

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ – МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА**

**Архипова М.Ю., Кагирова М.В., Уколова А.В., Романцева Ю.Н.,
Харитонов А.Е., Демичев В.В.**

**АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРАКТИКИ ВНЕДРЕНИЯ
ЦИФРОВИЗАЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС
НАЦИОНАЛЬНЫХ И НАДНАЦИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИК,
НА ПРИМЕРЕ СТРАН С ТРАДИЦИОННО РАЗВИТЫМ
СЕЛЬСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ**

Аналитические материалы

**Москва
2021**

УДК 330.4+004

ББК 65.05

А64

Рецензенты:

Главный научный сотрудник отдела исследования ценовых и финансово-кредитных отношений в АПК ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ, профессор, доктор

экономических наук **Зарук Наталья Федоровна**

Профессор кафедры организации производства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор экономических наук, профессор РАН

Телегина Жанна Анатольевна

Аналитические материалы подготовлены в рамках реализации тематического План-задания РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2021 году

Архипова М.Ю., Кагирова М.В., Уколова А.В., Романцева Ю.Н., Харитоновна А.Е., Демичев В.В.

А64 Анализ международной практики внедрения цифровизации в агропромышленный комплекс национальных и наднациональных экономик, на примере стран с традиционно развитым сельским хозяйством: аналитические материалы / М.Ю. Архипова и др.. – М.: Издательство «Научный консультант». – 2021. – 118 с.

ISBN 978-5-907477-35-3

Аналитические материалы содержат результаты изучения основных тенденций развития сельского хозяйства, в том числе особенностей применения цифровых технологий в аграрном секторе стран с разным уровнем развития сельского хозяйства и степени цифровизации экономики, разработанную систему статистических показателей для всесторонней характеристики условий, процесса результатов и эффективности применения цифровых технологий в сельском хозяйстве, систему показателей мониторинга этих процессов.

УДК 330.4+004

ББК 65.05

ISBN 978-5-907477-35-3

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА

имени К.А. Тимирязева, 2021

© Архипова М.Ю., Кагирова М.В.,

Уколова А.В. Романцева Ю.Н.,

Харитоновна А.Е., Демичев В.В., 2021

© Издательство

«Научный консультант», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Типизация стран с традиционно развитым сельским хозяйством в соответствии с условиями и подходами к внедрению цифровизации в АПК	7
2. Анализ опыта применения цифровых технологий в сельском хозяйстве по выделенным типам стран	15
Канада.....	15
Китай	23
Великобритания.....	28
Австралия.....	38
Соединенные Штаты Америки	46
Япония	59
Южная Корея	66
Германия	69
Швеция	71
3. Система показателей и методика всестороннего анализа условий и результатов внедрения цифровизации в АПК.....	78
4. Прогноз развития цифрового сельского хозяйства в Российской Федерации на основе анализа международной практики цифровизации АПК.....	85
5. Рекомендации по осуществлению мониторинга внедрения цифровизации в агропромышленный комплекс Российской Федерации	98
Заключение	102
Список литературы	106

ВВЕДЕНИЕ

Аграрное производство в России в настоящее время представляет собой многофункциональную систему сложной структуры. К основным функциям относятся: обеспечение продовольственной независимости страны, поддержание конкурентоспособности на мировом продовольственном рынке в условиях растущих высокими темпами потребностей в высококачественных продуктах питания, устойчивого вклада в формирование валового внутреннего продукта страны; обеспечение занятости населения сельских территорий и формирование мотивации профессионального развития занятых в аграрной сфере, создание экономической базы для устойчивого развития сельских территорий в условиях цифровых трансформаций. Включение аграрного сектора в общий тренд цифровизации производственных процессов дает возможность сделать выполнение функций более эффективным, но при этом несет ряд угроз и рисков для данного сектора. Изучение международного опыта в сфере применения технологий, в области нормативно-правового регулирования процессов цифровизации позволит уточнить систему показателей мониторинга цифровизации, предложить систему показателей оценки эффективности применения цифровых технологий и скорректировать подходы к государственной поддержке сельскохозяйственных производителей в период цифровых трансформаций.

Цель исследования: подготовка методики и проведение всестороннего анализа условий и результатов внедрения цифровизации в агропромышленный комплекс Российской Федерации, национальных и наднациональных экономик стран с традиционно развитым сельским хозяйством.

Задачи исследования:

1) Анализ мировых тенденций в подходах к формированию цифровой экономики, оценке роли сельского хозяйства в экономике в условиях цифровизации.

2) Формирование совокупности стран, как объекта исследования, с традиционно развитым сельским хозяйством,

имеющих опыт широкого применения цифровых технологий в производственных процессах агропромышленного комплекса.

3) Разработка и апробирование системы показателей и методики сравнительного анализа условий и эффективности применения цифровых технологий в АПК в странах, представленных в качестве объекта исследования.

4) Определение перспективных направлений и прогнозирование развития цифрового сельского хозяйства в Российской Федерации, в том числе в разрезе регионов с традиционно развитым сельским хозяйством.

5) Разработка рекомендаций по осуществлению мониторинга внедрения цифровизации в агропромышленный комплекс Российской Федерации

Научная ценность исследования: заключается в формировании системы показателей и разработке методики анализа условий, процесса и результатов внедрения цифровизации в АПК в странах с традиционно развитым сельским хозяйством, разработке рекомендаций по мониторингу процессов цифровизации АПК Российской Федерации.

Практическая ценность исследования: заключается в возможности прямого применения разработанных рекомендаций органами управления АПК и, в частности, сельским хозяйством для эффективного мониторинга и корректировки процессов цифровизации АПК в Российской Федерации

Результаты НИР могут быть использованы организациями АПК, осуществляющими применение цифровых технологий в производственном процессе в соответствии с мировыми тенденциями в экономике, а также Министерством сельского хозяйства РФ для корректировки показателей оценки условий, процессов и эффективности цифровизации сельского хозяйства; научными работниками как основа для совершенствования методики анализа и прогнозирования развития цифрового сельского хозяйства

В учебном процессе полученные результаты могут быть использованы в рамках дисциплин «Статистика», «Макроэкономика», «Экономика сельского хозяйства», «Мировая аграрная экономика» и «Развитие сельских территорий в странах

мира» для направления подготовки 38.03.01 – Экономика, в том числе направленности «Мировая экономика».

Аналитические материалы подготовлены в рамках реализации тематического План-задания РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2021 году.

1. Типизация стран с традиционно развитым сельским хозяйством в соответствии с условиями и подходами к внедрению цифровизации в АПК

Цифровое сельское хозяйство – отрасль, базирующаяся 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 [1]. Сельское хозяйство в современных условиях должно стать стабильно эффективным и природосберегающим, т.е. помочь целенаправленно использовать производственные ресурсы с минимальными потерями для производства пищевых продуктов с высоким качеством и минимальным воздействием на окружающую среду [2].

Цифровая трансформация для отдельного предприятия – это одновременно и угроза, и возможность. Угрозой это является по причине расширения возможностей у конкурентов, осуществляющих цифровизацию более ускоренными темпами. Возможность цифровизации – стимулирование инновационного развития и повышение эффективности производства. Учитывая, как сильно глобальные вызовы взаимосвязаны с агропромышленным комплексом, очевидно, что сельское хозяйство играет в этом процессе ключевую роль и выступает в качестве одного из ключевых объектов цифровой трансформации.

Во многом подход к цифровой трансформации в мире един и подразумевает разработку стратегии цифровой трансформации предприятия [3]. Стратегия цифровизации подразумевает анализ существующей бизнес-модели и определение цифровых решений, ускоряющих трансформацию. Рассмотрим ключевые технологии и их роль в повышении устойчивости и эффективности сельского хозяйства. Эти технологии во многом будут определять конкурентоспособность и адаптивность предприятия.

Сельскохозяйственное производство будь то животноводческая ферма, поле с посеянными зерновыми культурами или теплица применяют всевозможные датчики, сенсоры, дроны и беспилотные летательные аппараты (БЛА), роботизированную технику, беспилотные тракторы и другие

технологии, являющиеся аппаратным обеспечением («hardware») цифровизации. Программное обеспечение («software») позволяет «оживить» технические устройства, обновлять и корректировать их эффективность. Вместе с интернетом и некоторыми другими информационными системами и технологиями – это составляет основу третьей промышленной революции. В то время как Индустрия 4.0 выводит на первый план следующие технологии.

Интернет вещей (Internet of Things) в сельском хозяйстве состоит из сенсоров, дронов, компьютерного зрения беспилотной техники и прочих устройств, интегрированных в единую цифровую платформу, позволяющую осуществлять техническое и технологическое управление производством. Путем объединения в сеть всевозможных производственных «девайсов» интернет вещей превращает их в интеллектуальные устройства. Сегодня интернет вещей – это 7 миллиардов устройств – от холодильников до термостатов и уличных фонарей – и по данным международного экономического форума к 2030 году в мире будет насчитываться примерно 30 млрд. соединенных цифровых устройств.

Инфраструктура интернета вещей должна быть обеспечена устойчивым и высокопродуктивным мобильным интернетом. Именно *мобильная сеть 5G вместе с WI-FI шестого поколения* дают возможность цифровой трансформации отраслей экономики. В ближайшем будущем, развития инфраструктура 5G будет определять конкурентоспособность экономики страны. Связано это с тем, что стандарт 5G позволяет существенно повысить скорость передачи данных между устройствами и одновременно соединять огромное количество цифровых устройств. Скорость 5G относительно формата 4G в 15-20 раз выше, что позволит без препятствий реализовать технологию интернета вещей. Вместе с этим, 5G существенно повысит потенциал облачных технологий и искусственного интеллекта [4].

Цифровые устройства генерируют огромное количество данных, которые в комбинации с другой информацией могут быть проанализированы для принятия более объективных, основанных на данных управленческих решений. Это еще одна особенность подхода к цифровой трансформации – необходимость сбора, хранения и анализа данных. Цифровизация дает уникальную возможность сбора данных и анализа данных для выявления

неочевидных закономерностей и прогнозирования развития производственных и бизнес-процессов.

Большие данные (big data) – большие массивы данных – главным образом, по таким характеристикам данных, как объем, разнообразие, скорость обработки и/или вариативность, – которые требуют использования технологии масштабирования для эффективного хранения, обработки, управления и анализа [5]. Большие данные позволяют реализовать одну из ключевых возможностей цифровизации – извлечение выгоды из обработки данных, генерация которых на 80% сконцентрирована в предприятиях. Таким образом, данные становятся для предприятия новым активом, двигателем цифровой экономики, одним из наиболее ценных ресурсов для развития экономики, общества, технологий [6]. В сельском хозяйстве данные с каждого датчика или сенсора могут быть проанализированы (состояние почвы, воды, состояние роста растений), что позволяет получать актуальную информацию, способствующую снижению потерь и увеличению продуктивности.

В условиях нарастающего объема и сложности генерируемых данных важным является обеспечение хранения и анализа полученной информации. В этом вопросе особую роль играют *облачные технологии*, обеспечивающие высокопродуктивную обработку процессов и минимизацию затрат на содержание традиционной инфраструктуры хранения и обработки данных.

Для управления описываемой инфраструктурой, обработки и извлечения полезных знаний из большого объема информации необходимо применения технологий *искусственного интеллекта и машинного обучения*. Применение передовых аналитических методов, включая расширенный анализ неструктурированных данных позволяет создавать многомерные *предиктивные модели*, поддерживающие или автоматизирующие управленческие решения, принимаемые человеком.

Большой объем данных, применение искусственного интеллекта и методов машинного обучения делают возможным еще одну технологию Индустрии 4.0, по степени своей важности, не уступающей большим данным.

Цифровые двойники – это виртуальная модель процесса, продукта или услуги, полностью или частично основанная на данных из физического мира. Например, в сельском хозяйстве

реализуются проекты «цифровой гектар», цифровое поле (цифровой двойник поля). Цифровые двойники, сформированные в том числе на основе больших данных, позволяют выбирать оптимальные дозы внесения удобрений, режим полива, предсказать реакцию растений на новую технологию или отклонение среды выращивания растений от технологических норм. Данная технология способна имитировать не только производственные, но и бизнес-процессы.

Представленные технологии являются каркасом, инфраструктурой цифровой трансформации предприятий. Однако, картина будет неполной без упоминания фундаментальной технологии Индустрии 4.0.

Блокчейн – это выстроенная по определённым правилам непрерывная последовательная цепочка блоков (связный список), содержащих информацию. Блокчейн технологии вошли в практику через криптовалюты. Однако, эта технология имеет более широкое применение, начиная со смарт – контрактов и заканчивая сбором, моделированием и анализом цифрового следа человека, работника или целой организации.

Наибольшее влияние блокчейн способен оказать на существующую цепочку поставок, сделав ее абсолютно прозрачной посредством регистрации каждой транзакции, осуществляемой с данным продуктом от сырья, из которого был произведен продукт, до продажи в магазин тем самым давая полное представление потребителю о происхождении продукта. Кроме того, технология блокчейн лежит в основе смарт-контрактов, позволяющих осуществлять сделки между поставщиками напрямую, без третьих лиц, за счет надежности, безопасности и прозрачности таких контрактов. В настоящее время данная технология не так широко распространена. В сельском хозяйстве отчетливо виден потенциал применения в страховании, смарт-фермерстве, электронной коммерции [7].

В будущем влияние этих технологий не просто сохранится, а приобретет первоочередное значение в конкурентной борьбе любого предприятия или организации, поскольку позволит удовлетворить интересы всех участников («стейкхолдеров») производства продукции сельского хозяйства, в число которых входят собственно предприятие, работники этого предприятия, государство, местное население, окружающая среда. Интересы

стейкхолдеров выйдут далеко за границы максимизации прибыли, в контекст устойчивого человекоориентированного производства.

Доля бюджета на развитие современных технологий, а также удельный вес цифровой экономики в ВВП во многих странах стабильно растет. Объем мировых венчурных инвестиций в Agrotech и Foodtech за последние 8 лет увеличился в 8 раз и достиг почти 3 млрд. долл. [8]. Это является ярким показателем высокого потенциала сельского хозяйства.

Однако по странам подходы к цифровой трансформации отличаются по причине различий в исходных условиях экономико-социального, культурного и экологического развития в целом и информационных технологий в частности.

Применение инновационных, высокоинтенсивных технологий, основанных на информации, как основном средстве производства, продиктовано необходимостью удовлетворения растущих потребностей увеличивающегося населения планеты в условиях берегающего производства, т.е. направленного на сохранение объемов и качественного состава природных ресурсов и биоразнообразия. По прогнозам ФАО к 2050 году необходимо будет прокормить 9,1 миллиард человек, что на 34% больше, чем в 2020 году, при этом наибольшее увеличение населения произойдет в развивающихся странах, где уже в 2019 году голодали почти 690 миллионов человек. При этом «урбанизация будет продолжать расти ускоренными темпами, около 70 процентов населения мира будет городским (по сравнению с 49 процентами сегодня)», что увеличит не только средний уровень доходов, но и повысит требования к количеству и качеству пищи, объем которой должен быть увеличен на 70% [9].

Формирование цифровой экономики предполагает сквозное применение информационных технологий во всех видах экономической деятельности и по территориям. Масштабность процессов требует координации и поддержки со стороны государственных органов для всех отраслей экономики. Особую сложность представляют трансформации процессов производства и обращения продукции в сельском хозяйстве, что связано с особенностями ресурсной базы аграрного сектора и более продолжительным сроком окупаемости вложений. Цифровизация отрасли в Российской Федерации значительно отстает от многих стран мира с традиционно развитым сельским хозяйством. По

оценке ряда экспертов в России на сегодняшний день отсутствует комплексный подход к цифровизации, и отечественный АПК находится только в начале пути [10].

Уровень развития сельскохозяйственного производства по странам может быть дифференцирован с помощью метода кластерного анализа. Для этого могут быть использованы следующие показатели: валовая добавленная стоимость (сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство), доллары США; общая площадь сельскохозяйственных угодий, 1000 га; индекс валового производства продукции сельского хозяйства (2014-2016 = 100); валовая добавленная стоимость (сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство) в расчете на 1000 га сельскохозяйственных угодий; доля пашни в сельскохозяйственных угодьях; доля валовой добавленной стоимости (сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство) в ВВП; использование пашни под посев, %.

Предварительно из анализа были исключены страны с низким уровнем валовой добавленной стоимостью сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыболовства, а также страны с относительно малой площадью сельскохозяйственных угодий. В результате были использованы стандартизированные данные по 121 стране мира для которых был применен факторный анализ методом главных компонент с варимакс вращением. Таким образом, было выделено 2 компоненты, характеризующие интенсивность сельскохозяйственного производства и экономическое развитие стран. По данным компонентам был применен метод k-средних с предварительным определением оптимального числа кластеров с помощью языка программирования R и пакета NbClust. В результате было выделено 5 групп стран, отражающих различия в уровне сельскохозяйственного производства.

В группу стран с высоким уровнем экономического развития (5 типическая группа) попали такие страны, как Исландия, Уругвай, Ирландия, Туркменистан, ЮАР, Казахстан, Новая Зеландия, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Австралия, Соединенные Штаты Америки. Для них характерен самый высокий уровень ВВП и большие размеры сельскохозяйственных угодий. В данных странах высокий уровень цифровизации, что характеризуется замещением трудовых

ресурсов современными информационными системами и технологиями.

В 4 типическую группу, в которую попала Россия, попали также Северная Македония, Босния и Герцеговина, Латвия, Панама, Армения, Болгария, Иордания, Азербайджан, Сербия, Куба, Беларусь, Австрия, Венесуэла, Ирак, Чили, Румыния, Украина, Канада, Турция, Иран, Китай. Для этих стран характерен высокий уровень сельскохозяйственного развития и самый высокий потенциал для сельскохозяйственного развития. Однако за счет недостаточного развития цифровизации сельского хозяйства до показателей стран 5 типической группы им необходимо расти.

Высокий уровень экономического развития и сельскохозяйственного производства при низком масштабе деятельности вследствие небольших площадей характерен для 3 типической группы. В данную группу попали такие страны, как Бельгия, Нидерланды, Хорватия, Литва, Словакия, Дания, Швейцария, Чехия, Венгрия, Швеция, Польша, Германия, Франция, Сальвадор, Финляндия, Греция, Испания, Бангладеш, Италия, Таиланд. По уровню развития цифровизации данные страны находятся наравне со странами 4 группы, т.е. им необходимо развивать цифровизацию в сельском хозяйстве и за счет этого повышать эффективности производства.

Страны 2 типической группы: Индонезия, Папуа-Новая Гвинея, Шри-Ланка, Гватемала, Эквадор, Малайзия, Филиппины, Вьетнам, Гаити, Коста-Рика, Албания, Лаосская Народно-Демократическая Республика, Тунис, Доминиканская Республика, Португалия, Камерун, Уганда, Мьянма, Нигерия, Пакистан, Индия, Кыргызстан, Зимбабве, Парагвай, Боливия, Ангола, Аргентина, Бразилия, Мексика, Того, Малави, Руанда, Гондурас, Бенин, Сирийская Арабская Республика, Камбоджа, Непал, Гана, Объединенная Республика Танзания, Колумбия, Эфиопия, Республика Корея, Египет, Япония. В основном в данной группе страны с низким уровнем экономического развития (самый низкий уровень ВВП), но с достаточным уровнем масштабов сельскохозяйственной деятельности (ВДС сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыболовства выше среднего уровня на 10%). В данных странах низкий уровень цифровизации, однако большой потенциал для развития сельскохозяйственного производства.

В 1 типическую группу (Таджикистан, Гвинея, Чад, Сенегал, Мозамбик, Нигер, Мали, Кения, Бурунди, Либерия, Сьерра-Леоне, Кот-д'Ивуар, Мавритания, Монголия, Саудовская Аравия, Грузия, Оман, Никарагуа, Буркина-Фасо, Мадагаскар, Афганистан, Йемен, Судан, Демократическая Республика Конго, Марокко, Узбекистан, Перу, Алжир) в основном попали страны с самым низким уровнем экономического и сельскохозяйственного развития. Для данных стран характерен самый низкий уровень ВВП и ВДС сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыболовства. Размеры сельскохозяйственных угодий самые низкие из рассматриваемых групп. Для данных стран характерен самый низкий уровень цифровизации.

Особенности условий цифровых трансформаций в сельском хозяйстве Российской Федерации, обусловленные региональными различиями почвенно-климатических условий, уровня экономического развития, а также реализацией производственных процессов с использованием разнообразных технологий во всех категориях хозяйств – от личных подсобных хозяйств населения до крупных агрохолдингов, формируют необходимость их учета при разработке подходов к обеспечению цифровизации в стране в целом. Подробное изучение примеров применения цифровых технологий в аграрном секторе стран – типичных представителей различных групп обеспечит основу для корректировки условий и инструментов цифровизации в сельском хозяйстве России на базе дифференцированного подхода.

2. Анализ опыта применения цифровых технологий в сельском хозяйстве по выделенным типам стран

Масштабы сельскохозяйственного производства, обеспеченные наличием природных ресурсов, а также высокий потенциал цифровизации в аграрном секторе, отличают страны, попавшие в одну типическую группу с Российской Федерацией, такие как Канада и Китай. При этом каждая из них имеет свои особенности в подходах к обеспечению условий цифровизации. Рассмотрим пример каждой страны подробнее.

Канада

Опыт цифровизации сельского хозяйства Канады интересен с точки зрения общности с отечественным сельским хозяйством почвенно-климатических условий хозяйствования, что преимущественно определяет размеры и специализацию предприятий, эффективность производства. Так, в Канаде растениеводство сосредоточено на западе, где типичная ферма в два раза больше, чем в среднем по стране, высокопродуктивна и в основном производит продукцию на экспорт. Большая часть производства молока находится в Восточной Канаде, где есть относительно небольшие фермы и большее разнообразие сельскохозяйственных культур. Мясное скотоводство и свиноводство относительно равномерно распределено по всей территории, особенно в западной Канаде. Так же, как и в России плотность населения страны невысока и размещена по территории крайне неравномерно, также, как и сельскохозяйственные угодья. По данным ОЭСР, ВДС сельского хозяйства составляет 1,8% ВВП (39,8 млрд. долл.) [11], а всего агропромышленного комплекса 7,4%. Канада является крупным нетто-экспортером агропродовольственных товаров, на долю которых приходится около 11% всего экспорта. В 2020 году отрасль продемонстрировала устойчивость и рекордные показатели экспорта сельскохозяйственной и агропродовольственной продукции, достигнув почти 74 млрд. долл., что выше предыдущего года на 10,4%.

По уровню цифровизации экономики в целом Канада в рейтинге IMD World Digital Competitiveness Ranking, составляемом IMD World Competitiveness Centre, по состоянию на 2021 года занимает 13 место. При наличии определенной общности условий

хозяйствования с Россией наблюдаются существенные различия в объемах производимой продукции, уровне интенсификации и эффективности сельского хозяйства, в том числе за счет более масштабного использования современных инновационных технологий, основанных на больших данных.

Основным направлением аграрной политики Канады в настоящее время является не просто продовольственное обеспечение населения страны, но увеличение производства продуктов питания при сокращении воздействия на окружающую среду (остановка деградации экосистем, сохранение почвенного баланса питательных веществ, снижение выбросов парниковых газов).

Разработанный в 2020 году усиленный климатический план правительства Канады «Здоровая окружающая среда и здоровая экономика» Government of Canada's strengthened climate plan «A Healthy Environment and a Healthy Economy» [12] включает Программу сельскохозяйственных чистых технологий Agricultural Clean Technology (ACT) Program, направленную на создание условий для разработки и внедрения чистых технологических решений. Основным направлением в рамках исследований и инноваций является разработка и коммерциализация технологий точного земледелия и использования зеленой энергии для достижения целей низкоуглеродной экономики и устойчивого роста сельского хозяйства и его конкурентоспособности [13].

Правительство Канады в рамках этой программы планирует инвестировать 165,7 миллиона долларов в течение семи лет в поддержку сельскохозяйственного сектора в разработке трансформирующих чистых технологий и помощи фермерам во внедрении коммерчески доступных чистых технологий.

Уже сейчас на сайте Министерства предлагаются для использования ряд цифровых программных продуктов, позволяющих быстро и эффективно получить необходимые для сельскохозяйственных производителей сведения:

– AgPal – веб-инструмент для поиска, адаптированный к индивидуальным потребностям и помогающий фермерам и агробизнесу находить соответствующие ресурсы, собирая сельскохозяйственную информацию из множества источников и представляя ее в одном месте. Инструменты поиска и навигации позволяют быстро и легко найти именно то, что вы ищете:

аналитические программы, услуги, аналитику рынка, исследования и многое другое;

– программы управления бизнес-рисками – это инструменты, которые обеспечивают сельскохозяйственным производителям защиту от потерь доходов и производства, помогая им управлять рисками, угрожающими жизнеспособности их ферм (Агроустойчивость, АгроИвест, Агрострахование и др.)

Для Канады широкое распространение цифровых технологий в сельском хозяйстве рассматривается прежде всего, как необходимое условие перехода на новые стандарты производства зеленой экономики. Продолжается активная поддержка Sustainable Development Technology Canada, независимого федерального фонда, созданного Правительством Канады в 2001 году и инвестировавшего с момента создания 1,38 миллиарда долларов в 460 компаний по производству экологически чистых технологий. В настоящее время Sustainable Development Technology Canada инвестируют дополнительные 750 млн. долл. в течение пяти лет, 127 млн. из которых пойдут на стартапы компаний, которые разрабатывают и внедряют новые современные экологические технологии в сельском хозяйстве [14]. Было поддержано 38 компаний, занимающихся разработкой инновационных цифровых технологий в отрасли (упрощенное машинное обучение, технологии точечного земледелия, создание автономных роботов, датчики при производстве продукции животноводства, автоматизированная платформа для борьбы с вредителями, искусственный интеллект для аквакультуры, строительство искусственного солнца, разработка полностью автоматизированной крикетной фермы и т.д.) Внедрение цифровых технологий позволит трансформировать сельское хозяйство, вывести его на принципиально новый уровень производства продукции.

Еще одним важным направлением ускорения цифровой трансформации экономики страны и сельского хозяйства является создание фондов, например, The Strategic Innovation Fund (SIF), запущенный в 2017 году. Фонд ориентирован на крупномасштабные проекты, способствующие долгосрочной конкурентоспособности во всех отраслях экономики, усилению технологических преимуществ Канады. Программа позволяет поддерживать исследования и разработки при переходе к зеленой экономике, продвигать технологии посредством сотрудничества

между бизнесом, научными исследователями и некоммерческими организациями. Так, в 2019 году SIF началось финансирование проекта Canadian Agri-Food Automation and Intelligence Network, разработанный Canadian Agri-Food Automation and Intelligence Network (CAAIN), предполагающий ускорить автоматизацию и оцифровку аграрного сектора Канады. Проект, стоимостью 108,5 млн. долл. на основе искусственного интеллекта, робототехники и точного земледелия направлен на рост производства сельхозпродукции и экспорта, для сохранения мирового лидерства, снижение зависимости от временной рабочей силы, повысят доходы канадских фермеров.

