

На правах рукописи

Алексеев Андрей Александрович

**Совершенствование управления сельскохозяйственным производством
в условиях его цифровизации
(на примере тепличных хозяйств Новосибирской области)**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством
(экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами.
АПК и сельское хозяйство)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Новосибирск 2022

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет»

Научный руководитель: доктор экономических наук, доцент
Лубкова Эльмира Миннулловна,
заведующая кафедрой финансов и кредита ФГБОУ ВО
«Кузбасский государственный технический
университет им. Т.Ф. Горбачева»

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Силаева Лидия Павловна,
главный научный сотрудник отдела территориально-
отраслевого разделения труда в АПК ФГБНУ
«Федеральный научный центр аграрной экономики и
социального развития сельских территорий
Всероссийский научно-исследовательский институт
экономики сельского хозяйства»

доктор экономических наук, доцент
Чиркова Ирина Григорьевна,
профессор кафедры производственного менеджмента
и экономики энергетики ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический университет»

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный
университет им. П.А. Столыпина»

Защита состоится 6 октября 2022 г. в 13.30 часов на заседании диссертационного совета Д999.180.03 в Новосибирском государственном аграрном университете по адресу: 630039, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, зал ученого совета.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Новосибирского государственного аграрного университета и на официальном сайте www.nsau.edu.ru.

Объявление о защите и автореферат диссертации размещены на официальных сайтах Новосибирского ГАУ и ВАК РФ.

Автореферат разослан 5 сентября 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. экон. наук, доцент

А.А. Самохвалова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Внедрение цифровых технологий в сельское хозяйство – это объективно необходимый процесс, направленный на минимизацию влияния природно-климатических и антропогенного факторов при производстве продукции. Одно из основных последствий цифровизации отрасли – это коренное ее преобразование, заключающееся в изменении технологического уклада, производственных цепочек, системы управления производством и т.д. Тепличные хозяйства являются наиболее перспективными для перехода на цифровое, автоматизированное и роботизированное производство. Уже сейчас за рубежом в теплицах работают роботы, высеивающие семена, удаляющие сорняки, собирающие урожай, а климат обеспечивается автоматизированными системами управления.

Перед тем как внедрить новую технику или технологию в производство, следует перестроить методы организации и управления бизнес-процессами. Существующие управленческие подходы, применяемые сельхозтоваропроизводителями, могут помешать процессу цифровизации отрасли и сделать продукцию сельского хозяйства неконкурентоспособной на современных рынках. В связи с этим требуется совершенствование системы управления сельскохозяйственным производством на основе цифровых технологий, что и обуславливает актуальность исследования.

Степень разработанности проблемы. Вопросам науки управления посвятили свои труды И. Ансофф, О.С. Виханский, И.Н. Герчиков, Н.А. Пиличев, А.Г. Поршнев, А.В. Пошатаев, З.П. Румянцева, Л.П. Силаевой, Н.А. Саломатин, Р.С. Трикоз, И.Г. Ушачев, А.А. Шутьков и др. Изучение автоматизированных систем управления и новых информационных технологий в управлении производством в аграрном секторе экономики представлено в работах А.Г. Аганбегяна, Н.Т. Барановского, Ф.И. Васькина, А.М. Гатаулина, В.А. Глушкова, В.В. Дика, Б.В. Лукьянова, С.В. Назарова, Б.Е. Одинцова, Е.Г. Ойхмана, Н.Г. Рак, Б.А. Рунова, Е.А. Сергованцева, Б.Я. Советова, Г.А. Титоренко, И.Т. Трубилина и др.

Отдельные вопросы управления сельскохозяйственными организациями на уровне регионов раскрыты в работах А.П. Балашова, Н.И. Вострикова, Н.Д. Ед-

ренкиной, В.П. Зотова, В.А. Кундиус, А.Б. Мельниковой, Э.М. Лубковой, В.Н. Папело, П.М. Першукевича, Н.И. Пыжиковой, А.А. Распутина, Е.В. Рудого, А.А. Самохваловой, Л.П. Силаевой, И.Ю. Склярова, А.Т. Стадника, В.Ф. Стукача, А.И. Сучкова, И.Г. Чирковой, И.В. Щетининой, С.А. Шелковникова, О.В. Шумаковой и др.

Цель исследования заключается в уточнении теоретико-методических основ и разработке практических рекомендаций по управлению сельскохозяйственным производством в тепличных хозяйствах на основе цифровых технологий.

Для достижения цели исследования поставлены и решены следующие задачи:

1. Уточнены теоретические основы управления сельскохозяйственным производством в условиях внедрения цифровых технологий.
2. Выявлены ключевые изменения в алгоритме принятия управленческих решений в сельскохозяйственном производстве на базе цифровых технологий.
3. Усовершенствованы структура и методы управления сельскохозяйственным производством в тепличных хозяйствах с применением цифровых технологий.
4. Обоснованы экономическая эффективность цифровизации тепличного производства и прогноз его развития для Новосибирской области.

Объектом исследования послужили отношения, возникающие в процессе управления производством в условиях цифровизации тепличных хозяйств.

Предмет исследования – способы и методы управления цифровым сельскохозяйственным производством в тепличных хозяйствах.

Объект наблюдения – тепличные хозяйства Новосибирской области.

Область исследования. Работа соответствует п. 1.2.41. «Планирование и управление агропромышленным комплексом, предприятиями и отраслями АПК», п. 1.2.42. «Организационный и экономический механизм хозяйствования в АПК, организационно-экономические аспекты управления технологическими процессами в сельском хозяйстве» Паспорта специальностей ВАК 08.00.05 – Экономика

и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами. АПК и сельское хозяйство).

Теоретической основой исследования послужили фундаментальные положения экономической теории по управлению сельскохозяйственным производством, научные труды отечественных и зарубежных учёных, изложивших свои точки зрения в научных статьях, монографиях, диссертациях по проблемам управления сельскохозяйственным производством.

Информационная база исследования представлена законодательными и нормативными документами, затрагивающими различные аспекты государственной поддержки и регулирования развития аграрного сектора, материалами территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области, годовыми отчётами и другой отчетностью сельскохозяйственных организаций Новосибирской области.

Методологической базой исследования послужили следующие методы: монографический, абстрактно-логический, сравнительный, расчётно-конструктивный, форсайт.

Положения, выносимые на защиту:

1. Теоретические основы управления сельскохозяйственным производством в условиях цифровизации экономики.
2. Усовершенствованный алгоритм принятия управленческих решений в сельскохозяйственном производстве в тепличных хозяйствах на базе цифровых технологий.
3. Организационная структура и методы управления цифровым сельскохозяйственным производством в тепличных хозяйствах.
4. Экономическая эффективность цифровизации тепличных хозяйств Новосибирской области и прогноз их развития.

