

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

¹Букова А. А., ²Алетдинова А. А.

¹ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»,
Новосибирск, Россия, *annabukova.avtf.avt.813@gmail.com*,

²ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»,
Новосибирск, Россия, *aletdinova@corp.nstu.ru*

Аннотация. Цифровые технологии привели к революции во всех отраслях экономики, включая и сельское хозяйство. Авторы предприняли попытку выделить особенности эволюционных этапов в аграрном секторе. Особое внимание уделено концепциям развития, особенно «Сельскому хозяйству 4.0» и «Сельскому хозяйству 5.0». Последняя вызывает много вопросов, ее описание требует уточнения. Для прорывного развития сельского хозяйства в России возможно одновременное развитие и внедрение четвертой и пятой концепций, хотя и существует достаточно много барьеров, которые можно преодолеть только в связке «государство – образование – наука – производство».

Применение цифровых технологий способствует экономическому развитию страны и формированию ее конкурентоспособности. В связи с этим появляется необходимость во внедрении проектов, способствующих продвижению цифровизации в различных отраслях, в том числе в сельском хозяйстве. Понимание истории становления этой отрасли и ее состояние в разных странах в настоящий момент позволит дать более достоверную оценку текущих тенденций по использованию в ней технологий.

Рассмотрим эволюционные этапы становления сельского хозяйства. Краткие характеристики каждого представлены в табл.1.

Таблица 1 – Описание эволюционных этапов сельского хозяйства (обобщено на основе [1–5] и дополнено авторами)

Концепции	Характеристики
1.0	От собирательства к сельскому хозяйству. Одомашнивание животных, использование деревянных инструментов
2.0	Замена деревянных инструментов и оборудования на металлическое
3.0	Внедрение сельскохозяйственной техники и оборудования, их массовое производство. Интенсификация производства
4.0	Зеленая и цифровая революции. Автоматизация части процессов. Внедрение телекоммуникационных систем для контроля ресурсов и процесса работы, робототехники, рациональное применение удобрений и пестицидов, выведение новых сортов сельскохозяйственных культур, пород
5.0	Цифровая революция. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ), нанoeлектроники и облачных вычислений, применяемых для дистанционного зондирования (ДЗ)

Последнее столетие принесло существенные изменения в сельское хозяйство. Это отразилось в смене технологий, появлении новых сортов, пород, новых профессий, форм ведения хозяйственной деятельности и т. д.

И конечно мы должны говорить сначала о появлении интереса к интенсификации производства, потом к переходу на ресурсосберегающие, зеленые технологии и цифровые. По аналогии с развитием концепций промышленности (3.0, 4.0, 5.0) в сельском хозяйстве намечаются те же перспективы, но более медленно и со своими особенностями. Рассмотрим некоторые технологические области, характерные для цифровой фазы сельского хозяйства.

Точное земледелие заключается в повышении продуктивности посевов. Происходит это за счет ввода в эксплуатацию ГИС, ДЗЗ, GPS, работающих с пространственной информацией. Полученные показания с полей можно представить в виде электронных карт и на их основе проводить анализ, мониторинг сельскохозяйственных угодий, создавать прогнозы. Составленная аналитическая информация полезна для принятия оптимальных и своевременных управленческих решений для повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Лидирующие позиции в этом секторе занимают такие компании, как JohnDeere (США) с навигационной системой GreenStar, CLAAS (Германия), создавшая систему параллельного вождения от CAMPILOT. Отечественная программа Азимут-1 от компании ООО «Ратос» используется в России для параллельного вождения. Она позволяет предотвратить появление при обработке поля перекрытий или огрехов, определить направление или скорость движения агрегата, площадь обрабатываемого поля [6]. Также из России появилась ГИС «Панорама АГРО» от «КБ Панорама» с возможностью ведения базы и мониторинг состояния почвы, полей и посевов, сведений об автотранспорте, техники и агрегатах, обеспечение дистанционного контроля работ на основе GPS навигации технических средств и информационное взаимодействие с внешними программами, включая продукты на платформе «1С» [7]. Однако из-за высокой стоимости и недостатка специалистов, умеющих с ней работать, широко не применяется. Сильнее распространяются web-ГИС с функцией интеграции данных реального времени, поступающих от различных датчиков (IoT).

Сельскохозяйственные роботы подразделяются на три сегмента: автоматизированные системы вегетации, системы управления молочными фермами, а также беспилотные транспортные средства и летательные аппараты.