По словам министра сельского хозяйства и агропродовольствия Канады Мари-Клод Бибо (Marie-Claude Bibeau), «Автоматизация и цифровые технологии, такие как искусственный интеллект и робототехника, меняют облик сельского хозяйства и агропродовольственного сектора. Наше правительство стремится к тому, чтобы наши фермеры находились в авангарде технологических изменений. Благодаря этим инвестициям мы помогаем сектору получить конкурентное преимущество, необходимое для дальнейшего процветания как внутри страны, так и на мировых рынках»¹.

Для потенциальных инвесторов Министерство сельского хозяйства и агропродовольствия Канады создало Проводник по агробизнесу (Agribusiness Site Explorer)², представляющий собой интерактивный картографический инструмент, который предоставляет данные агробизнеса и информацию о географических точках Канады. Приложение позволяет сравнивать территории по всей Канаде для помощи в принятии обоснованное решение при инвестировании в сельское хозяйство и агропродовольственный сектор Канады. Используя этот цифровой инструмент можно получить сведения:

- урожайность и размещение основных сельскохозяйственных культур;

¹ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development/news/2019/07/minister-sohi-announces-investment-in-the-future-of-farming.html> Дата обращения 20.10.2021

² Agribusiness Site Explorer: All Sectors [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agriculture.canada.ca/atlas/apps/aef/index_en.html?AGRIAPP=14 Дата обращения 15.11.2021

- реестр предприятий АПК, включая предприятия химической, пищевой промышленности, сферы торговли;
- производственные мощности и цепочки поставок для потенциальных инвестиционных возможностей;
- транспортная инфраструктура и расстояние до границ и портов;
- демографическая информация, включая местные медианные доходы и налоговые ставки.

В 2014 году Правительством Канады создан Первый канадский фонд передовых исследований (the Canada First Research Excellence Fund (CFREF)) [15]. CFREF инвестирует около 200 млн долл. в год, чтобы поддержать высшие учебные заведения Канады в их стремлении стать мировыми лидерами в исследованиях. Основная цель инвестиций в научные учреждения – создание интеллектуального сельского хозяйства, включающего сбор и анализ «больших данных» для принятия обоснованных и устойчивых решений по управлению фермерским хозяйством и роста производительности.

Так, University of Saskatchewan, являющийся мировым лидером в области устойчивого развития, сельского хозяйства и продовольственной безопасности, активно занимается разработкой передовых цифровых технологий. Университет совместно с Sasktel, канадской корпорацией, предоставляющей услуги проводной и беспроводной связи, запустили «живую лабораторию» («living lab») умного сельского хозяйства в Центре передового опыта животноводства и кормов (USask Livestock and Forage Centre of Excellence LFCE). Интеллектуальное сельское хозяйство включает сбор и анализ «больших данных», чтобы производители могли принимать обоснованные и устойчивые решения по управлению фермерским хозяйством, которые повышают производительность. LFCE – первая исследовательская «умная ферма» в Канаде, направленная на максимальное повышение эффективности животноводства с помощью новейшей технологий на основе «Интернета вещей» во взаимосвязанной беспроводной среде. Интеллектуальная ферма LFCE будет использоваться для тестирования, разработки и демонстрации сельскохозяйственных технологий мирового уровня, таких как дроны, оснащенные

программным обеспечением и датчиками, которые могут контролировать стада и их здоровье [16].

В растениеводстве USask's Plant Phenotyping and Imaging Research Centre (P2IRC) at the Global Institute for Food Security эффективный симбиоз ученых-информатиков и ученых-растениеводов, специалистов по дистанционному зондированию и селекционеров позволил открыть новые возможности селекции растений, применяя методы машинного обучения и программное обеспечение для распознавания растений. Благодаря новым инструментам визуализации на базе дронов исследователи также получают доступ к никогда ранее не измеряемым данным. Это приводит к более высоким урожаям вне зависимости от условий выращивания, засухоустойчивости растений и более эффективному использованию удобрений и пестицидов.

Гуэлфский университет, ведущий вуз Канады по объему инвестиций в исследовательскую работу, основное направление которой сельское хозяйство и производство пищевых продуктов, определяет Канаду как мирового лидера в разработке инновационных решений, повышающих устойчивость и производительность сельского хозяйства на всех уровнях рассмотрения [17]. В рамках программы Food from Thought, частично финансируемой за счет гранта в размере 76,6 млн долларов из Первого фонда передовых исследований Канады, ведется активная работа по ускорению цифровой трансформации сельского хозяйства:

- совершенствуются методы умного земледелия для увеличения производства зерна на основе использования proximal soil sensors и UAV (unmanned aerial vehicle);

- проектируются и внедряются интегрированные платформы данных о состоянии почв и экосистемные характеристики почвы, доступные для широкого круга пользователей, интеграция которых осуществляется с помощью процедур интеллектуального анализа данных и машинного обучения;

- разрабатывается программное обеспечение, способствующего повышению прибыльности фермерских хозяйств за счет использования новых средств принятия решений для прогнозирования и выявления сельскохозяйственных районов с высоким потенциалом для растениеводства;

– проект по отслеживанию роста и развития животных на основе бесконтактного автоматизированного метода визуализации;

– разрабатывается инструмент, позволяющий обрабатывать, интегрировать, визуализировать и анализировать данные диагностики животноводства в режиме реального времени.

В соответствии с агропродовольственной экономической стратегией предполагается увеличение как внутреннего рынка продовольствия (до 140 млрд. долл.), так и рост экспорта до 85 млрд. долл. к 2025 году. Одним из важнейших ограничивающих факторов выступает отсутствие необходимой инфраструктуры. Поэтому ставится цель на развитие современной транспортной сети и ИТ-инфраструктуры. Сельские районы в Канаде сильно дифференцированы по возможности использования широкополосного Интернета. Отсутствие надежных каналов передачи данных в сельских районах является ключевым фактором ограниченных масштабов распространения технологий точного земледелия и других цифровых инструментов. Распространение широкополосных услуг на всю территорию страны даст возможность большей автоматизации производственных процессов с помощью технологий Индустрии 4.0 (робототехники, Интернета вещей, машинного обучения и т.д.). По прогнозу Министерства сельского хозяйства и агропродовольствия Канады, к 2025 году должно быть обеспечено 100% широкополосное покрытие на всей территории Канады и включение всех предприятий в цифровую трансформацию. Так же, как и в России обеспечение покрытия труднодоступных территорий всегда проблематично. Для решения проблемы предлагается использовать спутники на низкой околоземной орбите, как недорогой вариант для распространения широкополосной связи с малой задержкой на малонаселенные районы, где использование волоконно-оптического кабеля может оказаться невозможным [18].

В разгар пандемии Министерство усилило работу по продвижению цифровой платформы Canada Brand, основная цель которой заключается в обеспечении доступа аграриев и их партнеров к новым цифровым возможностям продвижения отечественной продукции потребителям как по территории страны, так и во всем мире [19].

Быстро меняющийся мир в цифровую эпоху и постоянно поступающие данные из различных источников (региональные органы управления, департаментов и ведомств, предприятий, домохозяйств) о различных сторонах общественной жизни определяет необходимость использования современных способов сбора и обработки данных. Роль и значение национальных статистических организаций для формирования официальной статистической информации, необходимой для принятия управленческих решений на всех уровнях управления продолжает расширяться, при этом им необходимо быстро адаптировать и использовать современные технологии.

Статистическое управление Канады в настоящее время проводит модернизацию статистического наблюдения за деятельностью сельскохозяйственных организаций путем внедрения более инновационных методов сбора данных. Основным направлением этой модернизации является использование методов классификации дистанционного зондирования для картирования землепользования и обнаружения зданий по спутниковым изображениям.

Совместная работа экспертов предметной области и специалистов по анализу данных в рамках проведения сельскохозяйственной переписи позволила модернизировать сбор данных по урожайности, технологиям производства и теплицам, поскольку традиционные методы не являются устойчивыми в долгосрочной перспективе. Этот проект, получивший название AgZero, на основе альтернативных источников данных и передовых технологий (данные наблюдений за Землей и машинное обучение) позволил агентству своевременно предоставить высококачественные данные, соблюдая при этом те же строгие стандарты конфиденциальности, и снизить нагрузку на респондентов [20].

Сбор информации Статистическим управлением Канады осуществляется с использованием новых методов науки о данных. Важнейшим проектом, реализуемым Статуправлением Канады в области наблюдения в сельском хозяйстве, является использование классификации культур с помощью спутниковых снимков и нейронных сетей. Отдел науки о данных (DScD) недавно завершил исследовательский проект для серии отчетов о полевых культурах

об использовании методов машинного обучения для прогнозирования урожайности в начале сезона.

Первые полученные результаты отмечают быстроту получения данных, необходимых для органов государственного управления, при этом нагрузка на владельцев ферм в напряженное время года снижается. Этот подход сократит затраты времени и материальных ресурсов на проведение обследований отдельными сельхозпроизводителями [21].

В августе 2021 года Статистическое управление Канады запустило новый портал статистики сельских районов Канады. Для широкого круга пользователей доступны аналитические материалы, последние данные, интерактивная визуализация геопространственных и других данных, характеризующих сельскую местность: эффективность бизнеса, собственность, здравоохранение, информационные и коммуникационные технологии, а также рабочую силу, доходы и расходы. Также представлены связанные ресурсы, предоставленные Статистическим управлением Канады, а также ссылки на другие канадские и международные организации [22].

Также активно развиваются компании, занимающиеся разработкой цифровых платформ управления фермой. Компании (Decisive Farming, Farmers Edge, Farm At Hand и др.), используя большие данные, искусственный интеллект и прогнозную аналитику, предлагают фермерам решения повседневных сельскохозяйственных проблем.

Таким образом, для ускорения развития и повышения конкурентоспособности сельского хозяйства России возможно использование более успешного опыта применения цифровых технологий Канады.

Китай

Целью цифровизации аграрного сектора Китая является повышение продуктивности в растениеводстве и животноводстве, вследствие необходимости обеспечения продовольственной безопасности страны в условиях роста населения за последние 20 лет на 11% при росте площади сельскохозяйственных угодий всего на 1,1% и одновременном сокращении удельного веса занятых в сельском хозяйстве на 23,2 п.п. Государственная поддержка развития знаний и инноваций в сельском хозяйстве в Китае с 2000 до 2019 года возросла в 5,3 раза, наиболее

интенсивный рост был до 2017 года, с 2017 до 2019 год наблюдается ее сокращение в соответствии с общей тенденцией в поддержке аграрного сектора. Однако удельный вес данной статьи поддержки остается стабильно высоким – около 20% (в сравнении с 11,4% в среднем за 2000-2002 гг.).

Китай, как развивающаяся страна, инвестирует в цифровое сельское хозяйство меньше, чем развитые страны. Однако в настоящее время в стране уже создана прочная основа для применения цифровых технологий в аграрном секторе для обеспечения устойчивого развития. К 2018 году уровень доступности широкополосной сети достиг высоких значений. 96% административных деревень Китая были подключены к волоконно-оптической сети. Общее количество пользователей мобильных телефонов в Китае достигло 1,566 миллиарда. Уровень использования мобильных телефонов достиг 112,2 единиц на 100 человек, из которых 1,165 миллиарда пользователей мобильных телефонов 4G и 140 миллионов пользователей мобильных телефонов 3G. В сельских территориях уровень охвата услугами 4G в административных деревнях достиг 95%, что означает, что почти все сельские жители имеют доступ к относительно стабильным услугам высокоскоростной мобильной сети [23]. Кроме того, данные Китайского информационного центра сети Интернет показывают, что уровень проникновения Интернета в сельских районах к концу 2020 года достиг 55,9%. С 2016 года рост числа пользователей составил 22,8 п.п.

В декабре 2019 года Министерство сельского хозяйства и сельских дел Китайской Народной Республики опубликовало «План цифрового сельского хозяйства и развития сельских территорий (2019–2025 годы)». Этот план направлен на содействие цифровой трансформации сельскохозяйственного производства, включая информатизацию посевов, умное животноводство, разведку рыболовства, оцифровку семеноводческой отрасли, диверсификацию новых бизнес-моделей, а также контроль качества и безопасности пищевых продуктов. С 2012 года китайское правительство также активно работает над продвижением электронной коммерции в сельской местности [24].

Таким образом, в настоящее время цифровизация сельского хозяйства в Китае производится в двух направлениях: во-первых, в сфере электронной коммерции, на основе использования сетевой

платформы для расширения рынка сбыта сельскохозяйственной продукции. В 2018 году рынок сельской электронной коммерции Китая достиг 175 миллиардов юаней, увеличившись до 187,36 миллиардов юаней в первой половине 2019 года [25]. Во-вторых, цифровое сельское хозяйство Китая сосредоточено на интеллектуальном сельскохозяйственном производстве с применением современных цифровых технологий (например, Интернета вещей, дистанционного зондирования), т.е. с использованием датчиков и программного обеспечения для управления сельскохозяйственным производством через мобильные терминалы и / или платформы [26].

Для поощрения инноваций и расширения объективного знания в области сельского хозяйства и продовольственной безопасности ФАО Китай совместно с Университетом Цинхуа (долгосрочным партнером ФАО) и другими партнерами учредила в 2017 году Лабораторию сельскохозяйственных инноваций (AgLabCx). Лаборатория позволяет обмениваться знаниями, технологиями и методами решения проблем, возникающих в рамках производственного процесса. В AgLabCx было проведено несколько инновационных мероприятий, в том числе форумы Save Food в Шанхае в 2017 и 2019 годах; мероприятия по выходу мелких фермеров на рынок в 2018 году; курсы по городскому сельскому хозяйству и продовольственным системам в 2019 году; и хакатон по продовольственным потерям и отходам в 2019 г. Хакатон объединяет команды опытных компьютерных экспертов, занятых поиском решений конкретных проблем и задач в среде совместной работы. Результатом обычно является набор инструментов информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) (программное обеспечение, приложение, устойчивый продукт, бизнес-модель или другое решение, которое может привести к созданию нового бизнес-проекта).

На конкурсе «Умное сельское хозяйство», организованном Китайской инженерной академией совместно с крупным маркетплейс Pinduoduo (компания названа пионером в области цифрового сельского хозяйства на Всемирной конференции по цифровому сельскому хозяйству 2020 года за новаторскую работу по интеграции цифровых технологий и современного сельского хозяйства), ведущий эксперт по сельскому хозяйству Чжао Чуньцзян заявил, что «технологии помогут к 2025 году более

чем удвоить размер цифровой сельскохозяйственной экономики Китая. Масштаб цифровой сельскохозяйственной экономики Китая составляет около 600 миллиардов юаней (93 миллиарда долларов), и ожидается, что к 2025 году он удвоится и превысит 1,2 триллиона юаней» [27]. Специалистами академии создана система интеллектуальных сельскохозяйственных технологий от производства до промежуточной логистики и до выхода на рынок сбыта.

На конкурсе был отмечен проект, внедренный в автономной префектуре Нуцзян-Лису провинции Юньнань, в рамках которого была использована автоматическая ирригационная система и сенсорное оборудование для увеличения сельскохозяйственного производства и сокращения затрат живого труда. По оценкам производителей использование информационных технологий привело к сокращению использования пестицидов, сократило период до начала плодоношения садов (до 16 месяцев по сравнению с тремя-четырьмя годами).

В 2018 году на цифровую сельскохозяйственную экономику Китая приходилось только 7,3% добавленной стоимости сельского хозяйства, что было намного ниже 18,3% и 35,9% обрабатывающей промышленности и сферы услуг, соответственно. Такой низкий уровень цифровизации в сельском хозяйстве частично объясняется проблемами современного уровня развития аграрного сектора Китая [28], который представлен мелкими фермерскими хозяйствами с низким уровнем технологической обеспеченности и эффективности производства, что значительно осложняет процессы цифровой трансформации аграрного сектора. Малые масштабы производства затрудняют механизацию производственного процесса, а следовательно, и применение информационных технологий. Перспективным инструментом для обеспечения развития в данном случае является кооперация фермеров. Так, в 2010 году 30 из 33 домашних хозяйств деревни Либа, пригород Лунсин основали первый кооператив, владеющий земельными участками в округе Чунчжоу, по цене 13499,3 юаней за гектар. Этот кооператив назывался «Кооператив по управлению земельными контрактами Янлю». Кооператив Янлю создан на основе принципов добровольного членства и разделения выгод и рисков. Фермеры использовали принадлежащую им землю для преобразования своих индивидуальных акций в кооперативные

акции. Затем кооператив, владеющий сельскохозяйственными угодьями, избрал Совет директоров и Наблюдательный совет для выполнения функций по принятию решений и надзору. В начале своего основания площадь сельскохозяйственных угодий кооператива Янлю составляла 6,75 га, что для провинции Китая является крупным сельскохозяйственным производством. При этом члены кооператива получили более значительные инвестиционные возможности и высокое качество менеджмента. К концу 2018 года доля фермеров, участвующих в кооперативе, превысила 80% [29].

Сельскохозяйственные кооперативы получают возможность механизации производства, пользуясь услугами аутсорсинга. Это углубляет разделение труда и обеспечивает расширенное воспроизводство за счет привлечения инвестиций в аграрный сектор, а также формирует ресурсную базу для применения цифровых технологий в производстве и реализации продукции. Одним из направлений развития рынка сельскохозяйственного аутсорсинга является включение услуг консалтинга в области сельскохозяйственных технологий. К концу 2019 года платформа цифровых сельскохозяйственных услуг, созданная в округе Чунчжоу, предоставляла услуги поставщикам и кооперативам в 18 округах и в 7 городах или префектурах провинции Сычуань, покрывая в общей сложности 11339 га сельхозугодий. Платформа объединяет средства, технологии, информацию о брендах и другие элементы для повышения эффективности распределения ресурсов сельхозпроизводства; дает возможность эффективного взаимодействия кооперативов и поставщиков сельскохозяйственных услуг в единой системе данных и создает тесный альянс сельскохозяйственных организаций, работающих на платформе. Платформа способствует ускорению согласования транзакций между кооперативами и поставщиками услуг, тем самым снижая транзакционные издержки сельскохозяйственных услуг. Платформа также значительно повышает эффективность кооперативов при проведении мониторинга полей, что значительно снижает производственные затраты.

Анализируя приоритетные направления цифровизации сельского хозяйства представленных стран, можно выделить наиболее актуальные для России вопросы, такие как кооперирование мелких производителей для обеспечения материальной базы применения цифровых технологий в

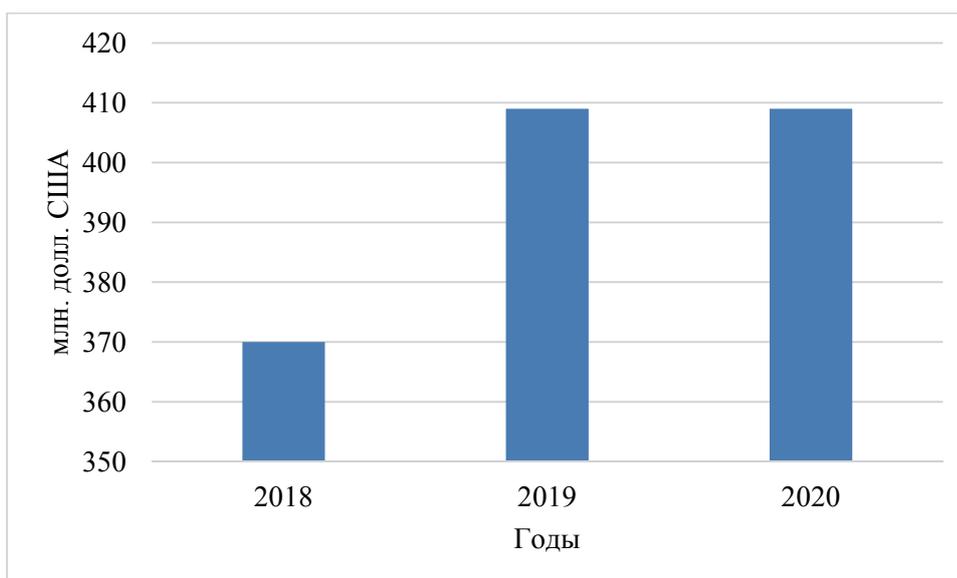
производственном процессе; разработка информационных технологий и обеспечение цифровых инструментов для электронной коммерции в аграрном секторе; организация статистического наблюдения, имеющая в своей основе платформы сбора полных, достоверных и актуальных данных с цифровых носителей и обеспечение их доступности для заинтересованных пользователей.

Анализ опыта стран с высоким уровнем развития экономики, а также наиболее активным использованием информационных технологий во всех видах экономической деятельности позволит определить слабые стороны Российского аграрного сектора с точки зрения условий применения цифровых технологий в производстве. Наиболее информативным, с точки зрения авторов, является опыт таких представителей группы как Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Австралия и Соединенные Штаты Америки.

Великобритания

Сельское хозяйство в Великобритании играет значительную роль в экономике страны. При том, что доля отрасли в ВВП составляет всего 0,7% при 1% занятых, экспорт агропродовольствия – 6,4% от общего экспорта, а показатели продуктивности и животных одни из самых высоких в мире. В 2020 году ВДС сельского хозяйства составила 9,4 млрд. фунтов стерлингов, а под сельскохозяйственные угодья занято 71% общей площади Соединенного Королевства.

В настоящее время меры государственной аграрной политики продиктованы преимущественно необходимостью поддержки производителей в условиях адаптации после выхода страны из ЕС, поскольку многие связи были нарушены. И поскольку поддержка отрасли за 2018-2020 гг. небольшая и составляет примерно 20% валовых доходов сельского хозяйства или 0,3% от ВВП, однако расходы на услуги в области сельскохозяйственных знаний и инноваций, в основном из национального бюджета, составляют более половины от общего объема поддержки, оказываемой сектору [30]. Расходы на систему сельскохозяйственных знаний и инноваций – показатель, по которому можно судить, например, о расходах в том числе на цифровизацию в среднем за 2018-2020 гг. составили 398 млн. долл. США



Источник: Сайт ОЭСР. https://www.oecd-ilibrary.org/sites/2d810e01-en/1/3/2/27/index.html?itemId=/content/publication/2d810e01-en&_csp_=af0753aa6f1227099c73c6abb0fd552b&itemIGO=oecd&itemContentType=book

Рисунок 1 – Динамика расходов на систему сельскохозяйственных знаний и инноваций в Великобритании

В «Стратегии Великобритании в отношении сельскохозяйственных технологий» [31], опубликованной в 2013 году, правительство Великобритании признало сельскохозяйственные технологии отдельным сектором и важнейшим условием развития отрасли.

В Стратегии были прописаны основные направления развития сельского хозяйства:

- внедрение новейших исследований в жизнь за счет государственных инвестиций в размере 70 миллионов фунтов стерлингов в Agri-Tech Catalyst, в котором сформировался единый фонд для продвижения проектов от лаборатории до реализации;

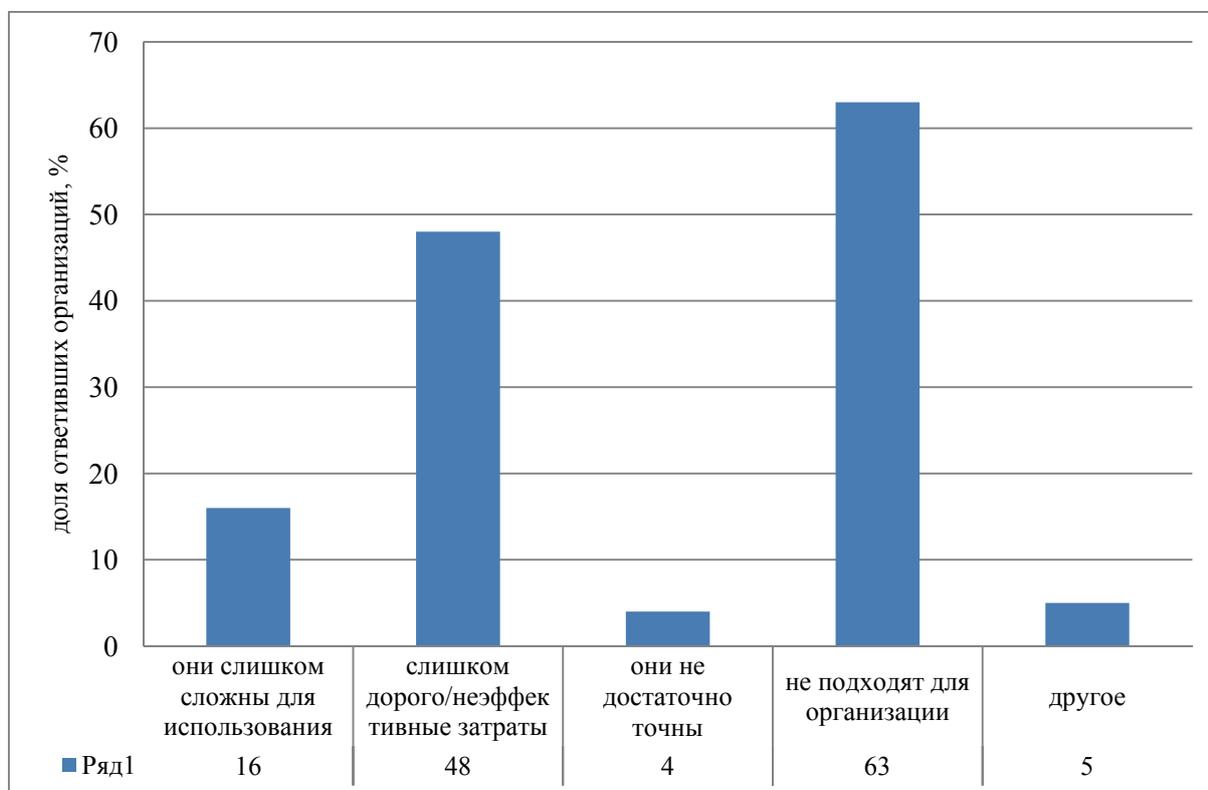
- увеличение поддержки для разработки, внедрения и использования новых технологий и процессов за счет государственного финансирования центров сельскохозяйственных инноваций в размере 90 млн фунтов стерлингов;

- использование потенциала больших данных и информатики и стать мировым центром передового опыта, создав Центр сельскохозяйственной информатики и показателей устойчивости.