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем:

1. Автором выделен ряд особенностей, присущих управлению цифровым сельскохозяйственным производством, к которым можно отнести возможность: моделирования жизненного процесса живых организмов и внесения в него кор-

ректировок; моделирование различных сценариев производства; удаленное управление производственными процессами; уменьшение степени влияния природно-климатических факторов на результат производства; гарантированное получение заданных производственных параметров (урожайности, продуктивности, вкусовых качеств); минимизация взаимодействий человека с живыми организмами; зависимость жизнедеятельности организмов от работы инженерных систем. Также автором предложены принципы управления цифровым сельскохозяйственным производством: отсутствие строгой иерархичности; децентрализация принятия и реализации управленческих решений; формирование единого информационного пространства; управление организацией в режиме реального времени; создание цифрового двойника всего производственного процесса. Сформулировано понятие «управление сельскохозяйственным производством на основе цифровых технологий» – это процесс принятия стратегических решений, направленных на снижение зависимости результатов производства от природно-климатического и антропогенного факторов с помощью оптимальных его моделей, созданных искусственным интеллектом на основе данных, которые получены им в результате выполнения тактических задач управления производством.

2. Усовершенствован алгоритм принятия решений по управлению сельскохозяйственным производством в тепличных хозяйствах в условиях цифровизации. В рамках данного алгоритма устанавливает руководитель стратегические цели для организации, согласно которым главный агроном ставит тактические задачи на сезон, а IT-специалист разрабатывает алгоритмы или сценарии действий для автоматизированной системы управления производством и искусственного интеллекта. Тактические задачи выполняются автоматизированной системой управления и роботизированной техникой, в процессе чего осуществляется сбор всех показателей производства. Их анализ позволяет в автоматическом режиме выявить проблемные моменты в производственных процессах и осуществить корректировку тактических задач в целях повышения эффективности производства. В дальнейшем эти данные и их интерпретация позволяют руководству организации принимать оптимальные управленческие решения стратегического характера.

3. Автором предложено в качестве основных методов управления цифровым сельскохозяйственным производством использовать методы agile и форсайта. Метод agile-управления предполагает создание кросс-функциональных команд, составленных из сотрудников разных отделов, для генерирования новых идей на постоянной основе. Для сельскохозяйственных организаций в такие команды входят агрономы, инженеры, IT-специалисты и в отдельных случаях (в основном это актуально для крупных агрохолдингов) – маркетологи и экономисты. Методы форсайт-управления являются наиболее оптимальными для цифровых организаций. К одному из таких методов можно отнести сценарное прогнозирование, которое предполагает разработку нескольких сценариев развития организации в зависимости от влияния внешних факторов, что для сельского хозяйства имеет большое значение. Данный метод позволит снизить уровень неопределенности в будущем сельхозорганизаций.

4. Обоснованы экономическая эффективность цифровизации тепличного производства и прогноз его развития. Рассчитаны прогнозные показатели развития растениеводства Новосибирской области посредством цифровых технологий. Валовая прибыль от реализации продукции растениеводства сельскохозяйственными организациями к 2025 г. увеличится на 28,7% и составит 1652 млн руб. Рентабельность продукции растениеводства без учета господдержки увеличится до 10,5%. Цифровизация отрасли растениеводства области позволит увеличить урожайность овощей защищенного грунта до 85 кг/м², а производительность труда до 4477,8 тыс. руб/чел.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическое значение работы состоит в уточнении принципов и методов управления, а также в разработке алгоритма принятия управленческих решений в условиях цифровизации сельскохозяйственного производства. Практическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы для цифровизации сельскохозяйственного производства региона. Результаты исследования приняты к внедрению Министерством сельского хозяйства Новосибирской области, ООО ТК «Толмачевский» Новосибирского района

Новосибирской области. Основные положения диссертационного исследования используются в учебном процессе Новосибирского государственного аграрного университета.

Апробация результатов исследования. Диссертационное исследование выполнена в соответствии с планом научно-исследовательской работы Новосибирского государственного аграрного университета. Основные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертации, доложены и получили положительную оценку на аспирантских семинарах кафедры финансов и статистики Новосибирского ГАУ; на научно-практических конференциях:

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 8 научных работ общим объемом 12,14 п.л. (авт. 6,69 п.л.), в т.ч. 4 работ в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, – 2,85 п.л. (авт. 2,1 п.л.).

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы, включающего 163 источника. Работа изложена на 151 странице машинописного текста, включает 39 таблиц и 17 рисунков.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи, объект, предмет и методы исследования, научная и практическая значимость работы.

В первом разделе «Теоретические основы управления сельскохозяйственным производством и его цифровизации» рассмотрены понятие и сущность управления сельскохозяйственным производством; определено место цифровых технологий в управлении сельхозпроизводством, изучен процесс цифровизации экономики в России и за рубежом.

Во втором разделе «Оценка уровня потенциала цифровизации сельского хозяйства Новосибирской области» проведен анализ современного состояния и динамики развития отрасли, даны оценки уровня развития тепличного производства региона и оценка уровня цифровизации сельского хозяйства России, в т.ч. Новосибирской области.

В третьем разделе «Совершенствование управления сельскохозяйственным производством в тепличных хозяйствах на основе цифровых технологий» разработан алгоритм принятия управленческих решений в условиях цифрового сельхозпроизводства; усовершенствована организационная структура, предложены методы управления тепличными хозяйствами и рассчитана экономическая эффективность цифровизации их производств.

В заключении обобщены основные результаты исследования.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Теоретические основы управления сельскохозяйственным производством в условиях цифровизации экономики

Цифровизация любой организации имеет два направления трансформации: технологическое и управленческое. Технологическая трансформация – это оцифровка всех производственных процессов и автоматизация производства, а управленческая – это внедрение новых методов управления. Как показывает практика, компании, которые используют цифровые технологии и новые методы управления производством, в среднем на 26% прибыльнее конкурентов; у тех, кто использует цифровые технологии без изменения системы управления, прибыль на 11% ниже; компании, которые переходят только на новые методы управления, увеличивают прибыль лишь на 9%. В связи с этим в условиях перехода сельскохозяйственного производства к цифровизации крайне необходимо не только внедрять новые технологии в производство, но и менять систему управления им.

В условиях цифровой экономики происходит коренное изменение парадигмы управления сельскохозяйственным производством, базирующейся на том, что при роботизации производства и автоматизации систем управления им стратегические решения принимаются человеком, а тактические – машиной, на основании данных, заданных человеком. В результате сокращается время на коммуникации, увеличивается скорость бизнес-процессов, повышаются точность и оперативность процесса принятия решений.

В таблице 1 представлены изменения в элементах системы управления сельскохозяйственным производством, происходящие в процессе перехода от использования ручного труда к цифровым технологиям.

Основные изменения, происходящие в цифровом производстве, затрагивают: объект управления – искусственный интеллект, который в отличие от предыдущих объектов может уже самостоятельно выбирать наиболее оптимальные решения; иерархию управления, меняющуюся на горизонтальную; субъект принятия тактических решений – уже не руководитель, а автоматизированная система управления; форму управления, изменяющуюся с реактивной на превентивную, которая позволяет предотвратить кризис в организации. Также стоит отметить, что в цифровой экономике стиль управления перестает иметь значение – искусственный интеллект не заметит разницы между, например, демократическим и авторитарным стилями управления.