Сенсорные датчики, установленные на агрегаты, при помощи полученных сигналов различного рода способны отслеживать состояние растений, сигнализировать о необходимости внесения удобрений, средств защиты от вредителей, давать оценку урожайности. Популярны системы вегетации – SideKick от RavenIndustries (США) для внесения удобрений и ядохимикатов; GreenSeekerRT200 американской компании TrimbleInc., предоставляющая данные о количестве растительного вещества в посадке и позволяющая внести оптимальную дозу удобрений. Среди пробоотборников в Европе популярен Wintex 1000 от WintexAgro (Дания) и Multiprob 120 компании Nietfeld (Германия), у которого все функции выполняются двумя приводами, работающими поочередно и контролирующими позицию и скорость [8].

Для учета поголовья скота и оптимизации работ по селекции используются технологии GPS и радиочастотной идентификации (RadioFrequencyIdentification). Одной из лучших признана система Afimilk от S.A.E. Afikim из Израиля, предоставляющая возможность идентификации коров, их управления и автоматическое взвешивание в движении, точного измерения удоя [9].

Установка беспилотных системы на тракторы позволяет минимизировать влияние на работу человеческого фактора, предотвратить появление перекрытий или перерасход удобрений и ядохимикатов, свести к минимуму вероятность хищения зерна или топлива. Существует система автоматического вождения AutoTrac 200 от ранее упомянутой американской компании JohnDeere, подходящая к любой технике, в том числе от других производителей. Роботрактор CaseIHMagnum полученный при совместной работе компании Autonomous-Solutions (США) и CNHIndustrial (Нидерланды) подойдет для больших агрохолдингов и крупных предприятий. Российское производство не отстает от конкурентов и предлагает трактор С-Pilot с системой компьютерного зрения (совместная разработка ГК «Когнитивные технологии», агрохолдинга «Союз-Агро» и производителя «Ростсельмаш».

С использование *AIoT технологий* можно автоматизировать цикл сельскохозяйственных операций. В эту область входят различные приложения/платформы, периферийное оборудование (датчики, сенсоры), каналы связи (GPS, LTE и т. д.). Сбор данных происходит через сенсоры, датчики, которым затем по каналам связи поступают управляющие сигналы от AIoT платформ или приложений. Последние предназначены для мониторинга почв, растений, животных, формирования логики поведения при появлении проблем, анализа потоков данных. Популярным решением признано мобильное и веб приложение FarmCommand принадлежащей канадской компании FarmersEdge, с предоставлением функции анализа грунта, ежедневной съемки со спутника, прогнозирования по модели, расчета частотности применения средств. Также снова появляется компания JohnDeere, завоевавшая многие сферы в сельском хозяйстве, со своей системой комплексных решений FarmSight с входящими в нее возможностью объединения оборудования, операторов, владельцев и дилеров в единую базу, тем самым обеспечивая оптимизацию машин, логистики и поддержку принятия решений. Отечественные платформы Rigtech и kSense от Rightech и АО «Компонента» соответственно обеспечивают автоматизацию и мониторинг транспорта и техники, сельскохозяйственных угодий, хранение и переработку сельхозпродукции, а также контроль скота.

BigData пересекается с предыдущими областями, потому что каждая из них сталкивается с разнообразными собранными с датчиков и сенсоров данными, которые бывают неструктурированными или имеют большой объем. В связи с этим возникает потребность в достоверности их анализа для составления точного прогноза и принятия верной стратегии ведения хозяйства.

Далее рассмотрим подробнее для нескольких стран некоторые существующие примеры, отражающие использование цифровых технологий и поддержку цифровизации.

Белорусская платформа Agropaut создана для оперативного и стратегического управления сельскохозяйственным предприятием. В его базе содержится большое количество различных видов и моделей машинотракторного парка. Доступна экономическая оценка и комплектование агрегатов, погодные калькуляторы, история метеонаблюдений, технологические карты, оптимизация пользовательский и модельных полей, а также логистика с маршрутами. Эксперты и фермеры подтверждают уникальность предлагаемой системы, высоко оценивают ее значимость и потенциальные возможности для практического использования [10].

В целях цифровой трансформации сельского хозяйства с помощью внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва в АПК министерством сельского хозяйства Российской Федерации был предложен проект «Цифровое сельское хозяйство» [11] со сроком реализации с 2019 по 2024 гг. Среди поставленных задач значится в 2 раза увеличить производительность труда, в 1,5 раза сократить удельные затраты предприятий на администрирование бизнеса и на 20 % снизить доли материальных затрат на сельскохозяйственную продукцию.

Для достижения этих показателей планируется создать и внедрить несколько программных продуктов:

- национальная гос. платформа по управлению сельским хозяйством «Цифровое сельское хозяйство» (ЦСХ);
- модуль «Агрорешения»;
- система непрерывной подготовки специалистов сельскохозяйственных предприятий для формирования компетенций в области цифровой экономики.