В результате реализации данной стратегии Великобритания пришла к значительному прогрессу в области информационных технологий, Великобритания является мировым лидером в

разработке многих из этих приложений [32]. Однако уровень внедрения инноваций в производство пока невысок, несмотря на то, что наблюдается устойчивая тенденция повышения уровня цифровизации фермерских хозяйств.

По данным Statista [33], платформы бизнес данных, в Великобритании на данном этапе развития сельского хозяйства использование точного земледелия, как и во всем мире связано в первую очередь со стремлением повысить производительность труда и урожайность культур. В то же время почти половина используют эти методы для улучшения состояния животных, и почти 40% используют их для уменьшения негативного воздействия отрасли на окружающую среду.



Источник: © Statista 2021 г.

Рисунок 2 – Распределение ответов сельскохозяйственных организаций на вопрос опроса «Какие причины мешают Вам использовать методы точного земледелия?», Великобритания, 2019

Проведенный в октябре 2019 года опрос показал, что около 24 % ответивших сельскохозяйственных предприятий используют методы точного земледелия, что выше, чем в 2012-2013 г. на 8%. Опрос о причинах неиспользования методов точного земледелия показал, что 63 % фермерских хозяйств не видят необходимости в

их использовании на их ферме, а почти половина опрошенных хозяйств заявили, что методы были либо слишком дорогими, либо экономически неэффективными.

Около 27% сельскохозяйственных предприятий в Англии заявили, что они использовали программное обеспечение для удобрения почвы, чтобы определять внесение удобрений что на 5% больше, чем в 2012-2013 г. По высокоэффективным предприятиям этот показатель составил 42%, что выше 2017-2018 гг. на 6%. Наименьшая доля респондентов, заявивших, что они используют эти программные пакеты, приходится на фермерские хозяйства с низкими экономическими показателями.

Применение цифровых технологий дифференцировано в зависимости от специализации предприятий. Так, в 2019 году 52% фермерских хозяйств, выращивающих зерновые культуры, использовали программное обеспечение для удобрения почвы, 94% – используют компьютер или ноутбук. При этом использование компьютеров в предприятиях животноводческой направленности отстают во всех формах использования устройств. 41 % фермерских хозяйств на вопрос о причинах, мешающих соблюдению ими стандартов содержания животных, заявили о финансовых барьерах.

О перспективах внедрения цифровых технологий можно судить по опросу о планах на инвестирование в оборудование или программное обеспечение для сбора, мониторинга и управления данными в животноводстве в следующие 5 лет. В 2019 году только 14% фермерских хозяйств имели соответствующее оборудование или программное обеспечение, а четверть хозяйств только планировало инвестировать в эту сферу в ближайшие годы.

Ряд передовых научно-исследовательских институтов Великобритании участвуют в разработке и продвижении цифровых технологий в сельском хозяйстве, в том числе Lincoln Agri-Robotics, первый в мире глобальный центр передового опыта в области сельскохозяйственной робототехники, финансируемый Исследовательской компанией UKRI. В настоящее время центр активно работает в следующих направлениях:

– «выборочная уборка урожая» предполагает создание подвижной робототехники с возможностью оценки степени зрелости плодов;

– «уход за посевами» – робототехника, применяемая при точном земледелии: использование датчиков для измерения влажности почвы, физического и химического ее состояния, применение 3D-камер для измерения роста сельскохозяйственных культур и архитектуру, методы глубокого обучения могут выявлять сорняки, вредителей и болезни. Интегрированная агропродовольственная система предлагает платформы, анализ данных и исполнительные механизмы для реализации потенциала точного земледелия для преобразования ресурсной производительности сельского хозяйства, повышения урожайности при минимизации воздействия на окружающую среду;

– «фенотипирование растений» – полевые роботы автоматизируют проведения массового параллельного фенотипирования, что быстро ускоряет процесс селекции растений.

Основные Технологии (*Main Technologies*), над которыми работают в центре охватывают практически все сферы цифровизации сельского хозяйства включают: полевую навигацию, разведку и сбор урожая, выборочный сбор спелых фруктов, зондирование с использованием ряда сенсорных технологий, таких как RGB-D, гиперспектральные и/или мультиспектральные камеры, погодные факторы, распознавание сорняков, вредителей, болезней; измерения влажности почвы, физического состава почвы, химического состава почвы; и мониторинга роста сельскохозяйственных культур, цифровое управление автопарком, совершенствование совместной работы человека и робота, предполагающее отсутствие человека в поле, координирование человеком процесса планирования, сбора и упаковки урожая на месте.

В рамках реализации Инновационной стратегии, опубликованной в июле 2021 года, предполагаются значительные инвестиции (300 млн. фунтов стерлингов) во многие сферы экономики, в том числе создание глобальных IT-центров. В целом, общий рынок робототехники и автономных систем Великобритании, по прогнозам, будет расти со средним годовым темпом роста более 40% в год в период с 2020 по 2030 год, достигнув предполагаемого размера рынка почти в 3,5 миллиарда фунтов стерлингов к 2030 году. С учетом текущих тенденций внедрения РСБУ общий экономический эффект от внедрения технологий во всех секторах оценивается в 6,4 миллиарда фунтов

стерлингов к 2035 году, сельское хозяйство рассматривается как одна из наиболее привлекательных и перспективных сфер для разработки и внедрения инноваций, привлечения инвестиций. Данный документ предполагает дальнейшее развитие «киберфизической инфраструктуры», обеспечивающей функциональную совместимость искусственного интеллекта, интеллектуальных машин, Больших данных, цифровых двойников и других технологий. Например, сельскохозяйственные машины, управляемые искусственным интеллектом, будут контролировать и управлять процессами выращивания культур с помощью орбитальных датчиков, которые позволяют анализировать окружающую среду в реальном времени, что способствует устойчивому обеспечению населения доступными продуктами питания.

В рамках Плана перехода к умному сельскому хозяйству с 2021 по 2024 гг. [34] Великобритания запускает Программу инноваций в сельском хозяйстве [35] в области агротехники, которая нацелена на поддержку фермеров и предприятий в использовании инновационных способов повышения производительности и обеспечения устойчивости аграрного сектора страны.

В партнерстве с UK Research and Innovation Министерство выделяет 17,5 миллионов фунтов стерлингов для первого раунда из трех фондов, составляющих Программу. Первым открываемым фондом является «Фонд партнерства в области НИОКР под руководством отрасли», в рамках которого отдельные фермеры и сельскохозяйственные предприятия могут получить финансирование на разработку новых технологических решений для решения проблемы роста производительности, а также позволит использовать новые современные подходы и методы, например, использование искусственного интеллекта и оборудования с низким уровнем выбросов углекислого газа для оптимизации производственного процесса и выращивания устойчивых к изменению климата сельскохозяйственных культур.

Проведенный в рамках Программы конкурс Farming Innovation Pathways позволил выделить финансирование на следующие проекты:

- робот-разведчик фруктов, который отслеживает стадии роста сельскохозяйственных культур, вплоть до определения

спелости, размера и оптимального времени сбора фруктов, чтобы позволить фермерам максимизировать производство и урожайность;

- модель использования мух-солдатики для создания недорогого, богатого белком корма для животных из сельскохозяйственных отходов, позволяющего фермерам извлекать выгоду из непригодных для использования в иных случаях отходов. Это также способствует практике кругового земледелия;

- новый подход к защите семян овощей от паразитов и патогенов без использования пестицидов. Это поможет фермерам улучшить прорастание, рост и урожай овощей за счет комбинации таких методов, как лазерная обработка и натуральные дезинфицирующие средства;

- метод выращивания фруктов и овощей, использующий естественный дневной свет для улучшения питательных и вкусовых характеристик сельскохозяйственных культур. Это повысит устойчивость, продуктивность и конкурентоспособность отечественного овощеводства по сравнению с традиционным тепличным производством.

В рамках реализуемого проекта Gigabit, который курирует Департамент цифровых технологий, культуры, медиа и спорта Великобритании инвестируется 5 млрд. фунтов стерлингов для того, чтобы все территории, включая труднодоступные сельские территории, были обеспечены подключением к сети Интернет. Сверхбыстрая широкополосная связь теперь доступна более чем на 97% территории Великобритании. Ваучеры на сумму до 1500 фунтов стерлингов для дома и 3500 фунтов стерлингов для бизнеса помогают покрыть расходы на установку гигабитного широкополосного доступа к жилому помещению.

Органы статистики активно используют информацию из административных источников, в том числе, собираемых с использованием цифровых технологий. Так, при проведении Переписи сельского хозяйства и садоводства в июне 2021 года данные по животноводству частично использовались из системы отслеживания крупного рогатого скота для снижения нагрузки на респондентов.

Система отслеживания крупного рогатого скота (CTS), которая регистрирует рождение, перемещение и падеж крупного рогатого скота в Великобритании, используется для оценки

поголовья крупного рогатого скота в сельскохозяйственных угодьях 1 июня и 1 декабря каждого года.

Кроме того, в Великобритании также, как и в других странах широкое применение имеют цифровые платформы. Самым быстрорастущим с точки зрения сбора агропродовольственных данных является маркетплейс Agrimetrics, которая создана в рамках правительственной стратегии в области агротехники, описанной выше, чтобы повысить ценность общедоступных наборов данных и предоставить инструменты для их использования. Платформа интегрирует различные наборы национальных и международных данных из множества государственных и частных источников, что делает их доступными для разработчиков в режиме «подключи и работай», на платформе которого зарегистрированным пользователям доступны постоянно обновляющиеся Большие Данные:

- данные наблюдения за землей (границы полей, данные о почве и погоде для полей по всему миру, о растительном покрове и видах культур, произрастающих на полях Великобритании), данные о валовых сборах в длительной динамике, синтетические данные о связанном животноводстве.

Кроме того, в рамках подписок возможно использование пакета аналитики сельскохозяйственных культур и полей, полученного с помощью искусственного интеллекта на основе собираемых в отрасли спутниковых данных, включая LAI, NDVI, содержание воды в листьях;

- данные об устойчивом развитии (урожай, почва, погода, поля и спутниковые данные для 12 типов сельскохозяйственных культур в 11 странах, химический и биологический состав почв, границы и свойства, связанные с водными бассейнами, включая статус защиты и уязвимость к нитратам, точные карты лесного покрова и его состояние;

- данные о погоде (практически непрерывные исторические наблюдения за осадками, температурой, скоростью ветра и солнечной радиацией на поверхности для всех полей Великобритании, трехмесячные сезонные прогнозы климата для производителей сельскохозяйственной продукции и узких специалистов (агрономов) для всех полей Великобритании);

- доступные для анализа полевые данные по всем полям Великобритании.

Agrimetrics – инструмент, обеспечивающий поддержку при принятии решений по выбору наиболее эффективного сорта сельскохозяйственных культур. Приложение предоставляет пользователям информацию об эффективности альтернативных сортов в аналогичных условиях окружающей среды. Рынок данных Agrimetrics и лежащая в его основе технология связанных данных работают над поиском решений для основных проблем агрономии и производства продуктов питания, в том числе таких как удаленная разведка полей; цифровая агрономия; прогнозирование вспышки болезней и вредителей; разработка инструментов поддержки принятия решений; прогноз урожайности.

Разработкой новых цифровых решений для сельского хозяйства занимаются и научно-исследовательские университеты страны. Так, на базе крупнейшего в Европе центра прикладных исследований Университета Крэнфилда создан Центр экологической и сельскохозяйственной информатики, объединяющий передовой опыт в ключевых областях науки о данных, информатики и принятия решений, в сочетании с новейшими сенсорными технологиями и разработками в области информатики [36]. Центр специализируется на разработке трансформационных информационных технологий, интеграции технологий сбора и мониторинга данных (сенсорные технологии), обработки и интерпретации данных (информатика и науки о данных). Анализируют качество воздуха и изменение климата, качество почв, мониторинг роста сельскохозяйственных культур, природные ресурсы, а также городские системы. Основные информационные системы:

- LandIS представляет собой обширную экологическую информационную систему, предназначенную для хранения информации о свойствах почв для Англии и Уэльса, включая пространственное картирование почв, а также агроклиматологические данные. Данная система признана правительством как официальный источник национальной информации о почвах;

- LCA (Life Cycle Assessment) – система по разработке методологии количественной оценки воздействий на окружающую среду по всей цепочке экономических систем от добычи сырья до обработки, утилизации и переработки отходов на основе отслеживания формирования углеродного следа. В рамках этой

системы строятся модели для количественной оценки преимуществ улучшения здоровья животных для снижения выбросов парниковых газов и воздействия генетических улучшений в животноводстве на снижение воздействия на окружающую среду;

– Environment Data Analytics – информационная система, которая обобщает, анализирует и распознает закономерности в сложных наборах экологических данных. На основе построенных стохастических, статистических и процессных моделей генерируются прогнозы состояния и изменения экологической системы в зависимости от внешних факторов;

– Cranfield's Economics, Risk Analysis and Decision Science – система, которая на основе массовых данных позволяет проводить прикладные исследования в области естественной и искусственной окружающей среды для поддержки принятия решений в неопределенных и сложных условиях. Исследования служат основой для разработки стратегий развития для экологических и сельскохозяйственных систем;

– Atmospheric Measurement Sciences – система, собирающая сведения о качестве воздуха, выбросах парниковых газов, истощении озонового слоя, а также занимается разработкой и установкой датчиков и сетей, оценивающих природные и антропогенные системы по всему миру;

– Remote Sensing (Дистанционное зондирование) – система, работающая с огромными объемами данных и основанная на интеграции данных дистанционного зондирования и вспомогательных данных для контроля процессов сокращения лесов, развития сельского хозяйства, оценки продовольственной безопасности, проведения гидроклиматических исследований, отслеживания последствий экстремальных явлений, таких как засухи, наводнения.

Сельскохозяйственные производители страны находятся под давлением необходимости сокращения химикатов при выращивании культур с целью предотвращения загрязнений грунтовых и поверхностных вод, сокращением устойчивых к гербицидам растений – в рамках развития Зеленой экономики и органического сельского хозяйства. В связи с этим наблюдается устойчивая тенденция разработки различных цифровых решений в виде агроботов. Так, существенное развитие в стране получили стартапы агроботов. Например, Carbon Robotics отмечают

экологические преимущества этих машин, помогая уменьшить нарушение почвы, которое может способствовать эрозии, и позволяя фермерам значительно сократить или даже искоренить использование гербицидов. К тому же некоторые роботы уже работают на возобновляемых источниках энергии: робот для прополки британской компании Small Robot Company работает от батареек Tesla. Это также отразится на экологичности использования новейших технологий. Кроме того, в современных условиях использование роботов возможно не только на крупных предприятиях, но и на небольших фермах, которые часто бывают более маневренными и могут быстро внедрять цифровые решения в производственную деятельность.

Согласно прогнозам, мировой рынок этих сельскохозяйственных роботов, которые также могут быть разработаны для выполнения таких задач, как посев, сбор урожая и мониторинг окружающей среды, вырастет с 5,4 млрд долларов в 2020 году до более чем 20 млрд долларов к 2026 году [37].

Немаловажным фактором внедрения роботизированной техники при проведении сельскохозяйственных работ является острая нехватка рабочей силы, которая усугубилась в связи с пандемией коронавируса и выходом Великобритании из Евросоюза в 2020 году.

С марта 2021 года в Великобритании реализуется План поддержки экономического роста после пандемии Covid-19 и связанных с ней последствий «Build Back Better», одними из важнейших направлений которого стали:

- стимулирование краткосрочной экономической активности и долгосрочного повышения производительности за счет инвестиций в обеспечение широкополосной связи, автомобильные дороги, железные дороги и городских пространств;
- поддержка развития технологий, которые будут определять будущую быстро растущую устойчивую и безопасную экономику;
- инвестирование в инфраструктуру и технологии для достижения нулевых чистых выбросов углерода к 2050 году.

Австралия

В сельском хозяйстве Австралии в 2020 году было занято всего 1,36% от общей численности населения, что при постоянном росте потребностей в продовольственном обеспечении страны (в среднем ежегодно прирост населения в период с 2000 по 2020 год

составил 327 тыс. человек), требует интенсивного развития аграрного сектора. Поддержка сельхозпроизводителей со стороны государства в Австралии на протяжении длительного периода является одной из самых низких среди стран ОЭСР, в среднем за 2017-2019 год она составила около 2% от валовых доходов фермерских хозяйств. При общей поддержке сельского хозяйства (TSE), составляющей около 0,1% ВВП. Целевое распределение государственных средств в стране также отличается от других стран – приблизительно одна треть общих государственных расходов, приходится на услуги в области знаний и инноваций. Именно это способствовало разработке обширной системы сельскохозяйственных знаний и инноваций в Австралии.

11 октября 2021 года правительство Австралии опубликовало Положение о национальной политике в области инноваций в сельском хозяйстве, где указаны направления совершенствования австралийской системы сельскохозяйственных инноваций для стимулирования роста производительности в сельском хозяйстве и эффективности реализации произведенной продукции. В Положении устанавливаются четыре новых национальных приоритета сельскохозяйственных инноваций, нацеленных на расширение экспортного потенциала, обеспечение устойчивости к изменению климата, биобезопасность и интенсивное цифровое сельское хозяйство. Заявленные приоритеты обеспечивают согласованность усилий различных организаций и производителей, целенаправленность инвестиций для внедрения инноваций по всей системе аграрного производства с целью более прибыльной, производительной и устойчивой сельскохозяйственной отрасли.

Инновации играют решающую роль в обеспечении эффективности в сфере аграрного производства и блокчейн сельскохозяйственной продукции Австралии [38]. Благодаря постоянным инвестициям в исследования, разработки и усовершенствования (НИОКР) Австралия смогла зарекомендовать себя в качестве основного участника мирового производства продуктов питания и хлопковолокна. При этом для современных разработок и внедрения в производства прогрессивных технологий осуществляется тесное партнерство между государственными научными организациями и частными исследователями, в первую очередь через корпорации по исследованиям и развитию сельских районов (RDC). Национальное научное агентство Австралии, университеты, совместные исследовательские центры, правительственные исследовательские агентства штатов и

территорий и организации частного сектора также внесли значительный вклад в сельскохозяйственные инновации. Исследование Рост производительности сельского хозяйства Австралии более чем на 50% связан с инвестициями в НИОКР [39].

Каждый доллар государственных инвестиций в сельскохозяйственные НИОКР принес австралийским фермерам выгоду в размере 12 долларов в течение 10 лет [40]. Однако аграрный сектор Австралии по-прежнему действует в условиях растущей международной конкуренции, ограниченности ресурсов, технологических нарушений, изменчивости климата, усложняющиеся цепочек поставок ресурсов и готовой продукции, угрозы со стороны вредителей и болезней, а также нехватки водных ресурсов. Это привело к замедлению роста производительности в сельском хозяйстве Австралии в последние годы. Цифры ABARES показывают среднегодовой рост производительности на 0,6% в год за 15 лет до 2019-20 гг. Это значительно меньше, чем в среднем 3,6% в год с 1989-1990 по 2004-2005 годы.

НИОКР необходимы, чтобы помочь австралийскому сельскому хозяйству преодолеть эти межотраслевые проблемы и помочь отрасли достичь поставленной цели – 100 миллиардов долларов в стоимостном выражении к 2030 году. Для реализации поставленной цели в Положении обозначены четыре приоритетных направления развития, в каждом из которых предполагается использование цифровых технологий в сельском хозяйстве. В соответствии с Приоритетами Австралия к 2030 году должна стать:

1) надежным экспортером продуктов питания и сельскохозяйственной продукции премиум-класса. Это подразумевает обеспечение более высокого дохода фермеров и переработчиков сельхозпродукции на основе роста добавленной стоимости в отрасли; повышение уровня защиты продуктов питания за счет внедрения более совершенных технологий биобезопасности.

2) производителем сельхозпродукции, устойчивым к изменению климата при более высокой производительности и прибыльности в аграрном секторе. Реализация Приоритета предполагает сохранение и улучшение качества природных активов (например, качества почвы и водных ресурсов); расширение селекционных работ и использования сортов растений и пород животных, устойчивых к изменению климатических сценариев, в

том числе за счет использования информационных технологий и инструментов.

3) мировым лидером в предотвращении серьезных вредителей и болезней на основе внедрения достижений в технологиях и инструментах их обнаружения; улучшения средств биобезопасности на фермах, отслеживаемости продукции на всех стадиях производственного процесса и блокчейн; расширения механизмов обеспечения биобезопасности, разведки, исследований, источников и обмена данными

4) состоявшимся разработчиком и экспортером цифрового сельского хозяйства. Это предполагает подготовку работников с необходимыми цифровыми навыками, разработку систем сбора, обработки, анализа и хранения потоков данных, снижение барьеров, в том числе инфраструктурных и правовых, на пути цифровизации сельского хозяйства страны; стимулирование внедрения цифровых сельскохозяйственных решений, доступных конечным пользователям сельскохозяйственной отрасли. Реализация перечисленных задач будет способствовать повышению ценности австралийских продуктов питания и хлопка и обеспечит рост экспортного потенциала отрасли.

Для реализации поставленных целей Rural Research and Development Corporation (RDC) (организация, которая с 1989 года поддерживает организацию процессов инвестирования в инновации в сельском хозяйстве Австралии) в 2020 году создана некоммерческая публичная компания Agric Innovation Australia (AIA) для содействия совместным инвестициям и сотрудничеству в межотраслевых сельскохозяйственных вопросах, имеющих общенациональное значение. Организация определяет, разрабатывает и инвестирует в стратегии, направленные на решение проблем аграрного сектора, обеспечивает повышение гибкости инвестиций в системе и поощрение нового сотрудничества и международного партнерства в аграрном секторе. AIA привлекает инвестиции от государственных, частных, некоммерческих и глобальных коммерческих организаций для реализации сельскохозяйственных инновационных инициатив, осуществляет поддержку разработки платформ результатов научных исследований для привлечения инвестиций и партнеров по коммерциализации из частного бизнеса Австралии и других стран.

Цифровые платформы выступают в качестве инновационных площадок для научно-исследовательских центров,

исследовательских организаций и изобретателей, которые могут предоставлять подробную информацию о технологиях, способных привлечь инвестиции и партнеров по коммерциализации со всего мира, позволяют пользователям оценить возможности ведения инновационного бизнеса в Австралии, Новой Зеландии и Азиатско-Тихоокеанском регионе, обеспечивают дополнительную прозрачность информации о проектах. Одним из наиболее значимых исследований в этой сфере является запущенная в апреле 2021 года онлайн-платформа GrowAG, представляющая в настоящее время более 2000 исследовательских проектов и 41 коммерческую возможность для инвесторов.

В настоящее время на основе Стратегии цифровой экономики Австралии разрабатывается Стратегия «Цифровые основы для сельского хозяйства», которая станет частью Национальной программы сельскохозяйственных инноваций, и в частности, будет направлена на реализацию задач четвертого нового инновационного Приоритета. Стратегия объединит заинтересованные стороны в правительстве, исследованиях, бизнесе и промышленности для совместной работы над реализацией преимуществ цифрового сельского хозяйства; будет способствовать широкому внедрению цифровых технологий для повышения производительности, экономического роста, долгосрочной устойчивости сельскохозяйственной отрасли и связанных с ней цепочек создания добавленной стоимости. Инструментом реализации Стратегии является австралийский проект обмена данными AgriFood, возглавляемый Integrity Systems (дочерняя компания Meat and Livestock Australia), который взаимосвязанную магистраль данных для агропродовольственной производственно-сбытовой цепочки Австралии. Обмен данными позволит осуществлять своевременный, безопасный и неограниченный обмен данными между участниками цепочки поставок продуктов питания и сельского хозяйства. Это позволит провести начальную фазу тестирования, чтобы продемонстрировать ценность совместного использования данных, определить области для улучшения и разработать бизнес-обоснование, прежде чем будет создан полноценный австралийский обмен данными AgriFood.

Ключевыми участниками системы сельскохозяйственных инноваций являются:

Сельские научно-исследовательские корпорации (RDC): в настоящее время существует 15 научно-исследовательских

центров, которые финансируются за счет сборов с производителей НИОКР и механизмов финансирования правительства Содружества.

Центры инноваций, которые помогают фермерам и сельским и региональным сообществам повысить устойчивость к засухе и другие результаты сельского хозяйства посредством инвестиций в совместные исследования, разработки, распространение, внедрение и коммерциализацию.

Национальное научное агентство Австралии (CSIRO), ключевыми направлениями деятельности которого являются продовольствие и сельское хозяйство, решение современных проблем на основе использования современных технологий

Центры совместных исследований (CRC): программа CRC поддерживает способность австралийской промышленности конкурировать, производить и сотрудничать с исследовательским сектором. Некоторые CRC имеют прямое отношение к сельскому хозяйству.

Университеты и другие образовательные учреждения: 43 университета по всей Австралии, предоставляют возможности для ряда образовательных услуг и исследований. Темы, непосредственно относящиеся к сельскохозяйственной отрасли, исследуются во многих из этих учреждений, обеспечивающих фундаментальные исследования в области сельскохозяйственных инноваций в Австралии.

Правительства по всей Австралии: правительства штатов, территорий и стран Содружества поддерживают сельскохозяйственные инновации с помощью ряда стратегий и программ, направленных на наращивание потенциала сельскохозяйственных отраслей. Например, Центр цифрового сельского хозяйства (CDA) объединяет исследователей и отраслевых специалистов в Западной Австралии и за ее пределами, чтобы распространять информацию о новых технологиях, предлагаемых сельскому хозяйству в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе. Посредством серии целевых семинаров сотрудники определяют конкретные возможности проекта. Цели CDA: посредством сетевых встреч выявляет перспективные производственные возможности и цепочки поставок и реализации продукции и угрозы для агробизнеса Западной Австралии, связанные с цифровым сельским хозяйством; в рамках целевых семинаров разрабатывает подробное функциональное представление о возможностях конкретных

аспектов цифрового сельского хозяйства; публикует результаты в рабочих документах и научных журналах.

Системы земледелия: работа часто представляет собой партнерство между фермерами и учеными, при этом исследования в основном проводятся в масштабах фермы. Группы управляются фермерами, часто это некоммерческие организации, которые сосредоточены на улучшении результатов и обмене идеями в группе. Многие группы действуют в региональном масштабе, где производятся обычные товары.

Цепочка создания стоимости в сельском хозяйстве: в эту группу входят производители, переработчики, группы производителей и другие участники цепочки создания стоимости в сельском хозяйстве.

Стартапы и предприниматели, агробизнес и другие организации частного сектора: это большая разрозненная группа новаторов, от фермеров до разработчиков технологий. У них есть богатая история инноваций как продукта решения проблем или применения существующих технологий к новым проблемам. Примером организации в частном секторе является Австралийский сельскохозяйственный институт.