Автором выделен ряд особенностей, присущих управлению цифровым сельскохозяйственным производством:

- моделирование будущего валового сбора или урожайности и возможность внесения необходимых корректировок в процесс производства с помощью программного обеспечения;
- моделирование жизненного процесса живых организмов;
- выявление множества вероятных состояний управляемого объекта и выбор наиболее оптимального из них;
- объединение всех объектов управления в единую систему, управление которой происходит удаленно;
- уменьшение степени влияния природно-климатических факторов на результат производства благодаря созданию оптимальных условий для жизнедеятельности живых организмов в автоматическом режиме;
- гарантированное получение заданных производственных параметров (урожайности, продуктивности, вкусовых качеств);

Таблица 1 – Матрица эволюции системы управления сельскохозяйственным производством от ручного труда к цифровому производству

Показатель	Способ производства				
	ручной труд	механизированное производство	автоматизированное производство	роботизированное производство	цифровое производство
Предмет труда	Плуг, мотыга	Машина (механизм)	Автоматизированные устройства	Робот	Программное обеспечение
Субъект управления	Руководитель	Руководитель	Руководитель	Руководитель	Руководитель
Объект управления	Работник	Работник	Автоматизированные системы	Робот	Искусственный интеллект
Иерархия управления	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Вертикальная	Горизонтальная
Скорость принятия решений	Низкая	Низкая	Средняя	Высокая	Мгновенная
Субъект принятия стратегических решений	Руководитель	Руководитель	Руководитель	Руководитель	Руководитель
Субъект принятия тактических решений	Работник	Специалист	Менеджер отдела	Инженер-оператор	Автоматизированная система управления
Приоритет в удовлетворении жизненных потребностей	Работников	Населения микро- и мезорегиона	Населения страны и дружественных государств	Населения макрорегиона	Населения мира
Стиль управления	Авторитарный	Авторитарный	Демократический	Демократический	Не имеет значения
Форма управления	Реактивная	Реактивная	Активная	Активная	Превентивная
Источник принятия решений	Эмпирический опыт	Научные знания	Научные знания	Базы знаний	Оцифрованные базы данных
Уровень управления внешними факторами	Неспособность противостоять влиянию внешних факторов	Прогнозирование влияния внешних факторов	Минимизация влияния внешних факторов	Нивелирование влияния внешних факторов	Исключение влияния внешних факторов
Уровень управления человеческим фактором	Большое количество ошибок, сделанных человеком	Снижение влияния человеческого фактора	Минимизация влияния человеческого фактора	Нивелирование влияния человеческого фактора	Исключение влияния человеческого фактора

- минимизация взаимодействий человека с живыми организмами и переход к модели взаимодействия: живой организм – технические системы;
- нивелирование влияния фактора сезонности производства;
- создание искусственных систем жизнеобеспечения;
- зависимость жизнедеятельности организмов от работы инженерных систем.

В условиях цифровизации производства функции управления организацией претерпевают изменения. Значительная роль отводится прогнозированию, а точнее, разработке сценариев возможного развития производства, которое осуществляется искусственным интеллектом. К искусственному интеллекту переходит и функция контроля за производством (рисунок 1).

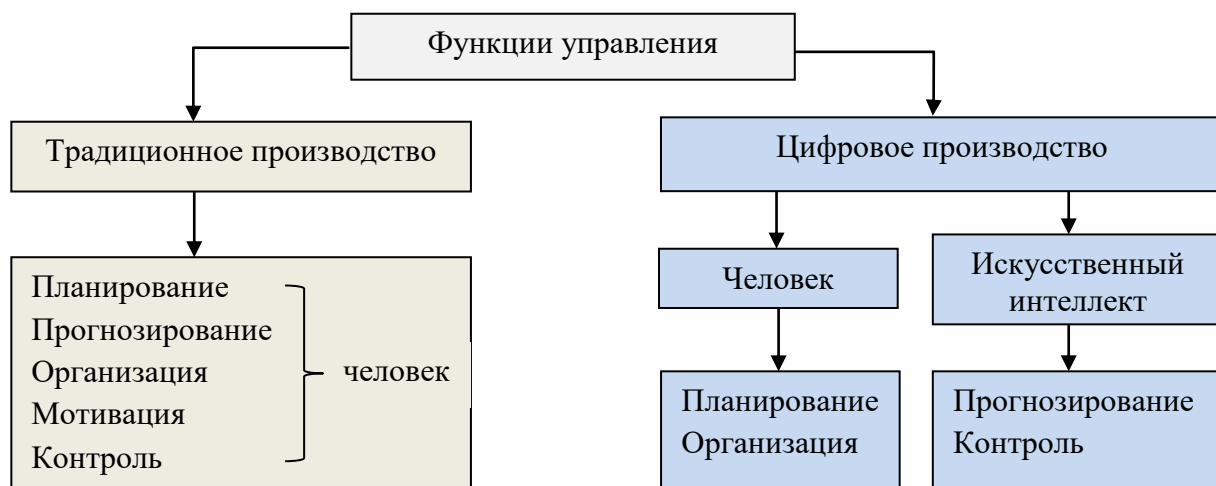


Рисунок 1 – Выполнение функций управления в традиционном и цифровом производстве

Стоит отметить, что с роботизацией и цифровизацией производства функция мотивации перестанет быть необходимой, так как автоматизированную систему управления не надо стимулировать к повышению своей эффективности – она и так изначально разработана для получения максимально возможного результата.

Также автором предложены принципы управления цифровым сельскохозяйственным производством:

1. Многофункциональность, в рамках которой происходит комбинирование различных функций в одном специалисте: агроном-экономист, агроном-инженер.

2. Децентрализация принятия и реализации управленческих решений посредством делегирования соответствующих полномочий автоматизированной системе управления производством.

3. Формирование единого информационного пространства, благодаря которому происходит интеграция персонала и автоматизированной системы управления фермой.

4. Возможность удаленного управления производством в режиме реального времени. Цифровые технологии позволяют получать информацию мгновенно в любой точке мира, что сокращает время на принятие решений и повышает их качество.

5. Создание цифрового двойника всего производственного процесса, что позволяет моделировать различные ситуации и сценарии и выбирать из них наиболее оптимальные.

Исходя из всего вышесказанного, управление сельскохозяйственным производством на основе цифровых технологий – это процесс принятия стратегических решений, направленных на снижение зависимости результатов производства от природно-климатического и антропогенного факторов, с помощью оптимальных моделей производства, созданных искусственным интеллектом на основе данных, которые получены им в результате выполнения тактических задач управления производством.

