудник ; науч. ред. Л. М. Гохберг, П. Б. Рудник, К. О. Вишневский, Т. С. Зинина ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 239 с.

112. Цифровые технологии оценки, планирования и прогнозирования использования земель сельскохозяйственного назначения: Аналитический обзор / Д. С. Буклагин, Н. П. Мишуров, В. И. Балабанов [и др.]; Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса. М. : Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2020. 92 с.

113. Цифровые трансформации в аграрном секторе экономики / Т. И. Ашмарина, В. Т. Водяников, Ю. М. Гладыш, А. В. Голубев, Е. И. Залтан, А. А. Кирица, Е. А. Яшина и др. М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. 340 с.

114. **Чернышева К. В., Афанасьева С. И.** Методологические аспекты формирования информационной инфраструктуры организации АПК // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: матер. XII Междунар. науч.-практ. интернет-конф. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. С. 318–322.

115. **Чернышева К. В.** Информационное обеспечение управления отраслью АПК (молочное скотоводство): дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Чернышева Кира Владимировна. М., 2007.

116. **Чернышева К. В., Карпузова Н. В., Афанасьева С. И.** Информационная инфраструктура АПК Чувашской Республики // Известия Международной академии аграрного образования. 2020. № 52. С. 159–165.

117. **Шабунина В. А.** Теория и практика профессиональной подготовки студентов в аграрном вузе: коллективная монография / В. А. Шабунина, Л. П. Илларионова, С. В. Тимофеева, М. И. Алдошина, М. Ю. Нужный, О. Б. Сладкова, А. Г. Миронов, Ю. М. Царапкина. М., 2018.

118. **Щирый А. О.** Архитектура программной части аппаратно-программного комплекса дистанционного наземного радиозондирования ионосферы // Новые информационные технологии в

автоматизированных системах. 2015. №18. С. 144–152.

119. **Щирый А. О.** Гибкая перестройка ионограмм наклонного радиозондирования ионосферы в процессе вторичной обработки // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2011. № 14. С. 138–140.

120. **Щирый А. О.** Комплексное имитационное моделирование для отладки и проведения испытаний адаптации загоризонтных радиолокационных станций декаметрового диапазона к геофизическим условиям // Труды Десятой всероссийской научно-практической конференции по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2021), 20–22 октября 2021 г., Санкт-Петербург. СПб. : АО «ЦТСС», 2021. С. 520–527.

121. **Щирый А. О.** Программное обеспечение управления базовой станцией ионосферного мониторинга // Инженерный вестник: Информатика, радиофизика, управление. 2005. № 2. С. 204–207.

122. **Щирый А. О.** Программный комплекс обработки в реальном времени сигналов наклонного зондирования ионосферы // Труды Марийского государственного технического университета: Материалы 52-й межвузовской студенческой научно-технической конференции. 12–22 апреля 1999. Выпуск 7. Йошкар-Ола : Издательство МарГТУ, 2000. С. 260–264.

123. **Щирый А. О.** Развитие средств автоматизации наземного радиозондирования ионосферы // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. 2014. Т. 14. №5. С. 170–173.

124. **Щирый А. О.** Разработка алгоритмов для повышения точности измерения и расширения возможностей традиционного применения наклонного ионозонда // Системы управления и информационные технологии. 2007. № 1.1(27). С. 202–204.

125. **Щирый А. О.** Разработка и моделирование алгоритмов автоматического измерения характеристик ионосферных коротковолновых радиолиний: дис. ... канд. техн. наук: 05.12.04 / Щирый Андрей Олегович; [Место защиты: Санкт-Петербургский гос. университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича]. Йошкар-Ола, 2007. 199 с.

126. **Щирый А. О.** Совместное использование машинного обучения и комплексного имитационного моделирования в интересах

адаптации загоризонтных РЛС к геофизической обстановке // Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве – 2021: Междунар. форум (СПб., 10–11 ноября 2021 г.): сб. докл. СПб.: ГУАП, 2021. С. 284–285.

127. Ashley T. R. (1979). "Classification and Distribution of Fall Armyworm Parasites". *The Florida Entomologist*. 62 (2): 114–123.

128. Bernal E et al. (2021). Optimization of type-2 fuzzy logic controller design using the GSO and FA algorithms *International Journal of Fuzzy Systems* 23(1): 42–57.

129. Bharadwaj A., El Sawy O. A., Pavlou P. A., Venkatraman N. (2013). Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights *MIS Quarterly*, 37 (2): 471–482.

130. Carter L., Belanger F. (2005). The utilization of e-government services: citizen trust, innovation and acceptance factors. *Information Systems Journal*, 15(1).

131. Lavrov E. A., Paderno P. I., Volosiuk A. A., Pasko N. B. and Kyzenko V. I. (2019). Automation of Functional Reliability Evaluation for Critical Human-Machine Control Systems, 2019 III International Conference on Control in Technical Systems (CTS), pp. 144–147.

132. E. von Hippel, G. von Krogh. Crossroads - Identifying Viable “Need–Solution Pairs”: Problem Solving Without Problem Formulation // *Organ. Sci.* (2016), pp. 207–221.

133. El Sawy O. A., Malhotra A., Park Y., Pavlou P. A. Research Commentary – Seeking the Configurations of Digital Ecodynamics: It Takes Three to Tango. *Informat. Syst. Res.*, 21 (4) (2010), pp. 835–848.