Активное участие в цифровизации сельского хозяйства страны принимает Национальное научное агентство Австралии CSIRO и Digital Agriculture Services (DAS), предлагающее разработки в сфере прогнозирования производства зерна (платформа прогнозирования производства зерна в реальном времени: Graincast); для отслеживания качества воды в реальном времени (приложение «1622», которое позволяет фермерам увидеть влияние дождей или внесенных удобрений на качество воды, использовать прогноз сезонных изменений климата); для контроля потребления пастбищных кормов сельскохозяйственными животными (система датчиков для крупного рогатого скота eGrazor) [41].

Graincast В 2020 году около 18 млн. га земли в Австралии были заняты под зерновые культуры, большую часть которых (10,1 млн. га) представляли посевы пшеницы. Во всем мире около 731 млн. га посевов зерновых, из которых на пшеницу приходится около 217,2 млн га. Это обуславливает актуальность подобных разработок и их практическую значимость для аграрного сектора многих стран мира. В отличие от большинства новых технологий идентификации сельскохозяйственных культур и прогнозирования урожайности, которые обеспечивают понимание в национальном или региональном масштабе, технология Graincast также

использует искусственный интеллект для создания точных карт культур и прогнозов урожайности на уровне загона, фермы или региона. Он также использует алгоритмы машинного обучения для успешной классификации и дифференциации схожих культур, таких как пшеница или ячмень. В 2020 году DAS будет отслеживать продуктивность и потенциальную урожайность каждой культуры в Австралии каждые 14 дней, что впервые сделает возможным внутрисезонный мониторинг. Предложенная технология особенно важна для сред с недостаточным объемом данных, стран и развивающихся рынков, где аграрные системы нелегко оцифровать.

eGrazor Повышение эффективности производства говядины на травяном откорме является ключевой для Австралии и многих других стран задачей цифровой трансформации отрасли. Работа системы заключается в том, что ее датчики на солнечных батареях, которые крепятся на тело пасущегося скота, собирают данные о поведении животных в реальном времени, их можно интерпретировать для разработки стратегий управления устойчивыми системами животноводства. Для эксплуатации системы требуются минимальные трудозатраты, а возможности эффективного сбора данных для измерения и определения характеристик крупного рогатого скота обеспечивают повышение точности кормления и других стратегий управления, а также позволят ускорить развития селекции высокопродуктивных сортов пастбищных трав для выпаса крупного рогатого скота [42]

Наиболее актуальным в настоящее время вопросом в рамках цифровизации аграрного сектора Австралии является разработка и внедрение надлежащих процедур управления данными – разработка национальной политики управления данными. Это набор общих принципов на макроуровне, которые формируют руководящую структуру, которая регламентирует доступ к данным и управление ими. В частности, политика управления данными для цифрового сельского хозяйства Австралии должна учитывать такие вопросы, как хранение и доступ к данным, сбор и хранение данных, гармонизация и стандартизация данных, управление данными, безопасность данных, управление жизненным циклом данных и аудит данных.

Австралийский рынок продуктов и услуг цифрового сельского хозяйства находится на первичном этапе формирования по сравнению с масштабами и темпами развития, происходящими в других частях мира. Однако весь экономический потенциал

цифрового сельского хозяйства будет трудно реализовать до тех пор, пока не будет выработана политика управления данными, в которой изложены принципы управления данными. Эта политика будет поддерживать как внедрение существующих технологий и практик цифрового сельского хозяйства, так и способствовать появлению новых бизнес-моделей и связанных с ними продуктов и услуг. Кроме того, политика управления данными для австралийского сельского хозяйства поможет обеспечить полный экономический и социальный потенциал принятия решений в сельском хозяйстве.

Другой проблемой на данном этапе цифровых трансформаций в сельском хозяйстве Австралии является отсутствие доступа к мобильной и интернет-телекоммуникационной инфраструктуре большого количества фермеров. Более того, это обходится производителям, агробизнесу и австралийской экономике в миллиарды долларов каждый год с точки зрения потери производительности (и прибыльности). Хотя подключение к Интернету является лишь одним из пяти препятствий на пути перехода к цифровому сельскому хозяйству, оно считается основным двигателем. Без подключения к Интернету цифровое сельское хозяйство невозможно. Из 1000 опрошенных производителей 974 респондента сообщили о неустойчивом покрытии мобильной сетью на своей территории. Таким образом, в настоящее время требуют решения вопросы: улучшения беспроводной инфраструктуры; обеспечения многоточечного спутникового доступа NBN в сельской местности; обеспечение доступа информации поставщикам программного обеспечения об оптимизации их продуктов для работы через Sky Master.

Соединенные Штаты Америки

Значительный интерес в рамках изучения зарубежного опыта цифровых трансформаций в высокоразвитых странах с традиционно развитым сельским хозяйством представляют процессы и результаты цифровизации сельского хозяйства Соединенных Штатов Америки, которые являются мировыми лидерами по производству пшеницы, кукурузы, сои, фруктов, а также крупнейшим экспортером продовольствия, составляя конкуренцию российским представителям аграрного сектора. Условия функционирования сельского хозяйства США и Российской Федерации схожи наличием значительных территорий, которые расположены в различных природно-климатических

широтах, поэтому специализация и эффективность деятельности сельхозпроизводителей сильно дифференцирована по регионам, а производство отдельных видов продукции имеет высокую степень концентрации. Оба государства являются федеративными, что определяет общий подход к разработке аграрной политики.

Благодаря своим почвенно-климатическим особенностям Соединенные Штаты являются одними из ведущих мировых производителей и поставщиков сельскохозяйственной продукции. В 2019 году в сельском хозяйстве США было занято более 960 тысяч человек. Вклад сельского хозяйства США в формирование ВВП составляет всего 0,9%, но вывоз агропродовольственных товаров составляет более 10% от общего объема экспорта. За последние 90 лет производство сельскохозяйственной продукции в США увеличилось в 5 раз без совокупного увеличения необходимых ресурсов и при уменьшении площади используемой земли на 10%. В 2020 году общее количество ферм составило чуть более двух миллионов, при этом дифференциация хозяйств по размерам, структуре и эффективности производства довольно широкая. В среднем размеры ферм в США составляют около 444 акров (180 га), а в целом по стране насчитывается около 896 миллионов акров (363 млн. га) сельскохозяйственных угодий при общей их стоимости 2,7 трлн. долл. Соединенные Штаты – крупный игрок в мировой торговле сельскохозяйственной продукцией. Экспорт сельскохозяйственной продукции из США в 2020 году оценивался в 135,7 миллиарда долларов США и, как ожидается, вырастет до 164 миллиардов долларов США к 2021 году [43].

В рейтинге World Digital Competitiveness Ranking, составляемом IMD World Competitiveness Centre, который определяет способность и готовность стран применять цифровые технологии в качестве ключевого фактора экономических преобразований в бизнесе, правительстве и обществе в целом, США занимает первое место из 64 стран.

Страну отличает активное использование инновационных подходов и технологий. Цифровая трансформация экономики США началась с 2000-х годов, за этот период более двух третей сельскохозяйственных угодий стали обрабатываться с помощью IT-технологий, результатом чего стали рост урожайности, снижение себестоимость продукции, более высокие доходы

сельскохозяйственных производителей. Для того, чтобы оставаться конкурентоспособными на внутреннем и внешнем рынках Министерство сельского хозяйства США на информационные технологии тратит более 2,5 млрд. долл. ежегодно.

Сельское хозяйство США является признанным лидером в развитии систем точного земледелия, производстве роботизированной техники для точного земледелия, производстве и использовании беспилотных летательных аппаратов [44]. С 2008 по 2018 годы в рамках 213 проектов по развитию и расширению использования автоматизации или механизации в производстве и переработке специальных культур Службой сельскохозяйственного маркетинга Министерства сельского хозяйства США, Службой сельскохозяйственных исследований и Национального института продовольствия и сельского хозяйства было выделено 287,7 млн. долл. Проекты охватывали широкий спектр технологий, включая идентификацию заданий, автоматизацию оборудования, машинное обучение, анализ данных, обработку данных, точное земледелие, дистанционное зондирование, разработку и применение дронов и датчиков [45].

В рамках программ по развитию сельских районов, которые поддерживают инфраструктуру, необходимую для внедрения информационных технологий, с 2010 по 2018 гг. Министерством выделено 3,4 млрд. долл. на 280 проектов цифровой инфраструктуры. Тем не менее, согласно Отчету о развертывании широкополосной связи за 2020 год 22,3% сельских жителей и 27,7% американцев, проживающих на землях племен, не имеют доступа к фиксированной наземной широкополосной связи (в городах – 1,5%). В России, для сравнения, по данным исследования Росстата, опубликованного в июле 2021 года, домашнего доступа к сети Интернет нет у 28,6% российских домохозяйств, причем в селах и деревнях с численностью населения менее 1000, доступ к сети Интернет отсутствует более, чем у 50% семей.

В феврале 2020 года глава Министерства сельского хозяйства США Сонни Пердью анонсировал разработку Программы сельскохозяйственных инноваций с целью увеличения сельскохозяйственного производства в США на 40% при одновременном сокращении вдвое воздействия отрасли на окружающую среду к 2050 году [46].

С учетом очерченных в программе проблем и предложений всех заинтересованных в развитии сельского хозяйства участников (органов государственного управления, неправительственных организаций, фермеров, потребителей, научное сообщество и др.) была разработана Стратегия инноваций в сельском хозяйстве США [47], реализация которой основным условием выдвигает развитие государственно-частного партнерства.

Документ представляет собой видение будущих ориентиров для дальнейших исследований и разработок всеми участниками аграрной сельскохозяйственной сферы. Основной акцент в развитии цифрового сельского хозяйства делается на доступность и простоту использования датчиков и биосенсоров для предоставления информации в реальном времени с высоким пространственным разрешением в районах наиболее активного использования земель под выращивание сельскохозяйственных культур. Основными направлениями реализации Стратегии отмечаются:

- разработка стандартов, регламентирующих сбор, обработку и управление данными для беспрепятственной работы Интернета Вещей;

- обеспечение широкополосного доступа по всей сельскохозяйственной территории для поддержки цифровой сельскохозяйственной среды, включая беспроводные сети с доступом к облачным вычислениям;

- необходимость организации сбора данных, которые позволяют количественно оценить экологические выгоды с использованием различных цифровых инструментов;

- внедрение блокчейна и аналогичных цифровых технологий в сочетании с датчиками для определения качества и безопасности продукции и обеспечения прозрачности, отслеживаемости и безопасности во всей системе сельскохозяйственного производства.

Стратегия рассматривает образование и обучение как фактор дальнейшего становления цифрового сельского хозяйства, определяя науку о данных как одну из движущих сил развития отрасли. Кооперативная система распространения знаний университетов играет ключевую роль в поддержке передачи технологий конечным пользователям и предоставления инструментов, практик и студентов нового поколения, необходимых для успешной сельскохозяйственной среды.

Активная поддержка инструментов системного анализа, объединяющих данные со всей фермы, позволят фермерам собирать, анализировать и использовать данные с собственных полей для точного и экономичного управления производственными процессами в отраслях растениеводства. Инструменты системного анализа выявляют глубокие связи между разрозненными наборами данных, позволяя моделировать и проектировать оптимизированные сельскохозяйственные системы, которые максимизируют экономические, экологические и социальные выгоды.

Автоматизированные процессы сбора данных и отчетности могут улучшить существующие методы обследования и создать среду с большим количеством данных для дальнейшего создания цифровой сельскохозяйственной среды.

В отчете Национальных академий наук, инженерии и медицины «Научные достижения в продвижении продовольственных и сельскохозяйственных исследований к 2030 году» [48] определены научные прорывы, т.е. направления разработки инновационных научных достижений, позволяющих сделать продовольственную и сельскохозяйственную систему США более эффективной и устойчивой. При этом «прорывы» определены на основе исследования относительно новых научных разработок во всех направлениях, которые могут ускорить прогресс в достижении поставленных целей и научных открытий, которые могут оказать наибольшее положительное влияние на продовольствие и сельское хозяйство:

– разработка и проверка высокочувствительных сенсоров и биосенсоров для полевых работ обеспечит возможности быстрого обнаружения и мониторинга в различных отраслях сельского хозяйства. Технология зондирования уже широко используется в аграрной сфере для обеспечения точечных измерений интересующей характеристики (температуры, влажности и т.д.). Однако возможность непрерывного мониторинга сразу нескольких характеристик является ключом к пониманию содержания и результатов, происходящих в рамках производственного цикла процессов, как элементов единой системы. Следует акцентировать внимание на более эффективном развитии и применении сенсорных технологий во всех областях производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Например, датчики почвы на полях,

занятых сельскохозяйственными культурами, могут обеспечивать непрерывную подачу данных и предупреждать фермера, когда влажность падает ниже критического уровня на конкретном участке;

– применение и интеграция наук о данных, программных инструментов и системных моделей обеспечит расширенную аналитику для управления продовольственной и сельскохозяйственной системой. Отмечается, что эта система собирает огромное количество данных, но не имеет правильных инструментов для их эффективного использования, поскольку данные, полученные в исследовательских лабораториях и на местах, хранятся в несвязанном виде. Возможность оперативного сбора, анализа, хранения, обмена и интеграции разнообразных наборов данных значительно улучшит понимание проблем, с которыми сталкивается сложная сельскохозяйственная система, и, в конечном итоге, приведет к широкому использованию подходов к управлению на основе данных в режиме реального времени.

Развитие индустрии интеллектуального сельского хозяйства стимулирует разработку и внедрение инновационных цифровых решений в помощь фермерам. Отметим, что американские компании являются лидерами на рынке интеллектуального сельского хозяйства.

Так, AGCO, крупнейший в мире производитель машин и оборудования, включающий несколько брендов (Challenger, Fendt, GSI, Massey Ferguson) по разработке умных решений по всей цепочке создания стоимости в сельском хозяйстве (планирование производственной деятельности, обработка семян, подготовка поля и посев, уход, сбор урожая, хранение, сушка и транспортировка продовольствия и кормов, производство продукции животноводства). На долю компании приходится 24 % продаж в Северной Америке, 9% – Южной Америке, 59% – Европе и Ближнем Востоке, 8% – Азиатско-Тихоокеанском регионе.

AgEagle, основанная в 2010 году, – мировой лидер и ведущий поставщик полнофункциональных беспилотных летательных аппаратов по всему миру в сфере сельского хозяйства. Компания участвует в разработке и поставке лучших в своем классе дронов, мультиспектральных датчиков и программного обеспечения для оптимального спектрального и пространственного разрешения в точном земледелии [49].

Deere & Company – компания с мировым именем и длительной историей, которая включает в себя более 25 брендов. В сельском хозяйстве занимает значительную долю рынка по производству технологических решений в точечном земледелии. John Deere органично объединяет машины, людей, технологии для получения конкурентных преимуществ (рис. 3). А специально разработанные дисплеи позволяют оптимизировать все производственные операции (нормы внесения семян, удобрений и пестицидов, обеспечить экономию топлива, усовершенствовать размещение культур), а также получать удаленную поддержку, отправляя файлы с отчетами по беспроводной сети.



Источник: Официальный сайт John Deere [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/?panel=apply>. - Дата обращения 1.11.2021

Рисунок 3 – Схема объединения всех процессов в сельском хозяйстве по всей цепочке создания стоимости

Множество технологических компаний также разрабатывают новые решения для сельского хозяйства, специализируясь на отдельных этапах производства и продвижения продукции, отдельных культурах. Так, американская техническая компания Trimble объявила о запуске программного обеспечения Trimble

Agriculture для Android, которое позволяет фермерам быстро и эффективно заполнять полевые приложения, а также с максимальной точностью отображать и отслеживать информацию о полях в режиме реального времени. Программное обеспечение Trimble Agriculture Farmer Core дополняет существующие решения Trimble, помогая фермерам оперативно управлять данными точного земледелия (планировать посевы, выполнять все виды сельскохозяйственных работ, отслеживать процессы на поле, вести точный учет урожая). Кроме того, это программное обеспечение доступно на мобильных телефонах любого типа и в Интернете.

Сельскохозяйственные производители, в свою очередь, активно используют различные инновации для поддержки и повышения конкурентоспособности ферм. Так, десять из 20 крупнейших овощеводов США, в Калифорнии и Аризоне, теперь используют роботизированные культиваторы компании FarmWise. Компания также работает над разработкой роботов по уничтожению вредителей (тля, трипсы, клопы и др.). По оценкам специалистов роботы могут значительно сократить использование средств защиты растений за счет более точечного их применения, используя компьютерное зрение [51].

Iron Ox, роботизированная тепличная компания, базирующаяся в Калифорнии, изобрела роботизированную руку, которая сканирует каждое тепличное растение и создает его трехмерную модель, чтобы отслеживать болезни и вредителей. Компания управляет уже тремя роботизированными теплицами.

Использование различных цифровых платформ в своей деятельности стало важным инструментом анализа и планирования для большинства сельскохозяйственных производителей США. Например, GEMS (Genetic, Environmental, Management, and Socioeconomic data) [52] - это инновационная платформа для поиска и анализа данных агроинформатики, разработанная Университетом Миннесоты. Включает в себя постоянно пополняемый набор аналитических инструментов, предназначенных для упорядочения, структурирования разрозненных данных, интеллектуальной корректировки полноты представленных данных и применения передовых аналитических методов анализа экологических и социально-экономических данных для целей управления.

Особенностями цифровой платформы являются:

- простой графический интерфейс, позволяющий даже неподготовленному пользователю получать доступ к данным по принципу «наведи и щелкни» и «просмотри и играй». GEMS включает набор интерфейсов, которые предоставляют различные табличные и графические представления данных. Большинство графических интерфейсов имеют гибкие всплывающие аналитические окна, дающие различную сводную статистику;

- доступные данные можно загружать в различных табличных и графических формах;

- обеспечение частного доступа к предписанным партнерам и специализированным приложениям point-n-click, используя возможности интеллектуального совместного использования;

- возможность программирования позволяет продвинутым пользователям использовать передовые методы анализа больших данных. Аналитики могут выбирать из набора аналитических инструментов, уже доступных в GEMSTools, или загружать свои собственные аналитические инструменты на платформу. В настоящее время GEMSTools поддерживает программы, написанные на R, Python и Scala;

- использование модульного подхода к анализу данных, означает, что пользователи сами решают кому доступно отслеживание используемых и разработанных ими инструментов на платформе. Их можно добавить в GEMSOpen для всеобщего обозрения и использования, поделиться ими только с определенными партнерами или оставить полностью конфиденциальными.

Использование информационных технологий уже приносит свои результаты. Согласно официальным данным Министерства сельского хозяйства США и его подразделения Farm Production and Conservation division (FPAC) в целом по отрасли отмечаются большие успехи в улучшении качества основных услуг, оказываемых Министерством фермерам, а также экономия миллионов долларов за счет программы модернизации. Уже сейчас большинство приложений и центров обработки данных Министерства модернизируются SAIC (ведущий технологический интегратор) для облака, что позволяет оптимизировать услуги для клиентов. Например, при обновлении данных в облаке сельскохозяйственные производители теперь передают

информацию о производстве продукции только один раз, которая быстро распространяется между Министерством сельского хозяйства, поставщиками, перерабатывающими предприятиями, страховыми агентами и др.

Необходимость быстрого принятия управленческих решений в Министерстве привело к созданию внутреннего центра цифровых услуг и переходу от использования локальных серверов для разработки приложений к централизованно управляемой облачной модели «платформа как услуга» (platform-as-a-service PaaS). Внедрение этой платформы позволило Министерству сельского хозяйства США и его Агентству сельскохозяйственных услуг объединить семь цифровых платформ и 150 федеральных веб-ресурсов в единый, удобный, совместимый с мобильными устройствами веб-сайт Farmers.gov.

Цифровая платформа Farmers.gov позволяет фермерам регистрировать свой бизнес в электронном виде и получать персонализированный доступ к услугам, в том числе данным, картам и инструментам, связанным с сельским хозяйством. Платформа Farmers.gov построена на основе потребностей клиентов, обеспечена ориентированным на фермеров контентом, интерактивными инструментами и панелью бизнес-данных, которая позволяет производителям больше времени уделять своей ферме и меньше - заполнению устаревших бумажных форм.

Производители с учетными записями на Farmers.gov теперь могут получать доступ к записям и картам фермерских хозяйств в режиме онлайн, что выступило важной функцией самообслуживания, добавленной недавно на сайт Министерства сельского хозяйства. Фермеры могут быстро и легко получить доступ к информации о своей земле в режиме реального времени с компьютера, планшета или телефона. Все сведения с цифровой платформы можно отправлять в качестве официального отчета кредиторам, страховщикам и т.д.

На базе платформы возможно просматривать, загружать, скачивать и пользоваться электронной подписью природоохранных документов, запросить финансовую помощь, в том числе подать заявку на участие в программах поддержки, формировать различные отчеты, проходить сертификацию, планировать и хранить различную документацию. В перспективе использование

возможностей импорта и просмотра других Shape-файлов, таких как границы посевов точного земледелия.

Для фермеров Департамент сельского хозяйства США разрабатывает цифровые приложения, позволяющие в режиме реального времени оценивать сценарии развития фермы и строить прогнозы по важнейшим стратегическим показателям. Так, приложение COMET-Farm оценивает «углеродный след» для всей или части фермы и позволяет оценивать различные варианты ведения сельскохозяйственного производства с целью сокращения выбросов парниковых газов и улавливания большего количества углерода. Даются общие рекомендации о потенциальных изменениях в хозяйственной деятельности с учетом дальнейших последствий для окружающей среды [53]. Кроме того, приложение, постоянно совершенствуясь, позволяет оптимизировать автоматизацию поливов, использовать калькулятор баланса питательных веществ, который показывает общее количество питательных веществ, внесенных как из синтетических, так и из органических источников и др.

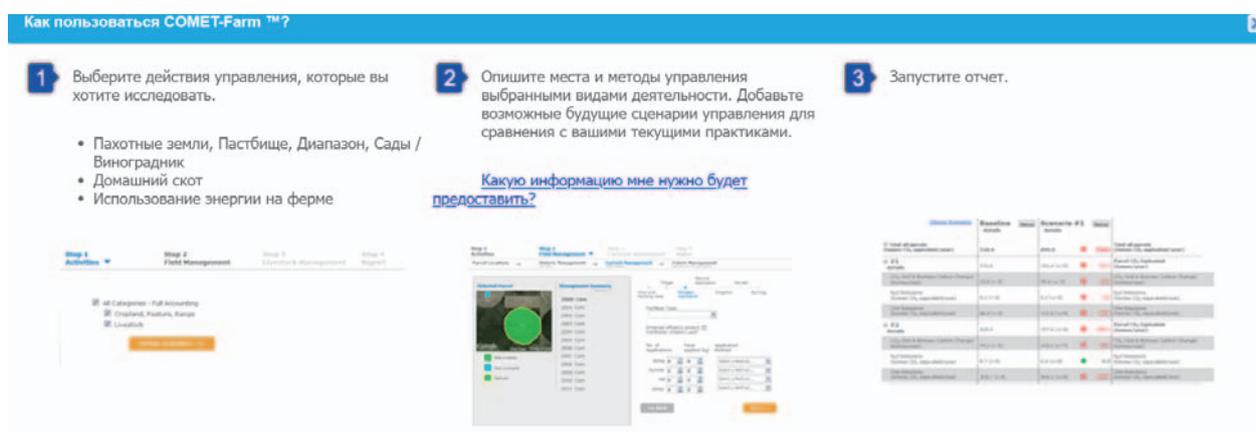


Рисунок 4 – Интерфейс Comet-farm

Поскольку инструмент использует подробные пространственные данные о климате и почвенных условиях для конкретного местоположения фермы и позволяет вводить дополнительную подробную информацию о полях и животноводческих операциях, то возможно проведение точной оценки деятельности и разработки индивидуальных рекомендаций для определенного предприятия.

Важным инструментом, рекомендуемым для контроля воздействия парниковых газов при первоначальном планировании деятельности фермы, является COMET-Planner. При планировании учитывается, как местоположение фермы, способ выращивания

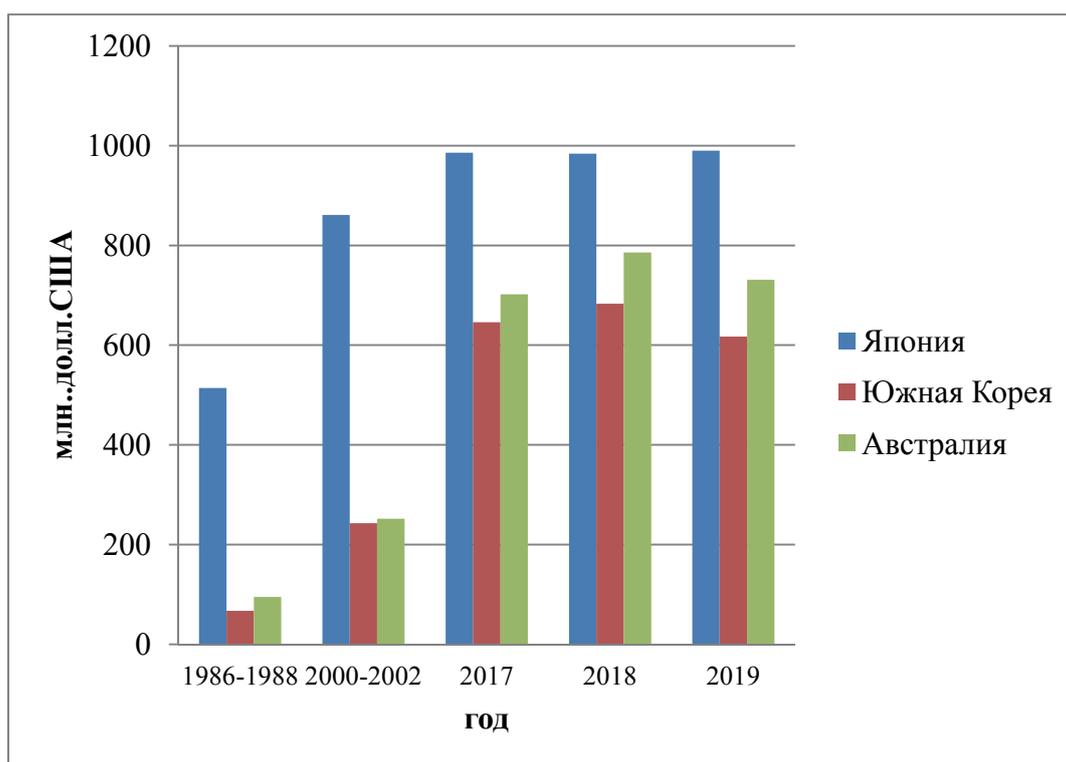
культур, так и предполагаемые меры осуществления природоохранной деятельности [54]. Данная цифровая платформа предназначена для предоставления фермерам также информации о засухе. Панель управления содержит множество полезных функций, в том числе интерактивное отображение данных о засухе и фактическую и прогнозную информацию об осадках, сведения о состоянии почвы, вегетативный стресс от засухи и карты продуктивности культур. Чтобы сопоставить текущие условия с прошлыми годами, на приборной панели предлагаются параллельные (текущие и прошлые) карты монитора засухи США. Сопоставление данных в динамике дает возможность владельцам ферм на основе анализа прошлого опыта принимать более обоснованные и эффективные управленческие решения. Кроме того, панель управления предлагает библиотеку тематических результатов исследования по управлению последствиями засухи и их предотвращению на той или иной территории.