Использование вышеуказанных продуктов позволит России совершить технологический рывок. С помощью первого продукта будет происходить планирование сельскохозяйственного производства, предоставление государственной поддержки товаропроизводителям, а также будут храниться данные о сырье, готовой продукции и ресурсах. Во второй будет входить несколько решений – «Умная ферма», «Умное поле», «Умное стадо», «Умная теплица», «Умная переработка» и «Умный склад». Третий будет представлять собой электронную образовательную систему «Земля знаний» с возможностью дистанционного обучения и предоставлением консультаций по проблемным вопросам.

В 2021 году показатели по внедрению национальной интеллектуальной системы мер государственной поддержки и частным агросервисам достигли 100 % значений; в сфере достижения экономического эффекта сельскохозяйственными товаропроизводителями за 2 года многие показатели увеличились кроме доли материальных затрат, которая уменьшилась с 60 % от себестоимости до 50 %; в сфере подготовки отраслевых специалистов с компетенциями цифровой экономики 35 % от общего их количества прошли переподготовку по работе с цифровыми технологиями [12].

Можно выделить немецкий проект Landnetz, входящий в состав 14 цифровых экспериментальных полей по всей Германии, которые Федеральное министерство продовольствия и сельского хозяйства (BMEL) продвигает в рамках программы будущего цифровой политики в сельском хозяйстве. В его основе

лежит идея о покрытии местности коммуникационными и облачными сетями в условиях «Сельского хозяйства 4.0» [13].

Не смотря на различные проекты по цифровизации производства применение концепций «Сельское хозяйство 4.0» и «Сельское хозяйство 5.0» сталкивается с большими трудностями, разместим их в порядке значимости на наш взгляд:

- недостаточное количество финансовых средств для внедрения информационно-коммуникационных технологий, автоматизации и роботизации;
- некупаемость многих новых технологий в силу их высокой стоимости и затрат товаропроизводителей;
- необходимость дальнейшего совершенствования цифровых технологий, расширения количества проектов, тесное взаимодействие образования, науки и производства;
- нехватка квалифицированного персонала;
- недостаточное развитие инфраструктуры (включая техническое обслуживание, 4 и 5 G, и др.);
- санкционные меры, ограничивающие свободную диффузию знаний, технологий;
- настороженное отношение к инновациям у сельхозпроизводителей и населения.

В современных условиях при поддержке государства, на наш взгляд, возможно слияние концепций «Сельское хозяйство 4.0» и «Сельское хозяйство 5.0», их совместная реализация и переход к стратегии прорыва в экономическом развитии аграрного сектора. Ключевую роль в этом будет играть развитие и внедрение цифровых технологий.

Литература

1. Saiz-Rubio, V. From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management / V. Saiz-Rubio, F. Rovira-Más // *Agronomy*. – 2020. – Т. 10, № 2. – Р. 207.
2. Ahmed, L. Agriculture 5.0 – The Future / L. Ahmed, F. Nabi // *Agriculture 5.0: Artificial Intelligence, IoT, and Machine Learning*. – CRC Press, 2021. – Р. 187–203.
3. Ленский, А. В. Перспективный зарубежный опыт эксплуатации машинно-тракторных агрегатов / А. В. Ленский, А. А. Жешко // *Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч.-техн. конф: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2017. – С.253–255.*
4. Дудин, М. Н. Цифровизация роста: будущее сельского хозяйства России в индустрии 4.0 / М. Н. Дудин, С. В. Шкодинский, А. Н. Анищенко // *АПК: Экономика, управление*. – 2021. – № 5. – С. 25–37.
5. Martos, V. Ensuring agricultural sustainability through remote sensing in the era of agriculture 5.0 / V. Martos, A. Ahmad, P. Cartujo, J. Ordoñez // *Applied Sciences*. – 2021. – Т. 11, № 13. – С. 5911.

6. Маринченко, Т. Е. Цифровая трансформации растениеводства // Инновации в сельском хозяйстве. – 2018. – № 4. – С. 330–338.
7. ГИС Панорама АГРО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gisinfo.ru/products/panagro.htm>. – Дата доступа: 05.11.2022.
8. Агрехимический анализ почв / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 11 с.
9. Афифарм 5.5 система управления стадом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://спецмолтехника.рф/afimilk>. – Дата доступа: 5.11.2022.
10. Agronaut [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agronaut.by/>. – Дата доступа: 05.11.2022.
11. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с.
12. Департамент цифрового развития и управления государственными информационными ресурсами АПК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mcxas.ru/upload/medialibrary/0f3/0f3e94a2348bb7122977c138e069ece1.pdf>. – Дата доступа: 05.11.2022.
13. Описание проекта Landnetz [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://landnetz.eu/projekt/>. – Дата доступа: 05.11.2022.