2. Усовершенствованный алгоритм принятия управленческих решений в сельскохозяйственном производстве в тепличных хозяйствах на базе цифровых технологий

В течение сезона современному сельхозтоваропроизводителю приходится принимать более 40 различных решений: от посева семян, обработки растений и до уборки урожая. Недостаток информации для принятия решений приводит к тому, что в процессе посадки, выращивания, ухода за культурами теряется до 40% урожая.

Основа цифрового сельскохозяйственного производства – это роботизированные системы, сенсоры, полевые контроллеры и разнообразные датчики, необходимые для передачи информации о состоянии контролируемого объекта, системах мониторинга и контроля, механизмах, а также нейронные сети, которые «подсказывают» наиболее эффективные условия выращивания культур. Удаленное управление и глубокий анализ данных значительно минимизируют использование ручного труда в производстве и, соответственно, изменяют управленческие подходы.

Революционный прорыв в принятии решений сельхозтоваропроизводителем в условиях цифровизации обуславливается обработкой и анализом информационной сетью в режиме реального времени множества данных, полученных посредством датчиков и сенсоров, расположенных непосредственно на живых организмах. Такое взаимодействие предоставляет руководителю или специалисту уже готовые результаты анализа и возможные варианты (сценарии) для дальнейших действий, например, по обработке и уходу за растениями. Чем больше датчиков, сенсоров и полевых контроллеров подключены в единую сеть и обмениваются данными, тем более умной становится информационная система и больше полезной информации для пользователя она способна предоставить. Если производство не только оцифровано, но и роботизировано, то система способна создавать инструкции для их автоматического исполнения роботами.

IT-специалисты на основе полученных данных создают цифровые агротехнические карты культур – сценарии, по которым в дальнейшем автоматизированная система управления фермой принимает самостоятельные решения по обеспечению процесса выращивания.

С развитием цифровизации сельскохозяйственного производства сельхозтоваропроизводители получают уникальную возможность контроля над природно-климатическими условиями внутри теплицы и прогнозирования результата производства с математической точностью.

Новая парадигма управления в условиях цифровизации приводит к сокращению и изменению алгоритма принятия управленческих решений (рисунок 2).

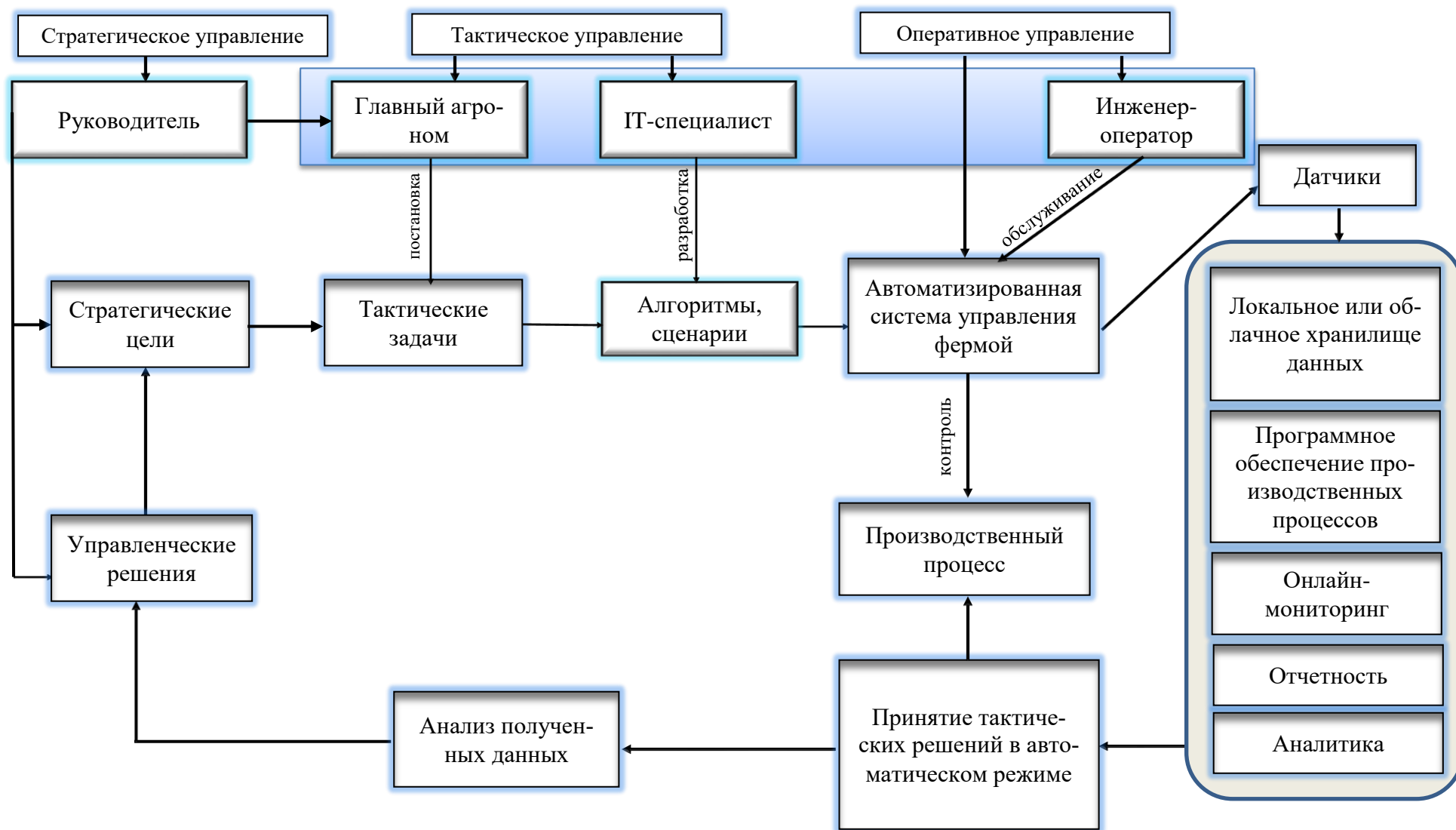


Рисунок 2 – Алгоритм принятия управленческих решений в условиях цифрового обеспечения сельхозпроизводства тепличных хозяйств

В алгоритме принятия решений по управлению сельскохозяйственным производством в условиях цифровизации осталось неизменным только одно: стратегические цели для организации устанавливает руководитель. Опираясь на эти цели, главный агроном или многофункциональный специалист ставит тактические задачи на сезон, на основе которых реализуется функция IT-специалиста, который разрабатывает алгоритмы или сценарии действий для автоматизированной системы управления теплицей.

Если в условиях традиционного сельскохозяйственного производства тактические задачи выполнялись агрономами или рабочими, осуществляющими посев, полив и т.д., то в цифровом производстве это выполняют автоматизированная система управления и роботизированная техника: задают необходимую температуру, уровень влажности, режим проветривания или полива в теплице, отслеживают рост растений и т.д.

В функции инженера-оператора входит контроль не самого процесса производства, а работы автоматизированной системы в целях своевременного устранения ошибок и неисправностей.