Интересным с практической точки зрения является повсеместное использование комплекса инструментов, позволяющих фермерам ориентироваться в различных хозяйственных ситуациях. Возможность получения своевременного ответа на ряд вопросов, касающихся условий хозяйствования и особенностей конкретной ситуации обеспечивает фермерам знания для ориентации в большом многообразии вариантов решения проблемы, например, в подборе подходящих условий кредитования и поддержки, использовании программы помощи при стихийных бедствиях, поиске необходимого сервисного центра, программ страхования урожая и т.п.

Платформа Farmers.gov высоко оценена руководством Министерства сельского хозяйства США и внешними организациями за универсальность и практическую значимость. Использование подобной цифровой платформы помогает фермерам, внося необходимые сведения о своей ферме, сэкономить ресурсы и время на принятие управленческого решения, в свою очередь, Министерство получает сведения о состоянии сельскохозяйственных производителей в режиме реального времени.

В группу стран с недостаточно высоким уровнем цифровизации процессов производства и реализации продукции сельского хозяйства, но с высоким потенциалом развития аграрного сектора вошли страны, которые представляют интерес в качестве примера опыта цифровизации для Дальневосточной части России, -

это Япония и Южная Корея. Специализация, обусловленная климатическими условиями, риски, существующие в сельскохозяйственном производстве, аналогичны существующим в регионах Дальнего Востока. В связи с этим особый интерес представляет опыт организации и поддержки цифровых трансформаций в странах, имеющих наиболее высокий уровень Международного индекса цифровой экономики и общества (International Digital Economy and Society Index, I-DESI – 2016 год): Японии – 0,68, Южной Кореи – 0,75, Австралии – 0,68 (при этом в России значение индекса составляет всего 0,45) [55]. Программы цифровизации процессов производства и обращения продукции аграрного сектора в этих странах разработаны на уровне государства – министерствами сельского хозяйства и продовольствия, и направлены не только на использование информационных технологий, но и на сохранение сельских территорий, омоложение кадрового потенциала аграрного сектора, формирование зеленой экономики.



Источник: составлено автором на основе данных ОЭСР³

Рисунок 5 – Объем государственной поддержки системы сельскохозяйственных знаний и инноваций в Японии, Южной Кореи и Австралии, млн. долл. США

³ https://www.oecd-ilibrary.org/sites/928181a8-en/1/3/2/1/index.html?itemId=/content/publication/928181a8-en&_csp_=2101acf3044857a6975685747086cf09&itemIGO=oecd&itemContentType=book

Рост затрат государства в представленных странах на совершенствование системы знаний и инновационное развитие сельского хозяйства происходит более высокими темпами, чем в целом расходов на поддержку отрасли. Так, в Японии их удельный вес повысился за рассматриваемый период с 3,7 до 6,2%, в Южной Корее – с 0,5 до 22,5%, в Австралии – с 18,7 до 38,9%. Применение новых технологий является одним из факторов увеличения объемов производимой продукции, таким образом, затраты государства по указанной статье в расчете на единицу произведенной продукции с 2017 года снижаются: в Японии – на 7,7%, в Южной Корее – на 3,7%, в Австралии – на 30,8%.

Япония

С начала 2000-х годов одной из основных целей политики в Японии является самообеспечение продовольствием населения (всего 37% в 2018 году). Основными проблемами при этом являются сокращение числа фермеров и их возрастной состав (средний возраст составляет 67 лет); нехватка рабочей силы, неиспользование тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий. При этом продолжаются структурные изменения в сторону укрупнения производства и развития сельскохозяйственной кооперации. Основой борьбы с негативными тенденциями в Японии, как это было и в прошлом, должны стать новые технологии. В 2016 году Кабинет министров заявил, что «... превратит [сферу сельского хозяйства] в область роста с использованием больших данных, Интернета вещей и искусственного интеллекта» [56]. Министерство сельского, лесного хозяйства и рыбоводства (MAFF) выпустила дорожную карту по расширению бизнеса технологий и услуг интеллектуального земледелия, которая нацелена на быстрое их внедрение, в течение следующих нескольких лет.

Межведомственная программа стратегического продвижения инноваций (Strategic Innovation Promotion Program (SIP)) – это национальная программа, возглавляемая Советом по науке, технологиям и инновациям (CSTI), находящимся под контролем Кабинета министров. Как часть структуры Society 5.0, программа нацелена на решение различных ключевых экономических и социальных проблем на основе объединения различных ключевых игроков из разных секторов экономики и видов экономической деятельности. На первом этапе (2014-2018 годы) 12 тем были

выбраны в качестве критических, одна из которых была возглавлена MAFF «Превращение сельского, лесного и рыбного хозяйства в область роста с использованием больших данных, Интернета вещей и искусственного интеллекта», выдвигая интеллектуальное сельское хозяйство как ключ к будущей сельскохозяйственной стратегии в Японии. На втором этапе с 2018-2022 годов несколько проектов Society 5.0 касались вопросов интеллектуального сельского хозяйства, например, «Автоматизированное вождение как универсальная услуга», возглавляемая Toyota Corp., которая затрагивает проблему беспилотных автомобилей, а также «Технологии для интеллектуальной биоиндустрии и сельского хозяйства», возглавляемая Kirin Holdings, которая занимается такими вопросами автоматизации процессов продаж в сельском хозяйстве на основе использования платформы данных.

MAFF создала 148 демонстрационных проектов технологий и услуг интеллектуального земледелия в рамках крупномасштабной программы для популяризации современных технологий в производственном процессе. Использование технологий и услуг интеллектуального земледелия в сельскохозяйственном секторе Японии увеличивается. По данным Исследовательского института Яно, рынок интеллектуального сельского хозяйства в Японии почти утроится в ближайшие несколько лет с выручки от продаж в 18,01 млрд йен (2019 г.) до предполагаемой суммы около 45,35 млрд йен (2025 г.)⁴. Этот прогноз включает точное земледелие, системы сельскохозяйственных роботов, а также решения по выращиванию, продажам и операционной поддержке, но не включает POS-системы, сельскохозяйственные машины или дроны для сельского хозяйства, поэтому если говорить о рынке в целом, то значение будет явно выше. При этом наиболее значимые вызовы аналогичны аграрному сектору в России, они связаны с очень высоким и все еще растущим средним возрастом фермеров, что затрудняет внедрение новых технологий, поскольку многие из них не обладают грамотностью в области ИКТ, а привлечение молодых специалистов в непривлекательную с точки зрения доходов и

⁴ Statista [based on the research of Yano Research Institute](2016): “Sales revenue of the domestic smart agriculture market in Japan from fiscal year 2015 to 2019 with forecasts until 2026”. URL: <https://www.statista.com/statistics/701246/japan-smart-agriculture-market-sales-revenue/>

условий работы отрасль является сложным. Трудно удержать квалифицированную рабочую силу, способную справиться с новыми технологиями. Высокие инвестиционные затраты, особенно на новую технику, являются серьезным препятствием для сельского хозяйства Японии, в котором преобладают небольшие фермы.

Для обеспечения благоприятной среды для применения цифровых технологий в аграрном секторе страны проводятся структурные изменения, такие как земельная реформа для стимулирования использования заброшенных сельскохозяйственных угодий и развития крупномасштабного земледелия. Решениям интеллектуального земледелия особенно способствуют прогрессивные законодательные реформы, такие как использование дронов или беспилотных транспортных средств, реформы химического распыления, а также быстрое и всестороннее развертывание необходимой инфраструктуры, такой как 5G, спутниковая система QZ или стандартизированная платформа данных WAGRI. Основные функции WAGRI:

- 1) Функция совместной работы с данными. Эта функция позволяет совместно использовать данные различных сельскохозяйственных ИКТ, сельскохозяйственной техники и датчиков вне зависимости от поставщиков и производителей.
- 2) Функция обмена данными. Данные могут быть переданы в соответствии с определенными правилами, что позволяет сравнивать данные и предоставлять услуги, необходимые для повышения производительности труда и эффективности деятельности предприятия.
- 3) Функция предоставления данных. Управляются различные данные, включая почву, погоду и рыночные условия, а фермерам предоставляется полезная информация.

Применение Платформы уже дает свои результаты. Сформировалась положительная тенденция роста числа товарных фермерских хозяйств. Многие более мелкие фермерские хозяйства, особенно те, которые организованы в кооперативы, также все чаще используют стратегии совместных закупок для смягчения воздействия на инвестиционные затраты. Социальная сплоченность и сотрудничество в японском обществе способствует обмену знаниями и опытом через платформы. Еще одна тенденция - рост

вовлеченности в аграрное производство компаний, до настоящего времени не относящихся к сельскому хозяйству. Не только компании ИКТ, такие как NTT или Fujitsu, участвуют на рынке интеллектуального сельского хозяйства, но и такие компании, как TERCO, открыли для себя сектор интеллектуального сельского хозяйства как новый сегмент для применения своих ноу-хау и перспективный источник доходов. Беспшлинный импорт иностранной сельскохозяйственной техники в соответствии с Соглашением об экономическом партнерстве (EPA), государственными субсидиями, например для пилотных проектов и большой потенциал автоматизации в японском сельском хозяйстве предлагает особые стимулы. Ключевым элементом может быть обеспечение инфраструктуры обслуживания для европейских малых и средних предприятий.

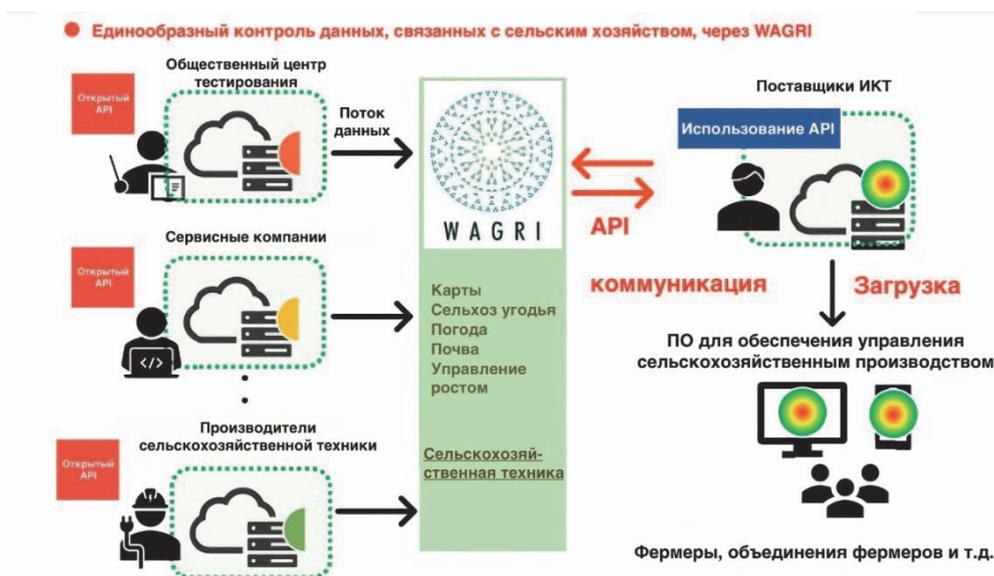


Рисунок 6 – Схема взаимодействия заинтересованных участников производства продукции сельского хозяйства на цифровой платформе WAGRI

В настоящее время рынок интеллектуального сельского хозяйства в Японии подразделяется на следующие шесть сегментов.

1. Точное земледелие (системы наведения GPS (особенно для тракторов); автоматическое рулевое управление (не включает беспилотные автомобили); автомобильные робототехнические системы (включая беспилотные системы).

2. Системы сельскохозяйственных роботов (сельскохозяйственные роботы (например, промышленные роботы,

такие как роботы-прививатели); роботы-манипуляторы (например, роботы-уборщики); роботы-помощники (например, силовые костюмы или экзоскелеты).

3. Drone Solutions (не включает дрон в качестве оборудования) (агрохимическое опрыскивание; служба мониторинга).

4. Решения по поддержке выращивания (облачные сервисы для сельского хозяйства (управление работой фермы через Интернет); комплексные устройства контроля окружающей среды (например, контроль тепла, света, вентиляции, влажности и т. д.); производственная поддержка молочного животноводства и животноводства.

5. Решения для поддержки управления (программное обеспечение для бухгалтерского учета в сельском хозяйстве; поддержка бухгалтерского учета для сельскохозяйственных корпораций; система поддержки управления (например, с использованием климатических данных).

6. Решения для поддержки продаж (ИКТ для соединения участников и оптимизации процесса продаж (обеспечение обмена данными между производителями, консультационными службами и пищевыми предприятиями с целью сокращения усилий по оптимальным продажам продуктов); служба поддержки продаж (например, с использованием климатических данных).

Обладая топографическими и климатическими особенностями Япония производит уникальные технологии для обеспечения производственного процесса, может легко передать их с помощью имеющихся цифровых платформ анализа и обмена данных. Это делает Японию перспективным полигоном для испытаний таких технологий, а проекты НИОКР в этих областях весьма привлекательными для других стран мира. Однако имеются условия, препятствующие этим процессам – это исключительное доверие отечественным производителям, в том числе информационных технологий, а также языковой барьер, что особенно актуально для сегментов традиционного бизнеса, такого как сельское хозяйство. Решением этой проблемы является использование местного партнера, а в идеале местного филиала с менеджером, говорящим по-японски. Важно отметить, что формирование устойчивого и передового сельского хозяйства - это не только национальная задача, она носит межнациональный

характер. Япония имеет очень хорошие связи со странами Юго-Восточной Азии. Японские компании часто ищут возможности в Юго-Восточной Азии, и спрос в этих густонаселенных странах, таких как Индонезия, Мьянма или Камбоджа, особенно на технологии и решения в пищевом и сельскохозяйственном секторах, является значительным. Например, спутниковая система QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) также проходит испытания в Юго-Восточной Азии, и приложения на ее основе могут быть применены в этих странах.

В настоящее время на основе полученного опыта в указанной сфере Япония предлагает инициативу для стран АСЕАН - Умное сельское хозяйство (Smart Agriculture), которая подразумевает реализацию традиционных технологий аграрного производства с использованием эффективных инновационных ИТ средств [57]. Преимущества предлагаемого подхода заключаются в следующем:

- автоматизация работы с помощью передовых технологий, таких как роботы и система управления водными ресурсами, управляемая смартфонами, позволяет масштабировать бизнес;
- ИКТ-технологии позволяют молодым фермерам перенимать производственные знания и навыки экспертов-аграрников;
- высокая степень управляемости производственных процессов в сельском хозяйстве формируется на основе точного прогнозирования этапов роста и заболеваний растений с использованием больших данных, полученных с помощью зондирования, и их глубокого анализа.

Направления реализации программы «Умное сельское хозяйство» включают:

- демонстрацию, анализ и распространение проектов, основанных на применении цифровых технологий в различных регионах страны варьирующими почвенно-климатическими условиями. Данное направление требует поощрения стратегических исследований и новаторских разработок в аграрной сфере (роботов для производства продукции в холмистых и горных местностях, интеллектуальных технологий для органического сельского хозяйства, качественных сельскохозяйственных дронов). Обязательным условием является системный подход,

способствующий внедрению цифровых технологий на основе оказания приоритетной поддержки фермерам;

– создание и распространение новых вспомогательных услуг для фермеров. Основу для реализации данного направления представляет платформа под названием «Создание новых услуг в области умного сельского хозяйства» («Creation of new services regarding Smart Agriculture»), которая расширяет возможности для поиска деловых партнеров и обмена информацией о методах создания бизнес-моделей. Также отмечается необходимость развития партнерства в сфере аграрного бизнеса, поддержки компаний, которые только начинают новый проект, а также поддержки внедрения интеллектуальных сельскохозяйственных машин, которые необходимы для оказания поддержки фермерам, создания финансирования для стартапов, которые внедряют инновации и распространяют их, в том числе с помощью японской версии программы Small Business Innovation Research (или SBIR);

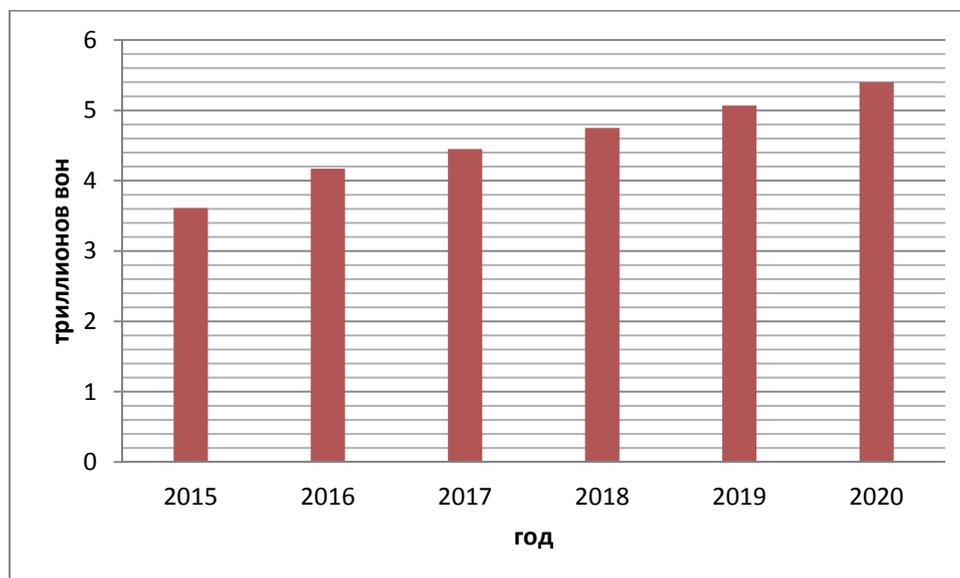
– формирование благоприятной среды для цифровизации аграрного производства, в том числе на основе создания общей цифровой среды для деятельности фермеров путем внедрения платформы «Smart Food Chain», которая обеспечивает связь данных по всей цепочке поставок продуктов питания. Также данное направление предполагает модернизацию информационной инфраструктуры сельских территорий, включая количество и мощность приемных станций для обеспечения Интернет-сетей;

– предоставление услуг по распространению знаний, что предполагает обучение молодых людей умным сельскохозяйственным технологиям; создание контента с целью обучения навыкам Smart farmers студентов сельскохозяйственных вузов и фермеров; сотрудничество стран в рамках «Проекта по ускорению внедрения Умного сельского хозяйства», предоставление учащимся сельскохозяйственных вузов и колледжей возможности получить практический опыт применения передовых технологий. Проект по ускорению внедрения Умного сельского хозяйства (Smart Agriculture) (до 2025 года) предполагает целью формирование равных для всех производителей продукции сельского хозяйства возможностей вести производство с использованием информационных технологий. В рамках Проекта

предполагается использование «Платформы для совместной работы с сельскохозяйственными данными (WAGRI)».

Южная Корея

Также как в Японии и в России, основными проблемами сельских территорий Южной Кореи, формирующими угрозу продовольственной безопасности страны, являются старение населения и изменение климата. Так, приблизительно 46% членов фермерских хозяйств старше 65 лет. Изменение климата угрожает стабильному производству сельскохозяйственных культур и затрудняет для фермеров прогнозирование и сохранение урожая во время метеорологических катастроф. Как было отмечено ранее, Южная Корея является лидером в области информационных и коммуникационных технологий, поскольку за последние пять лет она входит в тройку лидеров по уровню глобального индекса развития информационных и коммуникационных технологий. Поэтому внедрение и распространение новых методов цифрового сельского хозяйства является наиболее объективной стратегией выхода из кризиса, вызванного старением населения и изменением климата.



Источник: составлено авторами по данным агентства Statista⁵

Рисунок 7 – Оценка размера рынка Умного сельского хозяйства в Южной Корее, трлн.вон

В сентябре 2020 года Правительство Южной Кореи запустило «План нового цифрового зеленого курса» «Digital Green New Deal

⁵ <https://www.statista.com/statistics/997288/south-korea-smart-farming-market-size/>

Plan», чтобы ускорить переход к зеленой и устойчивой экономике и масштабировать интеллектуальное сельское хозяйство, основанное на данных. В формировании цифрового сельского хозяйства задействованы следующие организации:

- Корейское агентство по образованию, продвижению и информационная служба в области продовольствия, сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыболовства (EPIS) – это государственное агентство при Министерстве сельского хозяйства, продовольствия и сельских районов (MAFRA), которое отвечает за продвижение знаний в области ИКТ и обмен ими различными участниками производства и реализации продукции агропромышленного комплекса, что повышает их ценность в сельской местности, а также улучшает качественный состав трудовых ресурсов для сельского хозяйства и рыболовства. EPIS участвовал в реализации плана «Долина инноваций умной фермы», который работает как инкубатор и сайт сбора данных в аграрном секторе для подготовки молодых предпринимателей в области сельского хозяйства и продвижения smart технологий в сельском хозяйстве;

- Национальное агентство информационного общества (NIA) – это государственное агентство, ответственное за общее внедрение и поддержку информации для общества. Благодаря своим передовым технологиям и опыту, накопленным годами, NIA активно участвует в проектах, связанных с ИКТ, как внутри страны, так и за рубежом. С 2009 года NIA реализовало 47 проектов технической помощи в более чем 40 странах, наиболее масштабные из них – проекты, реализованные в Мьянме и Малайзии, связанные с решениями для умных ферм на базе ИКТ.

- Агентство сельского развития (Rural Development Administration (RDA)) строит свою работу на объединении новейших технологий четвертой промышленной революции (IoT, AI, Big Data и облачные технологии) с сельским хозяйством, пытаясь тем самым снизить барьеры для входа новых производителей в отрасль и помочь фермерам получать большую прибыль, чем раньше. Чтобы помочь фермерам более эффективно осуществлять производственный процесс, RDA создало интегрированную информационную систему, предоставляющую данные о 16 видах сельскохозяйственных культур, включая рис, пшеницу, бобы и кукурузу; четырех видах животных, таких как

«хану» или корейский крупный рогатый скот, молочный крупный рогатый скот, свиньи и птица; а также информацию о типах почвы, погоде, болезнях домашнего скота и насекомых [58]. Компания также разработала технологию наблюдения и автоматизации сельского хозяйства, которая значительно снижает потребность в рабочей силе за счет использования таких технологий, как дистанционное наблюдение, зондирование и автономное вождение. Для предоставления видеоинформации об основных вредителях агентство также планирует разработать технологию автоматической диагностики на основе технологии глубокого обучения. Кроме того, RDA планирует запустить спутник сельскохозяйственного назначения в 2025 году, вложив 116,9 млрд вон в прогноз погоды, болезней и насекомых. Особое внимание агентство уделяет традиционной культуре – рису, разрабатывая автономную машину для посадки рассады риса, автономные машины для полива рисовых полей на основе видео- и сенсорных технологий и беспилотные летательные аппараты для посадки семян риса. Это позволяет снизить затраты на рабочую силу: по оценкам руководителя агентства «Установка самоуправляемого оборудования на рисовую сеялку стоит около 40 миллионов вон (33 969 долларов США). Учитывая, что стоимость найма одного сотрудника составляет 150 000 вон (127 долларов США) в день, около 30 дней эксплуатации этого оборудования могут компенсировать затраты на устройство».

В Южной Корее реализуется в настоящее время 64 стартапа в аграрном секторе (AgriTech). Наиболее значимые из них:

онлайн-платформа Tridge для торговли сельскохозяйственной продукцией, предназначенная для производителей, импортеров, оптовой торговли и т. д. Предоставляет также информацию по основным рыночным тенденциям, аналитические данные по различным аспектам, таким как оптовые рыночные цены в режиме реального времени, тенденции производства, поставок и т. д. (<https://www.tridge.com/>)

Green Labs – технологическая компания, предоставляющая «Palm Morning» – облачную систему управления фермой на базе искусственного интеллекта, которая предлагает механизм оптимизации среды выращивания культур, который анализирует данные и сообщает, какая среда подходит для выращивания сельскохозяйственных культур, автоматически настраивает

устройства IoT на фермах и предоставляет информацию и услуги (<https://www.greenlabs.co.kr/>).

LiveCare – предоставляет интегрированную аппаратную и программную платформу для мониторинга крупного рогатого скота в реальном времени и анализа данных для выявления проблем, связанных со здоровьем, и поддержки принятия решений. Оборудование представляет собой съедобную биокапсулу, нагруженную датчиками для контроля pH и температуры. Биокапсула собирает и передает данные о рубце в реальном времени в облако. С помощью аналитики данных выявляются любые проблемы, связанные со здоровьем животных, и фермеры уведомляются о них. Фермеры могут просматривать собранные данные через программную платформу (<https://www.liveware.xyz/>).

Korea Livestock Data – это онлайн-платформа для распространения информации для животноводов. Собирает данные из различных источников, такие как данные о фермах, о здоровье скота для органического анализа, исследования иммунной системы; дает доступ к ветеринарным консультациям (<https://www.aidkr.com/en>).

Meatbox – это онлайн-торговая площадка B2B для мясных продуктов, соединяющая поставщиков мяса с оптовыми и розничными торговцами. В продуктовый портфель входят курица, говядина, свинина, утка, индейка, баранина, козлятина, колбаса, рубленое мясо, приправы. Кроме того, платформа предоставляет информацию о рыночных ценах на различные мясные продукты в режиме реального времени (<https://www.meatbox.co.kr/>).

Представителями группы стран, которые имеют небольшие масштабы сельскохозяйственного производства, но при этом обеспечивают собственное потребление и наращивают экспорт продукции, являются Германия и Швеция. Их опыт применения цифровых технологий позволит выявить эффективные направления инвестирования.

Германия

Правительство Германии одним из первых в Европе в 2011 году на выставке в Ганновере заговорило о необходимости более широкого применения информационных технологий в производстве. В настоящее время страна занимает первое место по цифровизации в ЕС и продолжается активная работа по внедрению цифровых инноваций в сельское хозяйство, что отражается не

только на стабильном обеспечении населения продуктами питания, но и способствует предотвращению выбросов и сохранению привлекательности сельских районов.