134. Giuseppe Fabrizio. High Frequency Over-the-Horizon Radar: Fundamental Principles, Signal Processing, and Practical Applications. McGraw-Hill Education, 2013.

135. Henfridsson O., Nandhakumar J., Scarbrough H., Panourgias N. Recombination in the Open-ended Value Landscape of Digital Innovation *Inf. Organ.*, 28 (2) (2018), pp. 89–100.

136. Hund A., Wagner H., Beimbom D.: Digital innovation: Review and novel perspective. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963868721000421#b0885>

137. Karetos S., Costopoulou C., Sideridis A. Developing a smartphone app for m-government in agriculture. *Journal of Agriculture Informatics*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8 (2014).

138. Kozlenkova E. N., Kubrushko P. F., Lemeshko T. B. Organizational and Pedagogical Problems of Additional Professional Education // Journal of Higher Education Theory and Practice [this link is disabled](#), 2022, 22(9), pp. 31–36.

139. Lee C. C. (1990). Fuzzy logic in control systems: fuzzy logic controller I IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics. 20(2): 404–418.

140. Ljiljana R. Cander. Ionospheric Space Weather. Springer, 2019. 301 p.

141. Markus L. M., Nan W. Theorizing the Connections Between Digital Innovations and Societal Transformation: Learning from the Case of M-Pesa in Kenya / S. Nambisan, K. Lyytinen, Y. Yoo (Eds.). Handbook of Digital Innovation, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, Northampton, MA (2020), pp. 64–82.

142. Mobile applications for agriculture and rural development (English). Washington, D. C.: World Bank Group. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/167301467999716265/Mobile-applications-for-agriculture-and-rural-development>.

143. Ntaliani M., Costopoulou C. & Karetzos S. (2008). Mobile Government: A Challenge for Agriculture. Government Information Quarterly. 25 (4): 699–716.

144. Romer P. M. Endogenous Technological Change J. Polit. Econ., 98(5) (1990), pp. 71–102 AxelHund Heinz-TheoWagner^aDanielBeimborn, TimWeitzel. Digital innovation: Review and novel perspective // The Journal of Strategic Information Systems. Volume 30, Issue 4, December 2021, 101695. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963868721000421#b1065>.

145. Sharma S. and Obaid A. J. Mathematical modelling, analysis and design of fuzzy logic controller for the control of ventilation systems using MATLAB fuzzy logic toolbox Journal of Interdisciplinary Mathematics 23(4), 2020, 843-9.

146. Shiriy A. O. HF channel transmit function module measurement // Proceedings of the 5th International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering, APEDE 2002. 5. 2002. pp. 365–369.

147. Statista – Number of available applications in the Google Play Store from December 2009 to March 2022. URL: <https://www.statista.com/statistics/266210/number-of-available-applications-in-the-goog>

le-play-store/

148. Statista – Average number of new Android app releases via Google Play per month from March 2019 to March 2022. URL: <https://www.statista.com/statistics/1020956/android-app-releases-world-wide/>.

149. Tilson D., Lyytinen K., Sorensen C. Research Commentary – Digital Infrastructures: The Missing IS Research Agenda // *Informat.Syst.Res.*, 21(4) (2010), pp. 748–759.

150. Trendov N. M., Varas S. & Zeng M. (2019). Digital technologies in agriculture and rural areas – Status report. Rome. Licence: cc by-nc-sa 3.0 igo.

151. Yoo Y., Henfridsson O., Lyytinen K. The New Organizing Logic of Digital Innovation: An Agenda for Information Systems Research. *Informat. Syst. Res.*, 21 (4) (2010), pp. 724–735.

152. Zittrain J., The Generative Internet *Harvard Law Rev.*, 119(1) (2006), pp. 1974–2040.

Научное издание

Ашмарина Татьяна Игоревна
Бирюкова Татьяна Владимировна
Водяников Владимир Тимофеевич
Лемешко Татьяна Борисовна
Моторин Олег Алексеевич
Никаноров Михаил Сергеевич
Степанцевич Марина Николаевна
Субаева Асия Камилевна
Худякова Елена Викторовна
Чутчева Юлия Васильевна
Эдер Александр Владимирович
Афанасьева Светлана Ильинична
Греченева Анастасия Владимировна
Ермолаева Ольга Сергеевна
Зейлигер Анатолий Михайлович
Солошенко Александр Дмитриевич
Чернышева Кира Владимировна
Бабкина Анастасия Валентиновна
Быстренина Ирина Евгеньевна
Лосев Алексей Николаевич
Пучкова Ольга Сергеевна
Щирый Андрей Олегович

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Монография

Издается в авторской редакции

Оригинал-макет *Светлана Минченко*

Дизайн обложки *Роман Бурак*

Подписано в печать 07.12.2022. Формат 60х90/16
Усл.-печ. л. 10,0. Тираж 500 экз. Заказ № 47

Издательство «Мегаполис»

www.mmegapolis.ru

Тел. 8 (495) 643-28-71

E-mail: mmegapolis-zakaz@yandex.ru

127550, Москва, ул. Прянишникова, д. 23 А

Отпечатано в ПАО «Т8 Издательские Технологии»

Тел.: +7 (499) 322-38-31

109316, Москва, Волгоградский проспект, д. 42, корп. 5