В процессе решения тактических задач автоматизированная система управления теплицей осуществляет сбор всех показателей производства. Их анализ позволяет выявить проблемные моменты в производственных процессах и осуществить корректировку тактических задач в целях повышения эффективности производства. В дальнейшем эти данные и их интерпретация позволяют руководству организации принимать оптимальные управленческие решения.

3. Организационная структура и методы управления цифровым сельскохозяйственным производством

Цифровизация сельскохозяйственного производства приводит к трансформации не только алгоритма принятия управленческих решений, но и к изменению методов управления. Основная задача такой трансформации заключается в координации деятельности людей, производственных процессов и технологий и их направлении на достижение единых целей.

Особенностью цифровых организаций является снижение зависимости от иерархичности в управлении. Происходит переход от разделения функционала специалистов к сотрудничеству на основе принципов agile. Это одна из основных трудностей при цифровизации организаций сельского хозяйства, так как здесь в большинстве случаев преобладает строго вертикальная структура.

Также в рамках трансформации организационной структуры цифровых сельскохозяйственных организаций появляется новый отдел – технический, в который помимо инженеров входят программисты и IT-специалисты. При этом технический отдел выполняет не обслуживающие функции, а находится на одном уровне с агротехнологическим отделом и участвует в организации производственного процесса.

Рассмотрим пример организационной структуры тепличного хозяйства, внедрившего цифровые технологии (рисунок 3). Структура административно-управленческого персонала остается без изменений и включает в себя руководителя, финансовый, маркетинговый, юридический отделы, бухгалтерию и отдел сбыта.

На следующем уровне находятся отделы агротехнологий и технический.

В отделе агротехнологий имеется руководитель – главный агроном и несколько агрономов по основным группам выращиваемых культур: к примеру, салатным, овощным и ягодным. Также там имеются специалисты по защите растений и агрохимии. Несмотря на то, что все процессы на ферме автоматизированы и система может самостоятельно справиться с большинством проблем, некоторые нештатные ситуации (такие как болезни растений, ухудшение их внешнего вида или вкуса) требуют вмешательства квалифицированного специалиста.

В техническом отделе также имеется руководитель – главный инженер, под руководством которого работают IT-специалисты, программисты и инженеры. В функционал IT-специалистов входит разработка программного обеспечения для автоматизированной системы управления фермой, а инженеры и программисты занимаются обслуживанием этой системы.

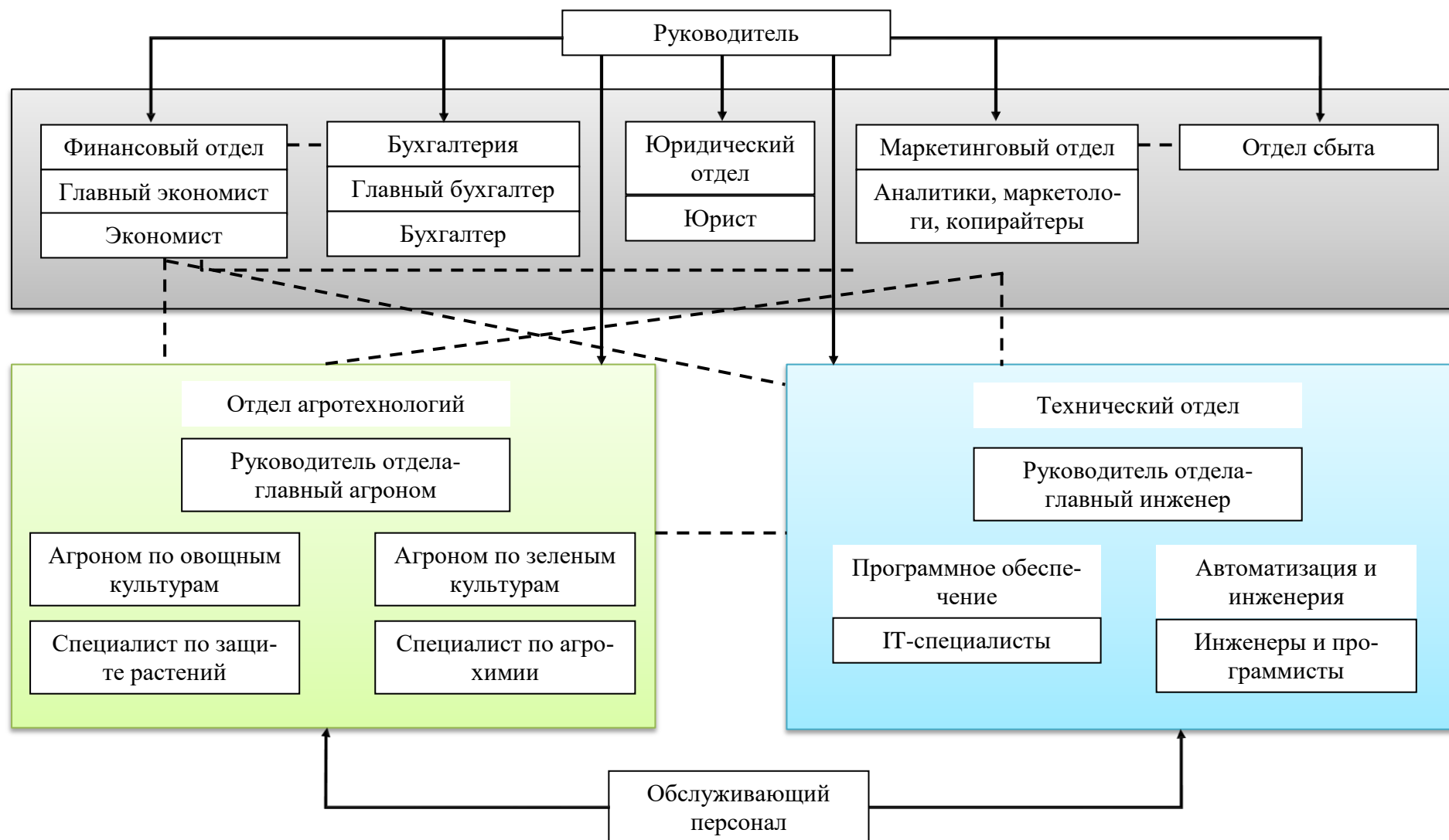


Рисунок 3 – Организационная структура цифрового тепличного хозяйства

Отдел агротехнологий и технический должны находиться в тесном сотрудничестве и совместно работать над решением проблем, так как по отдельности они не смогут сделать верные выводы из данных, представленных автоматизированной системой управления фермой. Только агроном сможет определить причины, например, появления болезней у растений, и предложить варианты решения проблемы, а уже реализовать их способен IT-специалист, который вводит изменения в алгоритм процесса автоматизированного внесения средств защиты растений или удобрения. Такое взаимодействие обуславливает необходимость горизонтальной организационной структуры и управления на основе метода agile в цифровых сельскохозяйственных организациях.