Господдержка научных исследований является важнейшей частью общей концепции цифровизации в сельском хозяйстве. Федеральное министерство продовольствия и сельского хозяйства выделяет значительные средства (50 млн. евро на 2021-2023 гг.) на экспериментальные поля для продвижения цифровизации сельского хозяйства, которые призваны помочь исследовать цифровые технологии в земледелии и животноводстве и проверить их эффективность. Исследования в рамках этого проекта касаются применения нового стандарта мобильной связи 5G в сельском хозяйстве, оптимального взаимодействия сельскохозяйственной техники посредством обмена цифровыми данными в растениеводстве для сокращения использования удобрений и средств защиты растений, создания комфортных условий содержания животных [59].

Проведение специализированных конференций на регулярной основе позволяет оценить текущее состояние цифровизации отрасли, обмениваться опытом использования цифровых инноваций, презентовать новые цифровые решения, ускоряющих трансформацию.

Последние двадцать лет фермеры активно внедряют системы точного земледелия и умной фермы, постоянно совершенствуют аппаратное и программное обеспечение, что позволяет существенно повысить эффективность всего процесса продвижения продукции от поля (фермы) до потребителя. Информационные технологии и автоматизация рабочих процессов являются вполне естественными для фермеров, цифровые приложения обеспечивают поддержку точного земледелия и животноводства, сельхозтехника оснащена интеллектуальными технологиями. В настоящее время стоит задача объединения всех процессов производства и продвижения продукции, обработки, анализа и предоставления больших данных заинтересованным пользователям, включая фермеров, поставщиков ИТ-услуг, производителей сельскохозяйственной техники, консультантов и органов государственного управления сельским хозяйством Германии. Последние в свою очередь вместе с экспертами разрабатывают основные направления политики для активной поддержки перехода

сельского хозяйства на новый технологический уровень, роста конкурентоспособности. Основные тенденции в цифровизации отрасли связаны с развитием сельской инфраструктуры, сбором данных о геолокации, средствах производства и климатических условиях, обменом знаниями и управлением данными. Все это, по оценкам экспертом будет способствовать более рациональному использованию ресурсов, благоприятно отразится на окружающей среде.

Швеция

Швеция является высокоразвитой скандинавской страной, лидером в Европе по очень многим показателям: производительность труда, квалификация рабочей силы, гибкость экономической политики, высокая конкурентоспособность страны в глобальной экономике [60]. Уровень цифровизации страны также один из самых высоких в мире. Согласно ежегодно составляемому Euler Hermes рейтингу стран по уровню создаваемых в них возможностей для цифровизации (Enabling Digitalization Index, EDI), который показывает способность создать в стране условия для развития цифровых компаний и успешного использования цифровых технологий традиционными предприятиями, в 2020 году Швеция заняла 11 место [61]. А по Глобальному инновационному индексу, оценивающему инновационный потенциал экономики страны, в 2021 г. Швеция занимает 2 место в мире [62]

Шведское сельское хозяйство является одним из самых устойчивых в мире, однако, конкуренция и высокие темпы развития в мире определяют необходимость внедрения инновационных цифровых решений, которые создадут новые возможности роста объемов и качественного состава производства в связи с растущими запросами потребителей, а также требованиями к энергоэффективности и экологической ответственности [63]. По официальным данным в 2020 году на сельское хозяйство приходилось 1,37% ВВП при 1,7% занятого в секторе населения и менее 7% сельскохозяйственных угодий от общей площади территории.

Основное направление аграрной политики заключается в развитии Зеленой промышленности, которая способствует изменению климата и рациональному использованию природных ресурсов, а основная цель – экологическая и экономическая

устойчивость отрасли. Сельское хозяйство стоит на третьем месте по объемам выбросов парниковых газов (после промышленности и внутреннего транспорта), поэтому ориентация на автоматизацию производства продовольствия, совершенствование сельскохозяйственной техники, распространение цифровых технологий на большую площадь позволит частично сократить эти выбросы. При практически неизменной площади сельскохозяйственных угодий государство стремится к увеличению доли земель, предназначенных для органического производства (до 20%). Нацеленность на экологически чистое сельскохозяйственное производство с использованием цифровых технологий в Швеции предполагает коллаборацию органов государственного управления, научного сообщества, инвесторов и фермеров.

Национальная продовольственная стратегия Швеции определяет в качестве основной цели развития сельского хозяйства создание конкурентоспособного производства продуктов питания при одновременном достижении соответствующих национальных экологических целей, а также содействие устойчивому развитию по всей стране. Увеличение производства как обычных, так и органических продуктов питания должно соответствовать потребностям потребителей [64]. Основными стратегическими направлениями развития сельского хозяйства Швеции, определенными в документе, выступают:

- использование таких инструментов аграрной политики, которые бы способствовали повышению производительности и конкурентоспособности в цепочке поставок пищевых продуктов;

- обеспечение абсолютной уверенности потребителей в качестве продуктов питания и возможности покупать продукцию местного и органического производства. В свою очередь, рынок продуктов питания должен характеризоваться эффективной конкуренцией, а шведскому экспорту продовольствия должна быть предоставлена возможность роста;

- всесторонняя поддержка системы знаний и инноваций для повышения производительности, внедрения инноваций в цепочке поставок продуктов питания и устойчивого производства и потребления продуктов питания.

По мнению правительства, инновации жизненно важны для долгосрочного развития производительности бизнеса и, следовательно, для роста и будущего процветания.

Целью правительственных программ инновационного партнерства является определение инновационных решений основных проблем, стоящих перед обществом, и содействие повышению конкурентоспособности Швеции. В июле 2019 года Правительство представило четыре темы, которые легли в основу партнерских программ на 2019-2022 годы. Темы основаны на сильных сторонах Швеции и Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года: климатически нейтральная промышленность; развитие цифровых навыков и непрерывное обучение; цифровая трансформация промышленности; здоровье и науки о жизни. Программы инновационного партнерства объединяют малые и крупные компании, университеты и высшие учебные заведения, представителей гражданского общества и государственного сектора, чтобы совместно установить приоритеты в отношении того, что необходимо сделать для решения проблем в этих направлениях [65].

Нельзя не отметить роль научных институтов при переходе к цифровой экономике и разработке и внедрении новых инновационных решений в сельском хозяйстве. RISE (Research Institutes of Sweden) – шведский государственный независимый научно-исследовательский институт, который активно сотрудничает с международными организациями, академическими кругами, бизнес-структурами и государственным сектором в области разработки перспективных технологий во всех сферах экономики. В сельском хозяйстве RISE, обладая обширным опытом, занимается разработкой новых инновационных решений для роста конкурентоспособности сельскохозяйственного сектора с учетом адаптации к изменению климата. В настоящее время институтом поддерживаются разработки почти по всем инновационным технологиям.

В области точечного земледелия апробируются меры по увеличению урожайности сельскохозяйственных культур без увеличения воздействия на климат. С этой целью большая часть работы в области точного земледелия связана с использованием датчиков для картирования условий возделывания культур. При этом используемые технологии охватывают применение спутников и автономных дронов до взятия проб почвы, их анализ и маркировка с помощью GPS с целью получения максимально возможного разрешения и максимально подробных измерений.

Другим важнейшим направлением точного земледелия является его роботизация. Автономные машины помогают при посеве, уборке урожая, вспашке и прополке, увеличивая урожайность на 10-20 ц с 1 га. Разработчики роботов считают, что применение роботов наиболее эффективно на небольших или средних фермах, особенно в узкоспециализированных хозяйствах.

Создание роботизированной техники, в том числе для аграрной сферы в Швеции, также находится на высоком уровне. Так, объединив робототехнику и экологически чистое сельскохозяйственное производство в фирме Ekobot ведутся разработки практичных и устойчивых решений сельскохозяйственных проблем, снижая при этом рабочую нагрузку с помощью автономных инструментов. В овощеводстве был создан уникальный автономный робот Экобот, способный механически пропалывать поля, предлагает фермерам эффективную альтернативу использования гербицидов [66].

В отношении животноводства также ориентир в разработках направлен на технологии и методы для развития функционального, экономичного и экологически устойчивого животноводства за счет внедрения датчиков и других технических средств для мониторинга благополучия и здоровья животных.

Развитие цифровизации, как следующего шага после точечного сельского хозяйства, позволяет связывать различные системы с IoT и анализировать данные с помощью искусственного интеллекта. В RISE поддерживается связь с большим количеством фермеров по всей стране для тестирования инновационных решений в реальных условиях.

Отдельно необходимо выделить использование большого количества испытательных стендов (демонстрационной среды) для цифрового сельского хозяйства как основу для сотрудничества, разработки и тестирования новых продуктов и услуг. Стенды позволяют протестировать и оценить идею на раннем этапе, снижают риски и оптимизируют процесс разработки продуктов и методов, ускоряя темпы инноваций. Основным преимуществом стенда является снижение затрат на разработку и сокращение времени от идеи до вывода продукта на рынок. Здесь работают над датчиками, системами управления и анализа данных, совершенствованием системы поддержки принятия решений, основанных на собранных данных гарантированного качества,

автономными электрическими машинами и новыми системами обработки почвы. На стенде исследователи и компании получают доступ к:

- связанным полям с разными культурами;
- инфраструктуре и возможности для сбора, управления и анализа больших объемов данных;
- собранным цифровым данным о выращивании культур;
- референтным группам с фермерами и специалистами.

Функционирующий на базе RISE опытный цех, позволяет построить современные инструменты, экспериментальное оборудование или полномасштабные автономные электрические машины. После тестирования разработок в рамках стенда далее происходит масштабирование инноваций в сельском хозяйстве по всей Швеции (RISE).

Шведский институт сельскохозяйственных наук (SLU) активно участвует в разработке новых цифровых подходов к сельскохозяйственному производству. Важно отметить, что основными областями исследования вуза являются разработки по экологии, окружающей среде, наукам о земле, на которые приходится почти треть всех публикаций [67].

Институт инициировал или участвовал в разработке ряда цифровых вспомогательных средств, позволяющих из огромного массива данных различных типов извлекать полезную для анализа информацию. Далее информация становится доступной через приложения, которые в большинстве случаев можно использовать бесплатно. Вместе с консультативными организациями, властями и компаниями институт создал консультативную систему нового типа – интеллектуальные приложения, которые преобразуют спутниковые снимки, данные проб почвы и снимки с дронов в информацию, используемую непосредственно фермером.

В Швеции, как и во всем мире, разработаны и применяются сети и платформы для сотрудничества, направленная на развитие и использование точного земледелия. SLU участвовал в разработке Precisionsskolan.se, где представлен ряд интеллектуальных приложений, помогающих фермерам в принятии решений по выращиванию сельскохозяйственных культур, адаптированных к конкретным условиям местности. С помощью датчиков и данных, полученных в результате их анализа можно определить нужное количество семян для посева, вид необходимого средства защиты

растений, потребности каждого участка в питательных веществах. Этот тип системы обычно используется при традиционном выращивании, но в принципе можно использовать одну и ту же технологию независимо от системы выращивания.

Существуют и другие варианты систем поддержки принятия решений. Для достижения наилучших результатов необходимо использовать опыт основных пользователей приложений, т.е. фермеров. Поэтому важным направлением развития цифровых решений является создание интерактивных функций, на которые фермер может влиять и адаптировать к условиям конкретной фермы для повышения точности. Пример того, как пользователь может взаимодействовать с системой, можно найти на Markdata.se. В основе приложения, созданного SLU, лежит подробная цифровая карта содержания глины верхнего слоя пашни, которая охватывает большую часть пахотных земель Швеции. Используя это приложение, фермер может создать файлы распределения количества семян для управления сеялкой. При наличии собственных данных по содержанию глины на участке фермер может самостоятельно загрузить их в систему, что преобразует и адаптирует карту автоматически для конкретного предприятия. Также у приложения есть возможность вручную корректировать части карты по своему желанию.

Опыт цифровизации сельского хозяйства Швеции уникален направленностью на благополучие граждан в экономическом и экологическом аспекте. Так, сайт [Greppa Näringen](http://Greppa.Naringen.se) [68] основными целями своей деятельности рассматривает сокращение выбросов парниковых газов, снижение уровня эвтрофикации и безопасное использование средств защиты растений. Используя этот ресурс, фермеры могут получить бесплатную консультацию, как по повышению финансовых результатов хозяйствования, так и для сохранения окружающей среды. На сайте предлагаются информационные бюллетени, цифровые инструменты для составления собственного баланса питательных веществ для растений, расчета сроков окупаемости вложенных инвестиций, электронные таблицы для расчетов. Например, возможно рассчитать экономическую эффективность при различных вариантах внесения удобрений в зависимости от вида и формы внесения органических удобрений, вида разбрасывателя, времени внесения по различным видам культур. В приложении можно

увидеть эффективность использования азота и экологического индекса в зависимости от комбинаций внесения удобрений. Также для фермеров будет полезен инструмент CropSAT, позволяющий измерить урожай со спутника в течение сезона.

Для укрепления цифровой инфраструктуры продолжается работа по дальнейшему расширению широкополосной связи в сельской местности, поскольку в настоящее время за пределами городских районов доступ к высокоскоростной широкополосной связи все еще недостаточный [69]. На устранение этой проблемы выделяются значительные средства: в 2020 году было инвестировано 200 млн. шведских крон, на 2022 год заложено в бюджет уже 500 млн. шведских крон.

Таким образом, общими задачами цифровизации сельского хозяйства в этих странах является привлечение молодежи в отрасль и сохранение сельских территорий посредством создания комфортного пространства для жизни и улучшения условий труда, позволяющих саморазвиваться сельскому населению, приобретая новые компетенции; повышение производительности труда и эффективности деятельности производителей продукции сельского хозяйства за счет доступного информационного обеспечения, упрощения логистики движения продукции от производителя к потребителю.

3. Система показателей и методика всестороннего анализа условий и результатов внедрения цифровизации в АПК

Проведенный анализ публикуемых результатов процесса цифровизации сельского хозяйства в разных странах мира с традиционно развитым сельским хозяйством показал, что единой системы статистических показателей для анализа указанного процесса в настоящее время нет, также как и полноценной, отлаженной объективной системы мониторинга использования цифровых технологий, обеспечивающего сопоставимые данные во временном и территориальном разрезе. При этом в России существует необходимость включения системы показателей цифрового сельского хозяйства в общую систему статистического наблюдения, обработки и анализа данных. В соответствии с Руководством по стратегии электронного сельского хозяйства, предложенным Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций [70], для анализа процесса и результатов цифровых трансформаций в аграрном секторе следует рассматривать два типа показателей:

1. Показатели условий и масштаба применения цифровых технологий в сельском хозяйстве (внедрения электронного сельского хозяйства).

2. Показатели результатов производства с применением цифровых технологий в сельском хозяйстве.

В этом контексте основными задачами при уточнении системы статистических показателей, отражающих уровень и результаты цифровизации в сельском хозяйстве, являются:

- определить заинтересованные стороны, для которых важна информация о результатах в электронном сельском хозяйстве;
- определить содержание области данных о процессе и результатах внедрения электронного сельского хозяйства для каждой из заинтересованных сторон;
- разработать показатели выпуска продукции и других результатов цифрового сельского хозяйства.

В Российской Федерации заинтересованными в информации о деятельности цифрового сельского хозяйства лицами являются:

- 1) организации и ведомства, определяющие политику в аграрном секторе на федеральном, региональном и местном уровне;

2) производители продукции сельского хозяйства (в разрезе категорий хозяйств: крупные и средние сельскохозяйственные организации, крестьянские (фермерские) хозяйства, хозяйства населения;

3) производители I сферы агропромышленного комплекса – поставщики ресурсов для сельскохозяйственного производства;

4) научно-исследовательские, образовательные учреждения, частные исследователи.

Показатели условий и масштабов цифровизации в сельском хозяйстве:

– показатели развития информационного общества в сельских территориях: численность домашних хозяйств и производителей продукции сельского хозяйства, имеющих персональные компьютеры и доступ к сети Интернет; численность активных абонентов мобильного широкополосного доступа к сети Интернет в расчете на 100 человек населения; численность населения, использующего компьютерные технологии и Интернет-ресурсы на рабочем месте (в разрезе возраста, стажа и образования); доступ и частота пользования сервисами электронных государственных услуг, численность населения и производителей сельскохозяйственной продукции, использующих средства обеспечения информационной безопасности; см. стратегию [71]);

– показатели качества трудовых ресурсов сельскохозяйственных организаций и сектора домашних хозяйств: состав работников по возрасту и образованию в разрезе категорий хозяйств; численность работников, имеющих цифровые компетенции; численность работников, прошедших переподготовку, повышение квалификации, обучение с целью приобретения компетенций по использованию ИКТ; численность образовательных организаций, имеющих направленности подготовки в сфере использования ИКТ;

– показатели качества земельных ресурсов: средний размер поля в разрезе категорий хозяйств; состав сельскохозяйственных угодий по использованию в разрезе категорий производителей; удельный вес деградированных земель и их состав по степени и факторам деградации в разрезе категорий хозяйств (как фактора,

ограничивающего использование цифровых технологий «умное поле»);

– показатели качества основных и оборотных средств производства: состав основных средств по степени изношенности, по мощности; доля импортной составляющей в промежуточном потреблении (в том числе компьютерное оборудование и программное обеспечение);

– показатели государственной поддержки цифровизации сельского хозяйства: государственные средства, направленные на поддержку развития знаний и инноваций в сельском хозяйстве; государственные средства, направленные на обновление техники и обучение кадрового состава в сфере использования ИКТ.

– показатели применения цифровых технологий в разрезе заинтересованных субъектов (использующих цифровые технологии): сельскохозяйственные организации, КФХ и ХН, организации обслуживания; исследователи

– показатели использования цифровых технологий в производственном процессе по категориям производителей, в разрезе территорий.

Структура показателей измерения цифровизации в соответствии с рекомендациями ОЭСР предложена в работе польских ученых-экономистов [72], включающая индикаторы цифровизации на уровне отрасли (цифровые расходы (Активы), запасы цифровых активов, цифровые транзакции, работы по цифровизации производственных процессов, цифровые технологии в обеспечении взаимодействия между фирмами, клиентами и поставщиками внутренние / внешние бизнес-процессы с использованием информационных технологий), отдельного производителя (использование цифровой воронки продаж, источники цифрового трафика, показатели эффективности реализации продукции на основе применения цифровых технологий, активность в социальных сетях, привлечение клиентов с использованием информационных технологий, цифровые доходы и цифровые активы) и продавца-покупателя (использование онлайн-решений, коэффициент цифрового самообслуживания, активность использования цифровых приложений для покупки товаров и услуг).

Как отмечено в «Стратегии цифровой трансформации сельского хозяйства – «Моя цифровая ферма» или «Привет, Ферма!» [73], основными задачами цифровой трансформации сельского хозяйства с точки зрения большинства заинтересованных сторон являются «обеспечение полноты и достоверности данных о ситуации в отрасли и на продовольственном рынке; снижение себестоимости продукции и стоимости входа в агробизнес новых сельхозпроизводителей; создание единого стандарта типового хозяйства и интеллектуального помощника фермера на основе искусственного интеллекта; повышение контроля качества продукции сельского хозяйства от поля до прилавка; обеспечение отрасли квалифицированными кадрами».

Масштабы цифровизации сельского хозяйства с точки зрения каждой заинтересованной категории для решения поставленных задач могут быть охарактеризованы следующей системой показателей:

Таблица 1 – Задачи и показатели цифровизации в сельском хозяйстве по категориям заинтересованных участников

Категория заинтересованных участников экономики	Задачи в рамках цифровизации сельского хозяйства	Показатели участия в цифровой экономике	Показатели результатов и эффективности цифровизации в сельском хозяйстве
Организации, определяющие политику в аграрном секторе	Упрощение распространения политики и руководящих принципов для участников аграрного сектора, доступ к информации, основанной на объективных показателях о деятельности сельхозпроизводителей для поддержки принятия решений, проектирования и оценки.	Доля сельскохозяйственных производителей, имеющих доступ к услугам электронного правительства на разных уровнях	Число источников информации о применении цифровых технологий в сельском хозяйстве, включая информационные технологии с использованием сети Интернет; Доля документов, доступных в цифровом формате на специализированных порталах, платформах, в приложениях
Производители продукции	Расширение возможностей для	Доля сельхозпроизводителей	Количество продукции по видам,

Категория заинтересованных участников экономики	Задачи в рамках цифровизации сельского хозяйства	Показатели участия в цифровой экономике	Показатели результатов и эффективности цифровизации в сельском хозяйстве
сельского хозяйства	доступа к информации об инновационных производственных технологиях, поставщиках ресурсов и услуг и способах реализации продукции на наиболее выгодных условиях	й, пользующихся информационными услугами на основе сети Интернет; Число датчиков, дронов и других цифровых технологий и инструментов (по видам), используемых в производственном процессе; Доля производителей, применяющих инновационные методы ведения сельского хозяйства с использованием цифровых технологий; Доля агропредприятий, использующих программное обеспечение, услуги или приложения для логистики и управления цепочками поставок Площадь сельскохозяйственных угодий, оборудованных цифровыми технологиями для производства продукции; поголовье животных, содержащихся на умных фермах; численность машин и оборудования с применением цифровых технологий	произведенной с использованием цифровых технологий*; Продуктивность земель и животных, участвующих в процессе производства с использованием цифровых технологий Затраты удобрений на 1 га и кормов разных видов на 1 голову при производстве продукции с использованием цифровых технологий; Себестоимость 1 ц продукции, произведенной с использованием цифровых технологий; Количество продукции, реализуемой с использованием платформ и мобильных приложений
Поставщики ресурсов	доступ к знаниям, фактическим данным и опыту для поддержки развития	Численность и доля поставщиков услуг, использующих национальные	Число производителей сельскохозяйственной техники и

Категория заинтересованных участников экономики	Задачи в рамках цифровизации сельского хозяйства	Показатели участия в цифровой экономике	Показатели результатов и эффективности цифровизации в сельском хозяйстве
	ресурсной базы агропроизводителей, сокращение временных и материальных затрат на совершение транзакций	порталы, платформы, мобильные приложения для взаимодействия с производителями сельскохозяйственной продукции; Число и доля транзакций, совершаемых с использованием цифровых технологий	оборудования с возможностью использования цифровых технологий в производственном процессе; Количество произведенной техники с оборудования с возможностью использования цифровых технологий в производственном процессе; Число производителей, осуществляющих сделки по приобретению ресурсов с использованием информационных технологий
Исследователи	доступ к информации, основанной на фактах, для изучения закономерностей в аграрном секторе, поддержки принятия решений, проектирования и оценки	Число доступных источников информации об использовании цифровых технологий при производстве продукции сельского хозяйства; Активность использования исследователями данных о масштабах и результатах применения цифровых технологий в сельском хозяйстве	Количество публикаций исследователей в сфере использования цифровых технологий в сельском хозяйстве, в том числе по результатам исследований, проведенных с использованием данных, генерируемых на мобильных средствах, порталах и платформах; Число публикаций, размещенных на порталах и др. средствах,

Категория заинтересованных участников экономики	Задачи в рамках цифровизации сельского хозяйства	Показатели участия в цифровой экономике	Показатели результатов и эффективности цифровизации в сельском хозяйстве
			используемых производителями и их сообществами

* Продукция, произведенная с использованием цифровых технологий, т.е. с применением в производственном процессе информационных технологий (облачные решения, большие данные, компьютерное зрение, нейронные сети, искусственный интеллект, распознавание образов, системы распределенного реестра, дополненная и виртуальная реальность, комплексные информационные системы управления сельскохозяйственными предприятиями), инженерных решений для точного земледелия или цифровой фермы (роботы и автономные машины, автономные датчики, дроны, автономные машины, космические технологии, решения для умных ферм) или коммуникационных технологий (геопозиционирование (ГЛОНАСС/GPS), мобильный Интернет, технологии беспроводной связи и сети стандартов 3G, 4G, 5G, Интернет вещей, беспроводные сенсорные сети).

4. Прогноз развития цифрового сельского хозяйства в Российской Федерации на основе анализа международной практики цифровизации АПК

По оценкам аналитической фирмы Research Dive (Индия), являющейся одним из лидеров в маркетинговых исследованиях, мировой рынок цифрового сельского хозяйства к 2028 году достигнет 54.949,9 млн. долл. по сравнению с 26.642,6 млн. долл. в 2020 году [74]. Современные направления развития сельского хозяйства в рамках формирования в большинстве развитых стран Зеленой экономики, основанной на ресурсосберегающем производстве замкнутого цикла и снижении углеродного следа предприятий в условиях критических изменений климата, требуют использования в качестве основного средства производства цифровых инструментов и технологий. Необходимость цифровых трансформаций, повышающих производительность труда в сельском хозяйстве, сокращающих затраты живого труда, обеспечивающих взаимодействие между сферами агропромышленного комплекса и потребителями сельскохозяйственной продукции на основе сети Интернет, подтвердили особенности экономических условий в период пандемии Covid-19.

По оценкам ФАО 85% роста производства сельскохозяйственных культур в мире будет обеспечивать за счет интенсификации производственных процессов с использованием инновационных технологий.

В 2021 году принят один из стратегических документов ЕС в области цифровизации – «Цифровой компас 2030: европейский путь для цифрового десятилетия» [75], в котором представлены основные цели, принципы и подходы к цифровой трансформации ЕС в период до 2030 года. Документ базируется на развитии четырех важнейших компонентов: цифровых навыков, инфраструктуры, трансформации бизнеса и цифровых сервисов.

1. *Развитие цифровых навыков* предполагает дополнительную подготовку 20 млн. специалистов в области информационно-коммуникационных технологий и обучение 80% населения Европейского союза базовым цифровым навыкам.

2. *Формирование цифровой инфраструктуры* предполагает обеспечение доступа к высокоскоростному интернету и развитие современных стандартов связи (5G – повсеместно и 6G – развития и апробация в отдельных локациях).

3. *Цифровая трансформация бизнеса* включает в себя использование 75% европейских компаний облачных технологий, искусственного интеллекта и больших данных; удвоение числа технологических стартапов; 90% малых и средних предприятий достигнут среднего уровня цифровой интенсивности. Уровень цифровой интенсивности измеряется при помощи Индекса цифровой интенсивности (The Digital Intensity Index), который включает такие показатели как использование компаниями веб-сайтов, количество наемных работников ИТ-сферы, покупка дорогостоящих облачных сервисов, использование B2C сервисов и так далее [76]. Стоит отметить, что в качестве интегрального показателя цифровой трансформации используется индекс цифровой экономики и общества, по результатам измерения которого публикуется ежегодный доклад [77].

4. *Цифровизация публичных сервисов*. Данное направление предполагает 100% доступ граждан к цифровым государственным сервисам в области медицины, образования, государственных услуг, в том числе с использованием цифрового ID.

«Цифровой компас 2030: европейский путь для цифрового десятилетия» является частью европейской стратегии цифровизации и включает в себя такие субстратегии как: единая европейская стратегия кибербезопасности, стратегия цифровых финансов, стратегия развития и использования больших данных и искусственного интеллекта, развитие цифровых платформ для регулирования бизнеса.

«Цифровая повестка» Европейского союза включает в себя также создание Единого цифрового рынка (стратегия развития которого была принята еще в 2015 году). Стратегия создания данного рынка базируется на трех компонентах: 1. Равный доступ для потребителей и бизнеса к цифровым технологиям по всему ЕС. 2. Создание необходимых и равных условий для развития цифровых технологий. 3. Максимизация потенциального роста цифровой экономики [78]. Одной из целей Единого цифрового

рынка является сокращение цифрового неравенства между городской и сельской местностью, обеспечение качественного доступа в Интернет по всей территории Евросоюза.

Наряду с цифровой трансформацией общества и экономики в целом, важное место отводится цифровизации сельского хозяйства. Отмечается, что в «умном сельском хозяйстве», развертывание периферийных мощностей, подключенных к технике на фермах, позволит собирать данные о сельском хозяйстве в режиме реального времени, предоставлять фермерам расширенные услуги, такие как прогнозирование урожая или управление фермой, а также оптимизировать цепочки поставок продуктов питания, что потребует обеспечения доступа к распределенной облачной инфраструктуре хранения данных [79]. Цифровизация сельского хозяйства предполагает также реализацию европейской стратегии сбора данных «Общеввропейское пространство данных», которая позволит повысить устойчивость и эффективность сельского хозяйства с помощью обработки и анализа данных [80]. Совершенствование только лишь сбора и облачного хранения не принесет ожидаемых выгод, так как требуется еще и применение высокоэффективных, квантовых компьютерных систем для обработки данных. Квантовые компьютеры, в частности, помогут ускорить формирование цифровых двойников, например, поля или целого сельскохозяйственного предприятия.

В странах Европейского союза цифровизация рассматривается как инструмент противодействия глобальному потеплению и изменению климата, а также решения задач, изложенных в Целях устойчивого развития [81]. Цифровизация экономики потребует развития цифровой инфраструктуры, сервисов и новых навыков работников различных сфер для достижения ощутимого прогресса цифровой трансформации [82]. Ключевым вопросом является определение комплекса технологий, которые составляют основу инфраструктуры, обеспечивающей конкурентное преимущество стран в будущем. Главные компоненты цифровой стратегии европейских стран можно обобщить следующим образом (Таблица 2).

Таблица 2 – Главные компоненты европейской стратегии цифровой трансформации

Компоненты цифровой стратегии	Содержание
Цели цифровизации	<ul style="list-style-type: none"> - обеспечить устойчивое развитие экономики - повысить эффективность использования ресурсов - обеспечить зеленый инклюзивный экономический рост и развитие сельских территорий - борьба и предупреждение последствий изменения климата
Стратегия инвестирования и развития цифровизации сельского хозяйства	<ul style="list-style-type: none"> - имплементация национальных программ развития цифрового сельского хозяйства - дополнительная поддержка мелких производителей - потребность в дополнительных инвестициях на цифровизацию
Развитие сервисов и приложений для цифровой трансформации	<ul style="list-style-type: none"> - тренд на развитие приложений типа «государство-бизнес» (G2B) - повсеместное развитие мобильных приложений для сельского хозяйства
Развитие инфраструктуры	<ul style="list-style-type: none"> - слабое развитие проводной и сильное развитие беспроводной связи - потребность в обеспечении сопоставимости данных, получаемых на разных уровнях управления - наличие системы мониторинга цифровой трансформации
Развитие человеческого капитала	<ul style="list-style-type: none"> - обучение цифровым навыкам фермеров и сотрудников сельскохозяйственных организаций
Статистические наблюдения за цифровизацией	<ul style="list-style-type: none"> - необходимость развития системы показателей цифровизации сельского хозяйства, особенно для мелких товаропроизводителей
Ключевые технологии	<ul style="list-style-type: none"> - искусственный интеллект - цифровые двойники - роботизация - высокопроизводительные компьютеры - интернет вещей - блокчейн - 5G - Web 3.0 - мобильные приложения - CRM-системы

Сами по себе информационные технологии не являются достаточным условием для экономического прорыва. По большей части экономика сельского хозяйства развитых стран имеет

высокий уровень обеспеченности информационно-коммуникационными технологиями (персональными компьютерами, доступом в интернет и т.п.), однако, цифровая трансформация, как залог обеспечения устойчивого развития, требует применения принципиально новых цифровых технологий. В частности, речь идет об искусственном интеллекте, роботизации, блокчейн технологиях, высокопроизводительные компьютеры, интернет фермерских вещей, и 5G. Объединение этих технологий создает основу для создания цифровой экосистемы сельского хозяйства.

Эксперты согласны с тем, что текущие инновации в области электронного сельского хозяйства с использованием новых технологических разработок, таких как искусственный интеллект (например, распознавание болезней растений), сенсорные сети (например, «Интернет фермерских вещей») и технология блокчейн (например, для прозрачности пищевой цепи) в основном нацелены на более крупные фермы и заинтересованные стороны.

Соединение всех стейкхолдеров в единой цифровой платформе сформирует новые возможности для развития сельского хозяйства.

Цифровизация, как отмечалось ранее, рассматривается странами европейского союза как один из важнейших инструментов борьбы с изменением климата. Исходя из общей стратегии и тактических действий стран ЕС предполагается следующая логика и инфраструктура цифровой трансформации экономики, которую можно рассмотреть на примере сельского хозяйства.

Сельскохозяйственное производство будь то животноводческая ферма, поле с посеянными зерновыми культурами или теплица применяют всевозможные датчики, сенсоры, дроны и БЛА, роботизированную технику, беспилотные тракторы и другие технологии, являющиеся аппаратным обеспечением («hardware») цифровизации. Программное обеспечение («software») позволяет «оживить» технические устройства, обновлять и корректировать их эффективность. Вместе с интернетом и некоторыми другими информационными системами и технологиями – это составляет основу третьей промышленной революции и, в своем модернизированном виде, является физической инфраструктурой цифровизации. В то время как Индустрия 4.0 выводит на первый план следующие технологии:

интернет вещей (Internet of Things), *Большие данные* (Big Data), *облачные технологии*, технологии *искусственного интеллекта* и *машинного обучения*, *цифровые двойники*. Потребность в обработке нарастающего объема данных, их эффективное использование в создании цифровых двойников требует принципиально новой компьютерной техники. Решение многие специалисты видят в развитии *квантовых компьютеров*. Именно квантовые исчисления позволят в режиме реального времени обработать всевозрастающий объем данных. Задачи, которые суперкомпьютеры решают за годы, квантовые компьютеры способны решить за несколько минут. Цифровая стратегия ЕС предполагает расширение инвестирования в квантовые технологии и расширение их использования в сфере медицины, охраны окружающей среды, сельском хозяйстве и так далее. ЕС планирует создать свой первый компьютер с квантовым ускорителем уже к 2025 году [83].

В ближайшее десятилетие цифровые технологии, включая 5G, интернет вещей, квантовый компьютер, искусственный интеллект, роботизация, дополненная реальность и другие будут в основе создания новых продуктов, новых производственных процессов и моделей бизнеса, основанных на данных [83]. Трансформация бизнеса будет зависеть от его способности адаптировать новые технологии быстро и повсеместно, включая развитие производственных и сервисных экосистем. Страны ЕС через программы цифровой стратегии, в частности через программы Единый цифровой рынок, Цифровая Европа и другие, способствуют разворачиванию и использованию цифровых возможностей и поощряют внедрение цифровых решений в бизнесе. В свою очередь от бизнеса требуется применить цифровые технологии с минимальным негативным влиянием на окружающую среду и с максимальным уровнем энергоэффективности.

Важным элементом цифровой трансформации является поиск инвестиционных ресурсов для реализации цифровых преобразований. Как показывает мировой опыт [84], именно представление цифровизации как единственно эффективного инструмента в решении проблем окружающей среды и продовольственной безопасности позволяет расширять источники и инвестиционные ресурсы для реализации намеченных планов. Подобная работа потребует эффективной коллаборации

государства, научного сообщества, технологических компаний и инвесторов.

В «Стратегии цифровой трансформации сельского хозяйства – «Моя цифровая ферма» в рамках реалистичного прогноза предусмотрено получение в России следующих основных результатов к 2030 году: 50000 специалистов должно быть подготовлено по специализированным образовательным программам; 100% информации о земельных ресурсах должно быть в цифровом реестре; по 4 культурам должен быть разработан цифровой механизм прогнозирования урожайности в любой зоне выращивания; 100% информации по ключевым показателям в животноводстве должно быть оцифровано; 100% онлайн контроль эффективности использования бюджетных средств, земель сельхозназначения, безопасного производства и оборота продукции; по 80% земель сельхозназначения должно быть обеспечено полное управление процессами обработки поля с использованием беспилотной техники и ИИ; обеспечен полный онлайн контроль состояния сельхозживотных и возникновения заболеваний для 80% ферм; 80% сельхозтоваропроизводителей и работников отрасли АПК будут использовать цифровые решения для сбыта (в том числе маркетплейсы), хранения, логистики, переработки. Достижение поставленных целей требует разработки комплекса мероприятий, определяющих перспективы развития цифрового сельского хозяйства. Таким образом, необходимо сформулировать ряд положений и рекомендаций по цифровизации сельского хозяйства, вытекающих из изученного опыта стран ЕС.

1. Особое внимание требуется при применении цифровых технологий фермерами и малыми товаропроизводителями, поскольку именно фермеры являются наиболее уязвимым звеном, лимитирующим интенсивность цифровых трансформаций аграрного бизнеса в связи с ограниченными финансовыми ресурсами на модернизацию ресурсной базы производства и небольшими размерами сельскохозяйственных угодий и масштабов производства в целом. Необходимо добиться снижения цифрового неравенства между крупным и средним (мелким) производителем. Основой этого процесса должно стать достижение максимального уровня доступности интернет-технологий и их использования в сельских территориях, которые в этом вопросе до сих пор значительно отстают от городской местности.

Государственная программа устранения цифрового неравенства была начата в 2014 году и реализуется в рамках федерального проекта «Информационная инфраструктура» национальной программы «Цифровая экономика». В соответствии с Программой к 2030 году мобильная связь с устойчивым доступом к Интернет должна стать доступна более чем в 24 тыс. населенных пунктах страны. В 2019 году при положительной динамике отставание в использовании Интернет сети в сельской местности было заметным (рис. 8)



Источник: составлено автором по данным наблюдений Федеральной службы государственной статистики РФ и НИУ ВШЭ

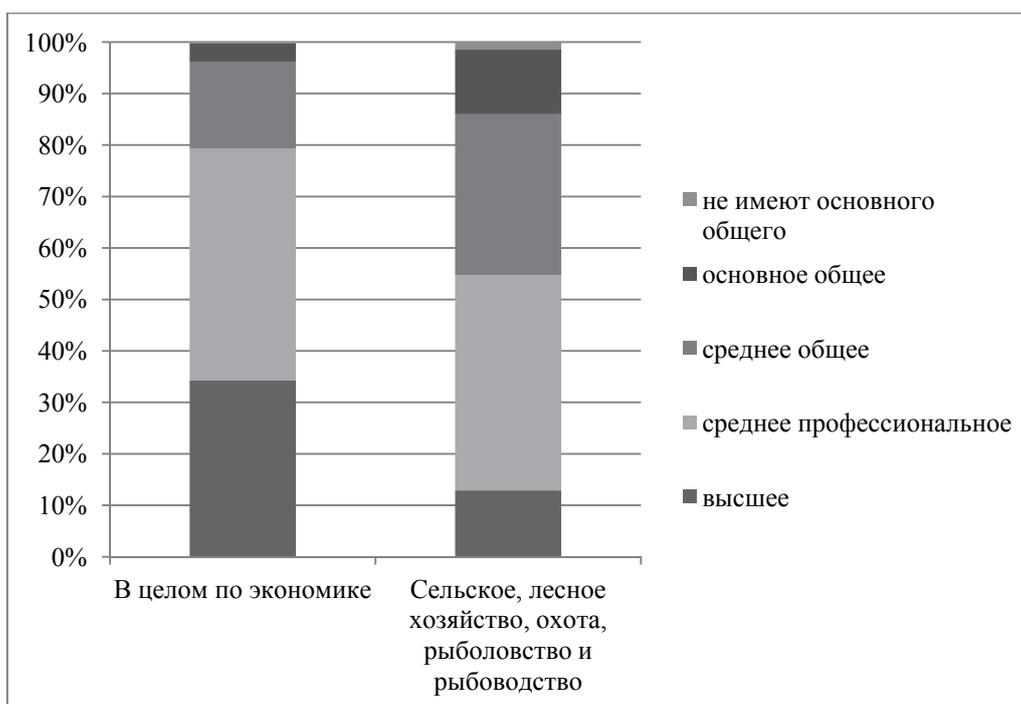
Рисунок 8 – Использование персональных компьютеров населением на работе (в процентах от общей численности)

Показателем, характеризующим использование ИТ в сельском хозяйстве в соответствии с основным направлением занятости населения в сельских территориях, является доля использующих компьютер на рабочем месте. Данный показатель в сельской местности остается ниже, чем в городской почти в 2 раза (на 15 п.п.). Удельный вес домашних хозяйств, имеющих доступ к сети Интернет с 2014 до 2019 года увеличился в сельской местности с 55,6 до 67,7% от общего числа домашних хозяйств, однако так и не достиг уровня даже 2014 года в городской местности (74,7%), при этом разрыв сократился до 12,2 п.п. Основными причинами

неиспользования Интернет респонденты отмечают отсутствие необходимости и недостаточность навыков работы с ПК и в сети Интернет. Рассматривая информационную инфраструктуру как основу цифровизации сельскохозяйственного производства, нужно учитывать, что и производители могут стать локомотивом развития сельских территорий, применяя в производстве современные технологии и формируя информационную культуру населения.

2. Расширение обучения фермеров лучшим практикам цифровизации с применением онлайн ресурсов и платформ. Также как и в большинстве стран с развитым сельским хозяйством основной проблемой цифровизации аграрного производства является недостаточный уровень развития цифровых компетенций кадрового состава предприятий. По данным обследования, проведенного НИУ ВШЭ, в 2019 году только 0,3 % занятых в сельском хозяйстве – специалисты по ИКТ, 2,2% интенсивно использовали в производственном процессе ИКТ, что значительно ниже, чем в среднем по экономике – 2,3 и 9,7% соответственно. В 2019 году по виду деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» было занято 5,8% от занятых в экономике в целом. При этом по уровню образования в данном виде деятельности имеется значительное отставание от среднего по экономике уровня – с высшим образованием – на 21,3 п.п. меньше, со средним профессиональным – на 3,1 п.п. Напротив, удельный вес занятых по ВЭД «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство» по среднему основному, среднему общему и без образования был выше на 8,9, 14,4 и 1,3 п.п., соответственно (рис. 9). 38% от всех занятых составляют работники старше 50 лет, что говорит о низком потенциале к повышению квалификации в ближайшее время.

В 2020 году только 9% занятых по виду деятельности прошли обучение, из них наибольшую долю занимают рабочие – 5,4% и специалисты – 2,3%, в возрасте от 30 до 49 лет (5,3%). Дополнительное профессиональное образование в 2020 году получили по данному виду деятельности всего 3,1% в сравнении с 12,1% в целом по всем видам деятельности. Из 28,2 тысяч человек 27,6% получили профессиональную переподготовку, а остальные – повышение квалификации.



Источник: составлено автором по данным Федеральной службы государственной статистики РФ

Рисунок 9 – Структура занятых в экономике по уровню образования в 2019 году, % к итогу

Таким образом, основное направление повышения ресурсного потенциала цифровизации аграрного производства – вложение средств в повышение квалификации сотрудников предприятий. Только треть занятых в сельхозпроизводстве являются работниками сельхозорганизаций, имеющих потенциальные возможности доступа к кредитным средствам и инвестициям на модернизацию производственных процессов в отличие от сектора домашних хозяйств.

На базе Университета Иннополис создана единая площадка для повышения квалификации преподавателей высшего и среднего профессионального образования России (Опорный образовательный центр (ООЦ)), который занимается созданием, апробацией модели обеспечения приоритетных отраслей Российской Федерации, в том числе и сельского хозяйства, высококвалифицированными кадрами, востребованными в условиях цифровой экономики. При поддержке государства (50% стоимости обучения) более 25000 человек смогут пройти обучение ИТ в 2021 году.

3. Необходима разработка системы мониторинга цифровой трансформации сельского хозяйства, которая должна быть

имплементирована вначале реализации стратегии цифровизации отрасли, в том числе с применением опыта ЕС по разработке подобных систем. Разработка системы мониторинга цифровой трансформации сельского хозяйства и публикация ежегодного годового отчета позволит выявить, в какие сферы цифровизации необходимо привлечение дополнительных инвестиционных ресурсов.

4. Необходимо изучение опыта цифровой трансформации других отраслей, особенно нефтедобывающей отрасли, как имеющей длительный и масштабный опыт применения информационных технологий в сфере добычи и транспортировки.

5. Создание региональной базы данных сельскохозяйственного производства, содержащую информацию как в структурированном, так и неструктурированном формате.

6. Усиленное развитие технологических стартапов в сфере сельского хозяйства, что обеспечит доступные технологии и инструменты для цифрового бизнеса в аграрном секторе. В настоящее время есть несколько примеров успешных стартапов в сфере блокчейн и производства, аналоги которых могут повысить эффективность деятельности российских фермеров в ближайшей перспективе. Так, инновационный стартап Khetigaadi в Индии позволяет значительно упростить покупку, продажу и аренду тракторов и другой сельскохозяйственной техники, сокращая расстояние между фермерами и доступными продуктами, чтобы помочь им оптимизировать процессы выращивания культур и повысить объемы производства. Онлайн-платформа Agdraft (Австралия) обеспечивает решение проблемы нехватки трудовых ресурсов, осуществляя поиск квалифицированных рабочих для ферм. Британский стартап COGZ помогает бороться с отходами: пищевая индустрия делает упор на внешний вид продуктов, поэтому многие неидеальные по форме, деформированные или перезрелые фрукты и овощи могут не попасть с фермы к потребителю, превращаясь в отходы; COGZ подбирает фермеров и производителей продуктов питания и напитков и переработчиков, которые могут использовать эти продукты. Wingtra, швейцарский стартап, предлагающий беспилотные летательные аппараты вертикального взлета и посадки, дает широкие возможности фермерам в картографировании, геодезии и точном земледелии. Plenty – это крытая вертикальная ферма, расположенная в Сан-

Франциско, которая имеет целью увеличить производство продуктов питания в 350 раз с помощью искусственного интеллекта и роботов. Vence Corp (США) предоставляет фермерам информацию о здоровье и благополучии своих животных прямо со своих смартфонов. Следя за своим скотом, фермеры могут оперативно реагировать на проблемы и принимать эффективные управленческие решения на основе информации в режиме реального времени.

Началом работы в этой сфере можно обозначить создание сайта каталога стартапов «Npartner» (<https://www.npartner.ru/startups/selskoe-hozyaystvo-/all/Startups/created>), объединяющего потенциальных инвесторов и авторов инновационных идей из разных регионов России. На данный момент сайт включает несколько предложений в сфере сельского хозяйства «Выращивание клубники круглый год», «Модульные фермы», «Создание экспортно-ориентированного производства по глубокой переработке рапса в Тутаевском районе Ярославской области» и др. В рамках выставки Agros эксперты конференции «Создание инновационного продукта: от идеи к решению» сообщили, что «объем инвестиций в стартапы в секторе сельского хозяйства и производства продуктов питания уже в I квартале 2021 года вырос на 30% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Всего в первые три месяца 2021 года в секторе FoodTech были заключены 272 сделки на 9,38 млрд.» [85]. Отечественные и зарубежные инвесторы проявляют все больший интерес к проектам в аграрном секторе, как возможности получения реальной прибыли с произведенных вложений в процессы цифровизации. Некоммерческие фонды также готовы оказывать поддержку инновациям в сельском хозяйстве, например фонд «Сколково», как было отмечено директором по развитию агротех направления Натальей Крашенинник. Цифровые решения являются одним из восьми приоритетных направлений инвестирования в аграрную сферу для данного фонда.

7. Обеспечение цифровой трансформации российского сельского хозяйства на основе отечественных цифровых решений (в частности веб-платформ и облачной инфраструктуры), разработка которых будет обеспечена на базе эффективной коллаборации представителей аграрной науки, производителей продукции сельского хозяйства и специалистов в сфере IT.

Дальнейшего развития требует модернизация аграрного образования, стимулирование проектной деятельности молодых ученых, направленной на совершенствование цифровых инструментов и технологии производства в отраслях растениеводства и животноводства. Наиболее интересным в этом является опыт Японии, который получает свое продолжение и в других странах Азиатско-Тихоокеанского региона.

8. Необходима разработка и реализация национальной стратегии развития цифрового сельского хозяйства [86], в которой заинтересованы все стейкхолдеры сельского хозяйства – государство, бизнес, сельское населения и другие. В том числе, стратегия должна предусматривать поиск дополнительных инвестиционных ресурсов для цифровой трансформации аграрного сектора.

Технологии цифрового сельского хозяйства позволят сельскохозяйственному сектору производить продукцию более эффективно, тем самым повышая устойчивость [87] и конкурентоспособность этого сектора. Цифровизация потребует множество новых специальностей, в том числе в сфере искусственного интеллекта и машинного обучения [88; 89], что потребует соответствующей адаптации системы высшего аграрного образования. Сельское хозяйство является одним из ключевых секторов, где цифровые решения могут дать наибольший эффект, в том числе в контексте изменения климата и необходимости.

Одним из условий, формирующих основу для цифровизации аграрного сектора России, существующего как сложная система, представленная разными категориями хозяйств, включая товарное (крупное и мелкое) и нетоварное производство, является кооперация производителей, аналогичная опыту взаимодействия фермеров в Китае. Это позволит эффективно объединить ресурсы производителей для более эффективного их использования с применением цифровых технологий, а также получить доступ к привлеченным финансовым средствам, к участию в государственно-частном партнерстве.

5. Рекомендации по осуществлению мониторинга внедрения цифровизации в агропромышленный комплекс Российской Федерации

В настоящее время мониторинг цифровизации может быть проведен только на основе статистического наблюдения, проводимого Федеральной службой государственной статистики с использованием Формы №4-инновационная (годовая) «Сведения об инновационной деятельности организации», дающей косвенное представление об использовании цифровых технологий, предполагая их инновационность. Наиболее полная и объективная информация о размерах и результатах применения цифровых технологий может быть получена на основе мониторинга с использованием данных, агрегируемых цифровой платформой сбора и анализа данных, разработанной совместно Росстат и Министерством сельского хозяйства.

Основной вызов для сельского хозяйства в связи с переходом на электронный сбор первичных данных с помощью цифровой платформы – недоступность сети Интернет в сельских территориях и недостаточное развитие интернет-технологий в производственных процессах хозяйств населения и крестьянских (фермерских) хозяйств. Это приведет к нарушению основных принципов применения цифровой платформы для сбора и анализа данных обеспечения полноты сбора статистической отчетности и ее оперативности, повышения достоверности статистической отчетности, сокращения сроков обработки статистической отчетности и формирования официальной статистической информации. Проблема низкой степени цифровизации сельского хозяйства приведет к замедлению развития ЦАП в целом по экономике.

Не менее важным направлением в развитии сельскохозяйственной статистики должно стать расширение и оптимизация системы регистрируемых в процессе наблюдения (мониторинга) признаков для полной и объективной оценки цифровизации сельскохозяйственного производства и его вклада в формирование цифровой экономики страны. В настоящее время действующие стандарты Европейской комиссии предполагают наличие по сельскому хозяйству более 50 различных наборов данных, которые описывают использование сельскохозяйственных

земель, производство продукции растениеводства и животноводства, структуру хозяйств, цены, экономические затраты и результаты, а также влияние сельского хозяйства на окружающую среду, здоровье населения и уровень жизни [90]. Данные об используемых ресурсах и количестве произведенной внутри страны сельскохозяйственной продукции дают возможность оценить продовольственную безопасность страны, однако, не включают признаки для характеристики использования цифровых технологий. Участие производителей в электронном бизнесе, использовании Интернета вещей, полученные при этом результаты должны получить свое отражение в системе показателей. Отображение всех этих параметров и взаимосвязей предъявляет множество новых требований к сельскохозяйственной статистике и стимулирует развитие мониторинга, в том числе с использованием спутниковых технологий.

Действующая в ЕС с 1988 года система мониторинга сельского хозяйства JRC (The European Commission's Joint Research Centre) с использованием дистанционного зондирования предоставляет объективную и своевременную информацию о посевных площадях и урожайности с использованием новых космических технологий. Деятельность центра направлена на прогнозирование социально-экономических процессов и разработку стратегий на основе меняющихся потребностей, связанных с сельскохозяйственным мониторингом.

Результатом деятельности центра являются несколько инновационных разработок: управление с помощью дистанционного зондирования (CwRS), цифровая система идентификации земельных участков (LPIS) и измерение площади участков с использованием устройств Глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS). Опыт, накопленный в JRC, объединяет исследования и методы, используемые для статистической обработки и интерпретации изображений (со спутников или бортовых средств массовой информации), стандартизации и контроля качества.

Цифровая платформа на данном этапе развития отечественной статистики является средством централизованного сбора и обработки статистической информации, при этом в настоящее время не уточнена система признаков, которые должны отражать процессы цифровых трансформаций в отраслях и по видам

экономической деятельности, их результативность и затраты, связанные с их осуществлением.

В данную систему мониторинга могут войти следующие показатели:

- доля сельскохозяйственных производителей (по категориям хозяйств), участвующих в использовании цифровых технологий для осуществления основной деятельности;

- доля сельскохозяйственных угодий, имеющих покрытие широкополосным интернетом, оснащенных цифровыми инструментами для производства продукции и сохранения земель (в разрезе категорий производителей);

- доля животных, содержащихся с использованием цифровых технологий (в разрезе категорий производителей);

- доля капитальных затрат (инвестиций) в цифровые технологии;

- производственные материальные затраты и затраты живого труда на получение продукции с использованием цифровых технологий, их доля в общих затратах (в разрезе категорий производителей);

- доля производственных машин и оборудования с использованием информационных технологий;

- доля продукции (по видам продукции и категориям хозяйств), произведенной с использованием цифровых технологий

- доля работников организации, имеющих доступ к высокоскоростному, в том числе мобильному интернету;

- доля работников, использующих мобильные приложения в своей непосредственной работе;

- доля работников, имеющих базовый и продвинутый уровень владения цифровыми навыками;

- наличие у организации собственной веб-страницы и реализация продукции через веб-ресурсы (электронная коммерция);

- доля проведенных транзакций через B2B и B2C системы;

- использование предприятием облачных сервисов;

- использование предприятием технологий искусственного интеллекта.