Проблема процесса цифровизации заключается в существенном разрыве между автоматизированным сельскохозяйственным производством и устаревшими методами управления, например, планирование на длительные периоды и принятие решений только на верхнем уровне иерархии.

Метод agile управления предполагает создание кросс-функциональных команд, составленных из сотрудников разных отделов, для решения определенных проблем. Для сельскохозяйственных организаций в такие команды входят агрономы, инженеры, IT-специалисты и в отдельных случаях (в основном это актуально для крупных агрохолдингов) – маркетологи и экономисты.

На рисунках 4 и 5 представлены процессы принятия решения о необходимости выращивания новой культуры. Изначально вопрос о необходимости диверсификации производства ставится руководителем организации и им же формируется команда для оценки целесообразности данного решения. Эта команда, состоящая из маркетолога, экономиста, агрономов и инженеров, генерирует ряд идей и формирует конкретные предложения по новым продуктам.

Маркетолог, экономист, агроном и инженер одновременно начинают работать над поставленной задачей:

– маркетолог проводит анализ рынка локального, регионального или глобального в зависимости от рыночного размера организации, выявляет наиболее

востребованные у потребителя культуры, определяет конкурентов, их преимущества и недостатки;

- агроном занимается оценкой возможностей выращивания новых культур: анализирует структуру посевных площадей, оценивает состав почвы и т.д. Если это тепличное производство, то определяет основные параметры, необходимые для выращивания культур: уровень влажности, температуру, количество и виды удобрений;

- экономист оценивает экономическую эффективность диверсификации производства: уровня рентабельности, окупаемости и т.д.;

- инженер определяет наличие технической возможности выращивания новых культур: необходимое количество сельскохозяйственной техники и оборудования.

Далее вся команда собирается, принимает решение о целесообразности диверсификации производства и представляет руководителю организации свое решение. В случае его одобрения IT-специалист начинает писать алгоритм для выращивания культуры и задает его автоматизированной системе управления фермой.

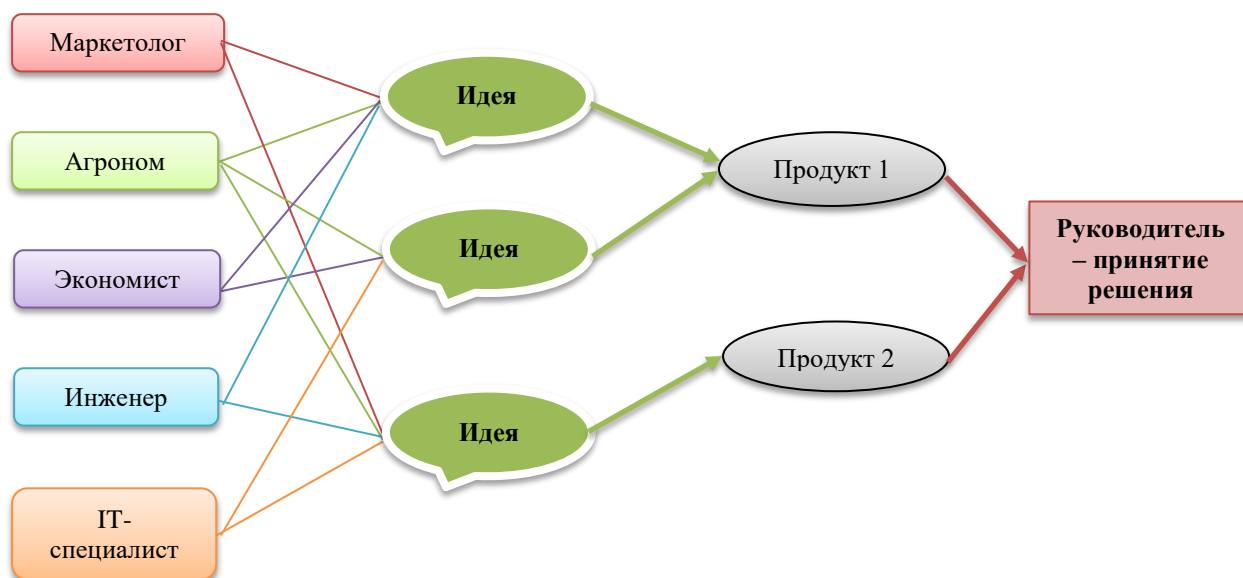


Рисунок 4 – Процесс принятия решения о выпуске нового продукта с помощью метода agile

Одна из проблем управления сельскохозяйственным производством – это недостаточное использование стратегического планирования. Цифровые технологии в сельском хозяйстве играют громадную роль при моделировании и прогнозировании будущего урожая, в связи с чем проблема выбора метода стратегического управления организацией становится особенно актуальной. Методы форсайт-управления являются наиболее оптимальными для цифровых организаций. К одному из таких методов можно отнести сценарное прогнозирование, которое предполагает разработку нескольких сценариев развития организации в будущем в зависимости от влияния внешних факторов, что для сельского хозяйства имеет большое значение. Данный метод позволит снизить уровень неопределенности в будущем сельхозорганизаций.

На основе получаемых от датчиков и контроллеров данных о процессе роста растений IT-специалист может смоделировать различные варианты их дальнейшего развития в зависимости от воздействия внешних природно-климатических факторов.

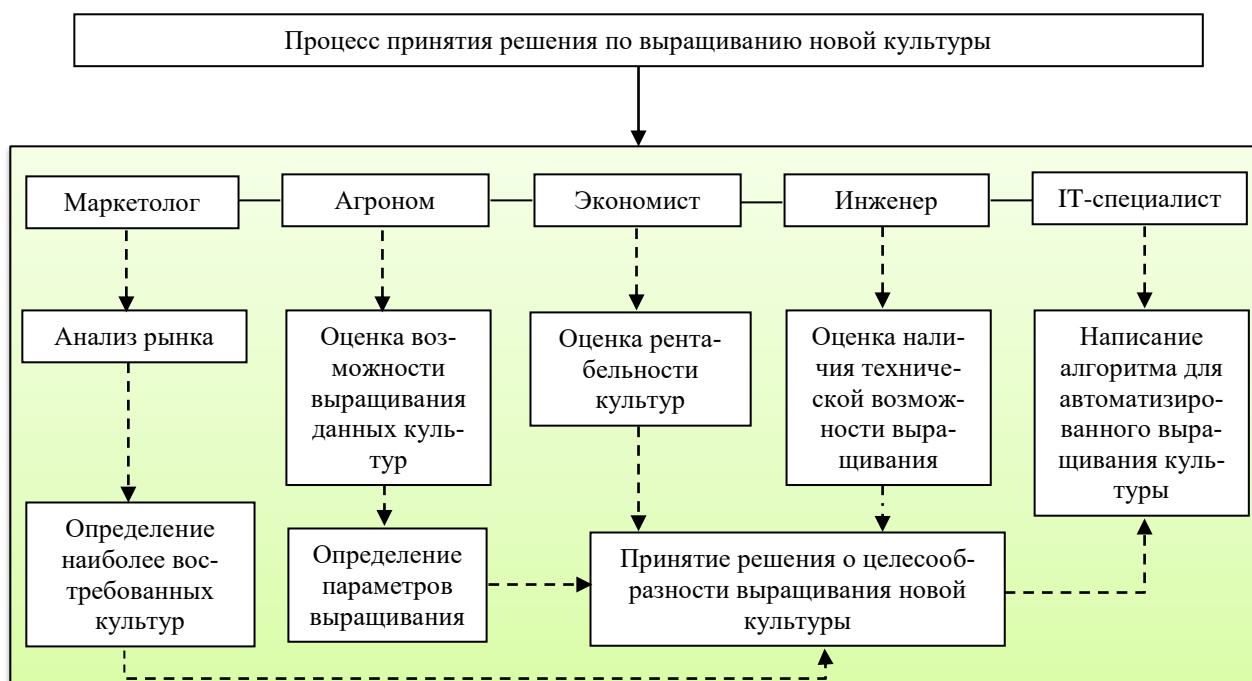


Рисунок 5 – Функционал членов команды при принятии решений по выращиванию новых культур методом agile

В основном это касается растениеводства открытого грунта, так как в теплицах все внешние факторы контролируются автоматизированной системой управления фермой. Так, например, можно разработать сценарий, предполагающий засуху или, наоборот, переувлажнение почвы, и получить информацию по урожайности и валовому сбору культур в данных условиях. На основе полученных данных руководство сельхозорганизации для каждого из сценариев определяет набор мер, которые необходимо будет предпринять в каждом случае. Тогда в случае реализации одного из сценариев скорость принятия решений и их качество будут намного выше, чем при отсутствии таких сценариев. В результате повысится уровень управляемости организацией и снизится уровень неопределенности в будущем.

Таким образом, цифровизация сельскохозяйственного производства помимо оцифровки всех производственных процессов и их автоматизации требует трансформации алгоритма принятия управленческих решений, организационной структуры и методов управления. Все это затратно для сельхозтоваропроизводителя, но в то же время позволяет в будущем значительно снизить себестоимость продукции и повысить эффективность всего производства.

4. Экономическая эффективность цифровизации отрасли растениеводства Новосибирской области

Экономическую эффективность цифровизации производства продукции растениеводства мы будем рассматривать на примере тепличного комплекса «Толмаческий», расположенного в Новосибирской области. Площадь теплиц ООО ТК «Толмачевский» составляет 17,6 га. Теплицы начиная с 2016 г. стали оборудовать автоматизированными системами:

- системой капельного полива с повторным использованием дренажа питательного раствора;
- системой полива рассадного отделения «прилив-отлив»;
- системой испарительного охлаждения и доувлажнения воздуха;
- системой подкормки растений углекислым газом;
- системой ассимиляционного освещения.

Общая сумма инвестиционных затрат на установку системы мониторинга и управления теплицами составила 1 375,14 млн руб. В эту сумму входит установка датчиков, контроллеров, сигнализаторов, сенсорных панелей и другого оборудования.

Автором произведен прогноз показателей финансово-хозяйственной деятельности ООО ТК «Толмачевский» с учетом цифровизации производства. Срок окупаемости проекта по цифровизации тепличного производства составляет 4,5 года. Чистый приведенный доход за это время составит 1212,6 млн руб. Проект инвестиционно-привлекателен, т.к. рентабельность инвестиций (PI) составляет 1,07.

Цифровизация процесса производства тепличных овощей позволит ООО ТК «Толмачевский» к 2025 г. по отношению к 2016 г. увеличить выручку от реализации продукции на 35,7%, до 1388,3 млн руб., валовой сбор на 8,9%, до 129023 ц, рентабельность продукции на 33,8% до 68,9% и среднюю урожайность овощей на 9,2%, до 83 кг/м² (таблица 2).

Таблица 2 – Прогноз финансово-экономических показателей ООО ТК «Толмачевский» после цифровизации производства

Показатели	2016 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.	2025 г. к 2016 г., %
Выручка от реализации, млн руб.	1023199	1233530	1272221	1310913	1349604	1388295	135,7
Валовой сбор, ц	118454	125283	126218	127153	128088	129023	108,9
Рентабельность продукции, %	51,5	61,5	63,3	65,2	67	68,9	133,8
Урожайность, кг/м ²	76	80	81	82	82	83	109,2

Согласно различным аналитическим источникам, цифровизация сельскохозяйственного производства России приведет к росту производства продукции растениеводства к 2025 г. в 1,5 раза, повышению ее качества; росту производительности труда в 1,5 раза; снижению себестоимости продукции за счет уменьшения производственных расходов; увеличению урожайности в растениеводстве в 1,4 раза.

На основе вышеприведенных данных рассчитаем прогнозные показатели развития отрасли растениеводства Новосибирской области на основе цифровых технологий.

Валовая прибыль от реализации продукции растениеводства сельскохозяйственными организациями области к 2025 г. составит 1652 млн руб., что на 28,7% выше уровня 2020 г., при этом затраты на производство сократятся на 18,7%, до 15750 млн руб. В результате рост рентабельности продукции растениеводства составит 10,5%. Цифровизация отрасли растениеводства области позволит увеличить урожайность овощей защищенного грунта до 85кг/м², а производительность труда до 4477,8 тыс. руб/чел., что на 61,4% выше аналогичного показателя 2020 г. (табл. 3).

Таблица 3 – Прогноз развития отрасли растениеводства Новосибирской области на основе цифровых технологий

Показатели	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Валовая прибыль, млн руб.	1396	1456	1518	1584	1652
Затраты на производство, млн руб.	18087	17472	16878	16304	15750
Рентабельность продукции без учета господдержки, %	7,7	8,3	9,0	9,7	10,5
Урожайность овощей защищенного грунта, кг/м ²	60	66	74	79	85
Производительность труда, тыс. руб/чел.	3255,0	3525,2	3817,8	4134,6	4477,8

Для достижения данных показателей необходимо снижение импортозависимости сельскохозяйственной техники, их аппаратных и программных средства, развитие автоматизации, роботизации, интеллектуальных машинных технологий в сельском хозяйстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Цифровизация сельскохозяйственного производства требует полной смены не только технологии производства, но и системы управления. Изменяются: объект управления – искусственный интеллект, который, в отличие от предыдущих объектов может уже самостоятельно выбирать наиболее оптимальные решения; иерархия управления – горизонтальная; субъект принятия тактических решений – уже не руководитель, а автоматизированная система управления; форма управления – превентивная, позволяющая предотвратить кризис в организации. Также стоит отметить, что в цифровой экономике стиль управления перестает иметь значение – искусственный интеллект не заметит разницы между демократическим и авторитарным стилем управления.