Существующая дифференциация регионов России по специализации сельскохозяйственного производства, особенностям используемых информационно-коммуникационных технологий;

степени формирования информационного общества в целом, в том числе в сельских территориях; этапов цифровизации экономики в целом и аграрного сектора, в частности, требует осуществления мониторинга на уровне отдельных предприятий, их объединений, районов, регионов. Полученная система показателей обеспечит базу для разработки дифференцированной стратегии цифровых трансформаций в аграрном секторе, их государственной поддержки с целью сокращения цифрового разрыва по территориям, категориям производителей в аграрном секторе, видам деятельности, что является необходимым условием формирования цифровой экономики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. С целью всестороннего анализа зарубежного опыта использования цифровых технологий в сельском хозяйстве в работе проведена типологическая группировка 121 страны мира по степени развития сельского хозяйства в целом, а также применения информационных технологий. Основу выделения типов стран стали показатели, характеризующие масштабы ресурсной базы аграрного производства, интенсивность использования земельных ресурсов, результаты и эффективность производства, роль аграрного сектора в экономике страны, устойчивость отрасли в динамике.

Типизация стран проведена на основе кластерного анализа в следующей последовательности: факторный анализ методом главных компонент с варимакс вращением, в результате было выделено 2 компоненты, характеризующие интенсивность сельскохозяйственного производства и экономическое развитие стран; по данным компонентам был применен метод k-средних с предварительным определением оптимального числа кластеров с помощью языка программирования R и пакета NbClust; в результате было получено 5 типических групп. Типизация стран позволила установить особенности групп элементов, аналогичные характеристикам Российской Федерации в целом и отдельным регионам, в частности.

2. В соответствии с поставленными в исследовании задачами оценен опыт применения различных цифровых технологий и инструментов по нескольким странам-представителям каждой типической группы. В качестве представителей первой группы рассмотрены Канада и Китай. При этом Канада интересна как пример не только эффективного и масштабного использования цифровых решений национальной разработки в сельском хозяйстве, но и организации статистического наблюдения за применением цифровых технологий, принципы которого могут быть использованы при совершенствовании мониторинга цифровизации в аграрном секторе России. Пример Китая дает основу для формирования направления развития аграрного комплекса в сторону кооперирования мелких производителей для обеспечения материальной базы применения цифровых технологий в производственном процессе; также интерес для России представляет разработка информационных технологий и

обеспечение цифровых инструментов для электронной коммерции в аграрном секторе; организация статистического наблюдения, имеющая в своей основе платформы сбора полных, достоверных и актуальных данных с цифровых носителей и обеспечение их доступности для заинтересованных пользователей.

Из стран с наиболее высоким уровнем экономического развития и длительным опытом использования инновационных технологий в ведении сельского хозяйства исследованы Великобритания, Австралия и Соединенные Штаты Америки. Великобритания предлагает пример механизма государственной поддержки фермеров в период сложного положения для них на рынке, сформировавшегося вследствие выхода страны из Евросоюза, а также создания глобальных IT центров, позволяющих делиться прогрессивными достижениями всем заинтересованным участникам экономики и науки. Австралийский опыт создания технологий, позволяющих осуществлять устойчивое производство продукции сельского хозяйства в условиях сложных климатических условиях и ограниченных ресурсов на основе рационального распределения средств невысокой по сравнению с другими странами государственной поддержки. США, являясь лидером в интеллектуальном сельском хозяйстве, в использовании цифровых технологий, дают пример эффективной коллаборации представителей образования, науки и практики, что позволяет создавать информационные технологии для анализа и планирования производственной деятельности на уровне каждого фермерского хозяйства. Эти страны являются основоположниками идеи стартапов как необходимого механизма инновационного развития аграрного сектора любой страны.

Поскольку территория Российской Федерации включает регионы с разными климатическими условиями и уровнем развития сельского хозяйства, то интересным является опыт использования цифровых технологий таких стран как Япония и Южная Корея, обладающих высоким потенциалом цифровизации сельского хозяйства и заинтересованного в технологиях, позволяющих адаптироваться к неустойчивому климату, ведению производства в условиях рискованного земледелия. Изученные информационные технологии этих стран могут стать основой для разработки эффективных отечественных цифровых решений для ряда регионов России.

Для европейской части России интересными являются технологии стран-представителей группы с аграрным производством небольшого масштаба, но на интенсивной основе, использующей наиболее прогрессивные технологии, обеспечивающие устойчивое, экологичное производство, развитие органического сельского хозяйства. Общими задачами цифровизации сельского хозяйства в этих странах является привлечение молодежи в отрасль и сохранение сельских территорий посредством создания комфортного пространства для жизни и улучшения условий труда, позволяющих саморазвиваться сельскому населению, приобретая новые компетенции; повышение производительности труда и эффективности деятельности производителей продукции сельского хозяйства за счет доступного информационного обеспечения, упрощения логистики движения продукции от производителя к потребителю.

3. На основе анализа применения цифровых технологий в сельском хозяйстве и соответствующих стратегий национальных и наднациональных экономик разработаны направления развития аграрного сектора России с точки зрения цифровизации производства. Целевые индикаторы этого процесса уже представлены в Стратегии «Моя цифровая ферма» (Стратегия), однако, их достижение требует решений в следующих направлениях: максимальное использование цифровой инфраструктуры в сельских территориях всеми категориями хозяйств, включая мелких производителей, использование цифровых технологий и инструментов, в том числе на основе развития кооперации производителей; трансформация образования в направлении формирования цифровых компетенций, в том числе для кадрового состава сельскохозяйственных предприятий; объединении науки, практики и образования для создания стартапов в сфере аграрного производства и логистики – создании научно-образовательных центров, платформ взаимодействия заинтересованных участников; создании базы данных мониторинга производственных процессов, в том числе их цифровизации, доступной для всех заинтересованных участников. Особое внимание следует уделить импортозамещению в сфере цифровых технологий на основе применения отечественных цифровых решений в сельском хозяйстве.

4. В соответствии с направлениями развития цифрового сельского хозяйства предложены системы показателей мониторинга и анализа цифровизации. Показатели анализа цифровизации как экономического процесса включают: 1. Показатели условий и масштаба применения цифровых технологий в сельском хозяйстве (внедрения электронного сельского хозяйства); 2. Показатели результатов производства с применением цифровых технологий в сельском хозяйстве – в разрезе категорий заинтересованных участников экономики и в соответствии с задачами, решаемыми на основе цифровизации. Существующая дифференциация территорий по степени цифровизации аграрного производства, ее условий, специализации сельского хозяйства требует проведения анализа уровне отдельных производителей, их объединений, на уровне регионов. Предлагаемые показатели мониторинга необходимо также использовать в этом разрезе. Мониторинг должен включать показатели, характеризующие выполнение целевых индикаторов Стратегии, а также показатели, обеспечивающие всесторонний анализ процесса цифровизации. В целом можно выделить 3 группы предлагаемых показателей мониторинга: 1. Доля ресурсов, охваченных информационными системами и цифровыми инструментами, доля затрат, формируемых этими ресурсами в себестоимости продукции, а также капитальных вложений на их формирование; 2. Доля продукции, произведенной с использованием цифровых технологий; 3. Доля транзакций, осуществляемых между производителями продукции и поставщиками ресурсов и производителями продукции и покупателями, проведенных с использованием информационных технологий и цифровых решений (платформ, приложений).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2019. 48 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/900/900863fae06c026826a9ee43e124d058.pdf> (дата обращения: 17.07.2021)

2. Подходы к развитию цифровизации в сельском хозяйстве Германии, март 2020. Кооперационный проект Федерального министерства продовольствия и сельского хозяйства «Германо-Российский аграрно-политический диалог» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agrardialog.ru/files/prints/podhodi_k_razvitiyu_tsifrovizatsii_v_selskom_hozyaystve_germanii_mart_2020.pdf (дата обращения: 13.07.2021)

3. The Digital Enterprise Moving from experimentation to transformation. Insight report. World Economic Forum. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www3.weforum.org/docs/Media/47538_Digital%20Enterprise_Moving_Experimentation_Transformation_report_2018%20-%20final%20\(2\).pdf](http://www3.weforum.org/docs/Media/47538_Digital%20Enterprise_Moving_Experimentation_Transformation_report_2018%20-%20final%20(2).pdf) (дата обращения: 14.07.2021)

4. 5G Outlook Series: Enabling Inclusive Long-term Opportunities. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_5G_Outlook_Series_Enabling_Inclusive_Long_term_Opportunities_2021.pdf (дата обращения: 15.07.2021)

5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 20546-2019. Информационные технологии. Большие данные. Обзор и словарь (2020) // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Москва: Стандартинформ

6. Digital Assets, Distributed Ledger Technology and the Future of Capital Markets. Insight report. World Economic Forum. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Digital_Assets_Distributed_Ledger_Technology_2021.pdf (дата обращения: 15.07.2021)

7. Hang Xiong, Tobias Dalhaus, Puqing Wang and Jiajin Huang (2020). Blockchain Technology for Agriculture: Applications and Rationale. Front. Blockchain 3:7. doi: 10.3389/fbloc.2020.00007

8. Развитие АПК в Российской Федерации, итоги 2020 года и дальнейшие планы. По состоянию на январь 2021 года. Кооперационный проект Федерального министерства

продовольствия и сельского хозяйства «Германо-Российский аграрно-политический диалог» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agrardialog.ru/files/prints/obzor_tekushchey_situatsii_apk_v_rossiyskoy_federatsii_yanvar_2020_1_.pdf (дата обращения: 19.07.2021)

9. Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире – 2020. Преобразование продовольственных систем для обеспечения финансовой доступности здорового питания. Рим, ФАО. <https://doi.org/10.4060/ca9692ru> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fao.org/3/ca9692ru/online/ca9692ru.html#chapter-1_1 (дата обращения: 16.07.2021)

10. Ускоренное внедрение цифровых технологий в деятельность предприятий АПК как приоритет в цифровой повестке регионов: пост-релиз // Эфир 4. Цифровизация АПК: возможности и риски. Серия онлайн-эфиров «Цифровая трансформация регионов» Проект Санкт-Петербургского офиса [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://events.vedomosti.ru/events/spb_%D1%81ifrovaya_transformaciya_4/pages/spb_post_reliz (дата обращения: 17.07.2021)

11. Обзор канадской агропродовольственной системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agriculture.canada.ca/en/canadas-agriculture-sectors/canadian-food-system/overview-canadian-agri-food-system> Дата обращения 15.10.2021

12. План «Здоровая окружающая среда и здоровая экономика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.canada.ca/en/services/environment/weather/climatechange/climate-plan/climate-plan-overview/healthy-environment-healthy-economy.html> Дата обращения 11.11.2021

13. Программа экологически чистых технологий в сельском хозяйстве: Поток исследований и инноваций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agriculture.canada.ca/en/agricultural-programs-and-services/agricultural-clean-technology-program-research-and-innovation-stream> Дата обращения 21.10.2021

14. Официальный сайт фонда Sustainable Development Technology Canada (SDTC) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sdte.ca/en/our-companies/> фонд поддержки

15. Официальный сайт Canada First Research Excellence Fund [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cfref->

apogee.gc.ca/about-au_sujet/index-eng.aspx Дата обращения
15.11.2021

16. Официальный сайт Университета Саскачевана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://research.usask.ca/agtech/index.php> Дата обращения 30.10.2021

17. Официальный сайт Университета Гвельфа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://foodfromthought.ca/> Дата обращения 30.10.2021

18. Отчет об агропродовольственной таблице экономической стратегии Канады [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ic.gc.ca/eic/site/098.nsf/eng/00022.html> Дата обращения 21.10.2021

19. Помощь агропродовольственным предприятиям в цифровом маркетинге бренда Канады во время COVID-19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.canada.ca/en/agriculture-agri-food/news/2020/10/helping-agri-food-businesses-with-canada-brand-digital-marketing-during-covid-19.html> Дата обращения 21.10.2021

20. Обнаружение парниковых газов с помощью дистанционного зондирования и машинного обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statcan.gc.ca/en/data-science/network/greenhouse-detection> Дата обращения 30.10.2021

21. Проекты в области науки о данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statcan.gc.ca/en/data-science/projects> Дата обращения 25.11.2021

22. Запуск статистического портала сельских районов Канады [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/210803/dq210803b-eng.htm> Дата обращения 30.10.2021

23. Li, D. China Rural Informatization Development Report (2019); China Machine Press: Beijing, China, 2020

24. IFPRI; CCAP; ADB. Information and Communication Technology for Agriculture in the People's Republic of China; Asian Development Bank: Manila, Philippines, 2019.

25. Research Group of Information Center of Ministry of Agriculture and Rural Affairs of China. Development trend and promotion path of digital agriculture. Economic Daily. 2020.

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.qsttheory.cn/economy/2020-04/02/c_1125803875.htm

26. China Academy of Information and Communications Technology. White Paper on Digital Economy Development and Employment in China. 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201904/P020190417344468720243.pdf>

27. Smart Technology Seen Driving Doubling of China's \$90 Billion Digital Agricultural Economy, Top Expert Says. Pandaily, September, 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pandaily.com/smart-technology-seen-driving-doubling-of-chinas-90-billion-digital-agricultural-economy-top-expert-says/>

28. Xie, L.; Luo, B.; Zhong, W. How Are Smallholder Farmers Involved in Digital Agriculture in Developing Countries: A Case Study from China. Land 2021, 10, 245. <https://doi.org/10.3390/land10030245>

29. Zhang, S.; Sun, Z.; Ma, W.; Valentinov, V. The effect of cooperative membership on agricultural technology adoption in Sichuan, China. China Econ. Rev. 2020, 62, 101334

30. Библиотека iLibrary ОЭСР [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.oecd-ilibrary.org/sites/2d810e01-en/1/3/2/27/index.html?itemId=/content/publication/2d810e01-en&_csp_=af0753aa6f1227099c73c6abb0fd552b&itemIGO=oecd&itemContentType=book. – Дата обращения 10.10. 2021

31. A UK Strategy for Agricultural Technologies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/227259/9643-BIS-UK_Agri_Tech_Strategy_Accessible.pdf – Дата обращения 10.11. 2021

32. Инновационная стратегия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1009577/uk-innovation-strategy.pdf – Дата обращения 8.10. 2021

33. Платформа бизнес-данных Statista [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/topics/4134/smart-agriculture/> – Дата обращения 01.12. 2021

34. План перехода к сельскому хозяйству на 2021-2024 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.gov.uk/government/publications/agricultural-transition-plan-2021-to-2024> – Дата обращения 26.10. 2021

35. Программа инноваций в сельском хозяйстве запущена для улучшения будущего сельского хозяйства. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gov.uk/government/news/farming-innovation-programme-launched-to-boost-the-future-of-farming>. – Дата обращения 13.10. 2021

36. Центр экологической и сельскохозяйственной информатики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cranfield.ac.uk/centres/centre-for-environmental-and-agricultural-informatics> – Дата обращения 4.11. 2021

37. Официальный сайте газеты «The guardian» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.theguardian.com/environment/2021/aug/14/weedkilling-robots-farming-pesticide-use-sustainable>. Дата обращения: 20.09.2021

38. Niki Millist, Will Chancellor & Tom Jackson, Rural research, development and extension investment in Australia, September 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.awe.gov.au/abares/research-topics/productivity/related-research/rural-rde-investment>

39. Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics and Sciences <https://www.awe.gov.au/abares>

40. National agricultural innovation policy statement <https://www.awe.gov.au/agriculture-land/farm-food-drought/innovation/national-ag-innovation-agenda>

41. Национальное научное агентство Австралии <https://www.csiro.au/en/work-with-us/industries/agriculture/digital-agriculture>

42. Meat and Livestock, Australia [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.mla.com.au/research-and-development/digital-agriculture/> - Дата обращения (20.09.2021)

43. Официальный сайт Statista [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/topics/1126/us-agriculture/#dossierKeyfigures>. - Дата обращения 29.09.2021

44. Digital transformation of agriculture in Russia: official publishing house-Moscow: FGBNU "Rosinformagrotech". 2019. 80 p.

45. Astill, G., Perez, A., Thornsby, S. Developing Automation and Mechanization for Specialty Crops: A Review of U.S. Department of Agriculture Programs // Administrative Publication No. (AP-082) 25 pp. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Электронный ресурс].

– Режим доступа: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/95828/ap-082.pdf?v=6889>. - Дата обращения 11.07.2021

46. Agriculture Innovation Agenda: Year One Status Report [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/aia-year-one-report.pdf/> - Дата обращения 30.09.2021

47. U.S. Agriculture innovation strategy: a directional vision for research [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/AIS.508-01.06.2021.pdf>. - Дата обращения 30.09.2021

48. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2018. Science Breakthroughs to Advance Food and Agricultural Research by 2030. Washington, DC: The National Academies Press. doi: <https://doi.org/10.17226/25059> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://haseloff.plantsci.cam.ac.uk/resources/SynBio_reports/NAS_Food&Ag2018.pdf. - Дата обращения: 7.11.2021

49. Официальный сайт компании AgEagle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ageagle.com/>. - Дата обращения 1.11.2021

50. Официальный сайт John Deere [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/?panel=apply>. - Дата обращения 1.11.2021

51. Официальный сайт FarmWise [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.FarmWise.io/ -Дата обращения 1.11.2021

52. Официальный сайт Genetic, Environmental, Management, and Socioeconomic data [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroinformatics.org/>. - Дата обращения 04.10.2021

53. Официальный сайт Comet-farm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://comet-farm.com/Home>. - Дата обращения 15.11.2021

54. Официальный сайт COMET-Planner [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://comet-planner.com/>. - Дата обращения 1.11.2021

55. Бакуменко Л.П., Минина Е.А. Международный индекс цифровой экономики и общества (I-DESI): тенденции развития

цифровых технологий. Статистика и Экономика. 2020;17(2):40-54
<https://doi.org/10.21686/2500-3925-2020-2-40-54>

56. Temmen, N., Schilling J. Smart Farming Technology in Japan and Opportunities for EU Companies. Report by EU-Japan Centre for Industrial Cooperation. January 2021. 44 pp. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.eubusinessinjapan.eu/library/publication/report-smart-farming-technology-in-japan-and-opportunities-for-eu-companies>

57. Masao Matsumoto. Japan's initiatives on Smart Agriculture. 2nd Knowledge Sharing Workshop on Enhancing Food Supply Chain Resilience and Food Security in ASEAN with Utilization of Digital Technologies. 26 April 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.maff.go.jp/e/policies/tech_res/smaagri/robot.html

58. Rural Development Administration administrator leads digitalization of Korea's agriculture. The Korea Times. 21.08.2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2021/08/693_314211.html

59. Подходы к развитию цифровизации в сельском хозяйстве Германии, март 2020. Кооперационный проект Федерального министерства продовольствия и сельского хозяйства «Германо-Российский аграрно-политический диалог» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agrardialog.ru/files/prints/podhodi_k_razvitiyu_tsifrovizatsii_v_selskom_hozyaystve_germanii_mart_2020.pdf (дата обращения: 13.07.2021)

60. Захарова Н.В., Лабудин А.В. Формирование инновационной экономики в Швеции: особенности и перспективы // Управленческое консультирование. - 2019. - № 10. - С. 37–48.

61. Страны с благоприятными условиями для цифровизации оказались более устойчивыми к экономическому шоку, вызванному пандемией Covid-19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.eulerhermes.com/ru_RU/latest-news/ehru_tsifrovizatsia_pri_covid19.html. - Дата обращения 30.11.2021 г.

62. Global Innovation Index 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf. - Дата обращения 30.11.2021 г.

63. Официальный сайт RISE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ri.se/en/what-we-do/our-areas/agriculture>. - Дата обращения 30.11.2021 г.

64. A National Food Strategy for Sweden – more jobs and sustainable growth throughout the country: Short version of Government bill 2016/17:104 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.government.se/498282/contentassets/16ef73aaa6f74faab86ade5ef239b659/livsmedelsstrategin_kortversion_eng.pdf . - Дата обращения 30.11.2021 г.

65. Официальный сайт Правительства Швеции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.government.se/government-policy/the-governments-innovation-partnership-programmes/> . - Дата обращения 30.11.2021 г.

66. Официальный сайт Ekobot [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ekobot.farm/>. - Дата обращения 30.11.2021 г.

67. Официальный сайт Шведского университета сельскохозяйственных наук [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.slu.se/> . - Дата обращения 30.11.2021 г.

68. Официальный сайт Greppa Näringen [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greppa.nu/vara-tjanster> . - Дата обращения 30.11.2021 г.

69. Сайт Правительства Швеции. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.government.se/press-releases/2020/05/government-decides-on-sek-200-million-for-continued-broadband-expansion-in-rural-areas/> . - Дата обращения 30.11.2021 г.

70. Gerard Sylvester *E-agriculture strategy guide*. FAO. Bangkok 2016, 222 p. ISBN: 978-92-5-109186-9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/24f624ea-7891-45e8-9b24-66cbf13f004d/>

71. Информационное общество в Российской Федерации. 2020: статистический сборник [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – Электрон. текст дан. (33,6 Мб). – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – ISBN 978-5-7598-2237-0.

72. Kotarba, Marcin (2017) : Measuring digitalization: Key metrics, Foundations of Management, ISSN 2300-5661, De Gruyter, Warsaw, Vol. 9, Iss. 1, pp. 123-138, <http://dx.doi.org/10.1515/fman-2017-0010>

73. Стратегия цифровой трансформации сельского хозяйства "Моя цифровая ферма" или "Привет, Ферма!" (утв.

Правительственной комиссией по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 25.06.2021 N 20)) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=390530&dst=1000000001%2C0#ETC9kdSiZksutbP8> (дата обращения 20.07.2021)

74. Smart Agriculture Market Report. FB : Agriculture & Agri Products. RA00235. 184 p. URL: <https://www.researchdive.com/235/smart-agriculture-market> (дата посещения 27.11.2021)

75. Communication from the Commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions/2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade//European Commission. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:12e835e2-81af-11eb-9ac9-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF (дата обращения: 03.11.2021)

76. Integration of Digital Technology. Digital Economy and Society Index Report 2019 Integration of Digital Technology. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberpolicy.nask.pl/wp-content/uploads/2019/06/Integration-of-Digital-Technology-DESI-2019.pdf> (дата обращения: 01.12.2021)

77. The Digital Economy and Society Index (DESI). European commission. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> (дата обращения: 01.12.2021)

78. EU Digital Single Market [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eufordigital.eu/discover-eu/eu-digital-single-market/> (дата обращения: 02.11.2021)

79. Prause L. Digitalization and the third food regime / L. Prause, S. Hackfort, M.Lindgren //Agriculture and Human Values, Volume 38, 2021, pp. 641–655

80. Common European data spaces. Real-time Linked DataSpaces. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dataspaces.info/common-european-data-spaces/#page-content> (дата обращения: 05.11.2021)

81. Status of Digital Agriculture in 18 countries of Europe and Central Asia//International Telecommunication Union and Food and

Agriculture Organization of the United Nations. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///E:/ENGLISH/Macroeconomics/Status%20of%20Agriculture%20in%20Europe%20and%20Central%20Asia.pdf> (дата обращения: 01.11.2021)

82. The Future of Jobs Report 2020. World Economic Forum. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf (Дата обращения: 07.12.2021)

83. Communication from the Commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions/2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade//European Commission. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:12e835e2-81af-11eb-9ac9-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF (дата обращения: 03.11.2021)

84. The Digitalization of Food and Agriculture. FAO regional conference for Asia and The Pacific. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/nc580en/nc580en.pdf> (дата обращения: 18.07.2021), Digital Excellence in Agriculture in Europe and Central Asia. Good practices in the field of digital agriculture (Stocktaking Report). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/cb6098en/cb6098en.pdf> (дата обращения: 02.12.2021)

85. MilkNews. Новости и аналитика молочного рынка. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://milknews.ru/longridy/kak-privlekat-investicii.html>

86. Status of Digital Agriculture in 18 countries of Europe and Central Asia//International Telecommunication Union and Food and Agriculture Organization of the United Nations. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <file:///E:/ENGLISH/Macroeconomics/Status%20of%20Agriculture%20in%20Europe%20and%20Central%20Asia.pdf> (дата обращения: 01.11.2021), Ehlers M.-H. Agricultural policy in the era of digitalization/ M.-H. Ehlers, Huber R. Finger R. //Food Policy, Volume 100, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.102019>

87. Basso B. Digital agriculture to design sustainable agricultural systems/ B. Basso, J. Antle// Nature Sustainability, 3(4), 2020, pp. 254-256

88. The Future of Jobs Report 2020. World Economic Forum. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf (Дата обращения: 07.12.2021),

89. Human-Centred Artificial Intelligence for Human Resources: A Toolkit for Human Resources Professionals. World Economic Forum. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Human_Centred_Artificial_Intelligence_for_Human_Resources_2021.pdf (Дата обращения: 06.12.2021)

90. Strategy for agricultural statistics for 2020 and beyond / EUROPEAN COMMISSION. EUROSTAT, November 19 2015

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научное издание

*Архипова М.Ю., Кагирова М.В., Уколова А.В., Романцева Ю.Н.,
Харитоновна А.Е., Демичев В.В.*

**АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ ПРАКТИКИ
ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ
В АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС
НАЦИОНАЛЬНЫХ И НАДНАЦИОНАЛЬНЫХ
ЭКОНОМИК, НА ПРИМЕРЕ СТРАН
С ТРАДИЦИОННО РАЗВИТЫМ СЕЛЬСКИМ
ХОЗЯЙСТВОМ**

Аналитические материалы

Аналитические материалы подготовлены в рамках реализации тематического
План-задания РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по заказу Минсельхоза
России за счет средств федерального бюджета в 2021 году

Сдано в набор 14.12.2021.

Формат 60×88/16.

Усл.печ.л. 7,4

Подп. в печ. 21.12.2021.

Бумага офсетная.

Тираж 500 экз.

Издательство «Научный консультант» предлагает авторам:

- издание рецензируемых сборников трудов научных конференций;
- печать монографий, методической и иной литературы;
- размещение статей в собственном рецензируемом научном журнале «Прикладные экономические исследования»

ISBN 978-5-907477-35-3



9 785907 477353 >

Издательство Научный консультант

123007, г. Москва, Хорошевское ш., 35к2, офис 508.

Тел.: +7 (926) 609-32-93, +7 (499) 195-60-77 www.n-ko.ru keyneslab@gmail.com