2. Автором выделен ряд особенностей, присущих управлению цифровым сельскохозяйственным производством, которые касаются появления возможностей моделирования процесса производства, внесения в него изменений и разработки разных сценариев; снижения степени влияния на результаты производства природно-климатического и человеческого фактора; гарантированного получения заданных производственных параметров и зависимости жизнедеятельности организаций от работы инженерных систем.

3. Выявлено, что в условиях цифровизации производства функции управления организацией претерпевают изменения: в рамках планирования, которое в целом осуществляет человек, значительная роль отводится прогнозированию, а точнее, разработке сценариев возможного развития производства, которое осуществляется уже искусственным интеллектом. Последнему переходит и функция контроля за производством. Предложены принципы управления цифровым сельскохозяйственным производством: отсутствие строгой иерархичности; децентрализация принятия и реализации управленческих решений; формирование единого информационного пространства; управление организацией в режиме реального времени; создание цифрового двойника всего производственного процесса.

4. По мнению автора, управление сельскохозяйственным производством на основе цифровых технологий – это непрерывный и целенаправленный процесс

принятия руководителем наиболее оптимальных управленческих решений, на основе данных, полученных в результате выполнения тактических задач автоматизированной системой управления фермой, направленных на снижение неопределенности и зависимости от природно-климатических факторов сельскохозяйственного производства.

5. Россия занимает 15-е место в мире по цифровизации сельского хозяйства, так как только 10% пахотных земель обрабатываются с использованием цифровых технологий, 3% хозяйств используют технологии точного земледелия. Рынок информационных технологий в сельском хозяйстве России составляет более 360 млрд руб., а к 2026 г. предполагается его рост в 5 раз. Размер минимального экономического эффекта от внедрения интернета вещей в сельское хозяйство в период до 2025 г. может достигнуть 469 млрд руб.

6. В структуре парка сельскохозяйственной техники Новосибирской области около 12% единиц оснащено цифровыми системами, к основным из которых относятся системы точного земледелия, основанные на спутниковой навигации, которые уже прочно вошли в технологический процесс ряда хозяйств. Опыт крупных сельскохозяйственных организаций региона свидетельствует, что сквозное внедрение цифровых технологий позволяет снизить производственные затраты на 15-20%. Сегодня более 120 хозяйств Новосибирской области успешно применяют в отрасли растениеводства элементы «умного сельского хозяйства» и около 30 хозяйств в сфере животноводства – цифровые технологии.

7. Усовершенствован алгоритм принятия управленческих решений в сельскохозяйственном производстве на базе цифровых технологий, заключающийся в том, что стратегические задачи решаются руководителем, а тактические – автоматизированной системой управления фермой на основе алгоритмов, заданных IT-специалистом. В процессе решения тактических задач автоматизированная система управления фермой осуществляет сбор всех полученных данных о показателях производства. Их анализ позволяет выявить проблемные моменты в производственных процессах, осуществить корректировку тактических задач и принять руководству оптимальные управленческие решения.

8. Усовершенствование организационной структуры цифровых сельхозорганизаций заключается в ее изменении на горизонтальную, где на одном уровне находятся отделы агротехнологий и технический. В отделе агротехнологий имеется руководитель – главный агроном и несколько агрономов по основным группам выращиваемых культур, специалисты по защите растений и агрохимии. В техническом отделе также имеется руководитель – главный инженер, под руководством которого работают IT-специалисты, программисты и инженеры.

9. Автором предложено в качестве основных инструментов управления сельскохозяйственным производством на основе цифровых технологий использовать методы agile и форсайт. Метод agile управления предполагает создание кросс-функциональных команд, составленных из сотрудников разных отделов, для решения определенных проблем, в которые входят агрономы, инженеры, IT-специалисты, маркетологи и экономисты. Сценарное прогнозирование, как один из основных методов форсайт-управления, предполагает разработку нескольких сценариев развития организации в зависимости от влияния внешних факторов, что позволяет снизить уровень неопределенности при управлении.

10. Экономическая эффективность цифровизации тепличного производства подтверждается рассчитанными финансовыми показателями: срок окупаемости проекта – 4,5 года, чистый приведенный доход – 1212,6 млн руб., рентабельность инвестиций (PI) – 1,07. Цифровизация процесса производства тепличных овощей позволит ООО ТК «Толмачевский» к 2025 г. по отношению к 2016 г. увеличить выручку от реализации продукции на 35,7%, до 1388,3 млн руб., валовой сбор на 8,9%, до 129023 ц, рентабельность продукции на 33,8% до 68,9% , среднюю урожайность овощей на 9,2%, до 83 кг/м². Цифровизация отрасли растениеводства региона приведет к росту к 2025 г. валовой прибыли от реализации продукции на 28,7% до 1652 млн руб., рентабельности продукции до 10,5%, урожайности овощей до 85 кг/м², а производительности труда до 4477,8 тыс. руб/чел.

**СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
Статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК**

1. Алексеев А.А. Цифровизация как тренд развития сельского хозяйства в условиях нового технологического уклада / А.А. Алексеев, С.А. Шелковников, И.Г. Кузнецова, М.С. Петухова // Вестник Забайкальского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 25, № 8. – С. 119-126.

2. Алексеев А.А. Концептуальные основы управления «умными» теплицами / А.А. Алексеев, С.А. Шелковников, Д.В. Эссауленко, М.С. Петухова // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 1. – С. 720-723.

3. Алексеев А.А. Теоретические основы управления сельскохозяйственным производством на основе цифровых технологий / А.А. Алексеев, С.А. Шелковников, М.С. Петухова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2020. – Т. 28, № 1. – С. 137-145.

4. Алексеев А.А. Оценка уровня цифровизации сельского хозяйства России / А.А. Алексеев, С.А. Шелковников // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 4. – С. 41-46.

Прочие публикации по теме диссертационного исследования

5. Алексеев А.А. Совершенствование алгоритма принятия управленческих решений на основе цифровых технологий в сельском хозяйстве / Алексеев А.А. // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сборник материалов IV Всероссийской (Национальной) научной конференции. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. – С. 381-384.

6. Алексеев А.А. Эволюция системы управления сельхозпроизводством: от ручного труда к цифровым технологиям / А.А. Алексеев, Д.В. Эссауленко // Экономический обзор. – 2020. – № 6-7 (7). – С. 3-6.

7. Алексеев А.А. Рынок цифровых технологий в сельском хозяйстве России: драйверы и барьеры роста / С.А. Шелковников, А.А. Алексеев, М.С. Петухова // Глобализация, современное состояние и перспективы повышения конкурентоспособности: материалы Международной научно-практической конференции Ун-т «Сырдария». – Жетысу, 2019. – С. 184-189.

8. Алексеев А.А. Особенности управления сельскохозяйственным производством на основе цифровых технологий // Развитие сельского хозяйства на основе современных научных достижений и интеллектуальных цифровых технологий «Сибирь – Агробιοтехнологии: материалы Международной научно-практической конференции («САБИТ 2019»)), СФНЦА РАН, Новосибирск, 2019. – С. 258-260.