

УДК 631.152.2

ВНЕДРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**Л.В. Романова, И.Г. Шашкова, А.А. Соснина**Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань,
email: lara.romanova80@yandex.ru

Аннотация. В условиях цифровизации экономики и внедрения различных инноваций в отрасль сельского хозяйства первостепенное значение приобретает изучение автоматизированных процессов, которые направлены на совершенствование или замену традиционных методов обработки и ухода за растениями. Систематизирована классификация бизнес-процессов по стадиям производственного цикла, функциональным областям и степени автоматизации, позволяющая структурировать процесс их совершенствования за счет внедрения инструментов точного земледелия. Определена важность универсальности процесса внедрения инноваций на сельскохозяйственных предприятиях. Разработан алгоритм поэтапного процесса внедрения инструментов точного земледелия на предприятиях сельского хозяйства отрасли растениеводства, позволяющий осуществить плавный переход от традиционных технологий к новым. Выявлены факторы, влияющие на динамику затрат, связанных с внедрением инструментов точного земледелия. Рассмотрены направления реализации процесса внедрения инструментов точного земледелия, определены дополнительные затраты по каждому направлению. Предлагаемый алгоритм позволит управленческому персоналу минимизировать вероятность ошибочных действий в ходе внедрения выбранной технологии.

Ключевые слова: бизнес-процессы, инструменты точного земледелия, цифровизация, отрасль растениеводства.

INTRODUCTION OF PRECISION FARMING TOOLS AT AGRICULTURAL ENTERPRISES**L.V. Romanova, I.G. Shashkova, A.A. Sosnina**

Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, email: lara.romanova80@yandex.ru

Abstract. In the context of digitalization of the economy and the introduction of various innovations in the agricultural industry, the study of automated processes that are aimed at improving or replacing traditional methods of processing and caring for plants is of paramount importance. The classification of business processes by stages of the production cycle, functional areas and degree of automation is systematized, which makes it possible to structure the process of their improvement through the introduction of precision farming tools. The importance of universality of the process of introducing innovations at agricultural enterprises is determined. An algorithm for the step-by-step process of introducing precision farming tools at agricultural enterprises in the crop production sector has been developed, which allows for a smooth transition from traditional technologies to new ones. Factors influencing the dynamics of costs associated with the introduction of precision farming tools are identified. The directions for the implementation of the process of introducing precision farming tools are considered, additional costs for each area are determined. The proposed algorithm will allow management personnel to minimize the likelihood of erroneous actions during the implementation of the selected technology.

Keywords: business processes, precision farming tools, digitalization, crop production.

Дата поступления статьи в редакцию: 14.04.2025

Дата принятия статьи в печать: 20.05.2025

Введение

Аграрный сектор играет ключевую роль в экономике России, обеспечивая продовольственную безопасность страны и независимость от импорта. В современных условиях, когда потребительские предпочтения становятся все более требовательными, важным становится не только количество, но и качество производимой сельскохозяйственной продукции.

В этой связи актуализация вопросов, связанных с внедрением современных технологических решений, таких как инструменты точного земледелия, может существенно изменить подход к ведению отрасли

растениеводства, повысить ее эффективность и устойчивость. Необходимость перехода к новым инструментам точного земледелия обусловлена потребностью в оптимизации бизнес-процессов, что в свою очередь требует внедрения новых методов работы в земледелии. Наибольшую сложность в данном процессе у руководителей сельскохозяйственных предприятий вызывает планирование внедрения инноваций и отсутствие соответствующих цифровых навыков у сотрудников. Существующие методики, как правило, не универсальны и сложны для понимания управленческим персоналом аграрных предприятий, а также в них отсутствует четкий алгоритм для внедрения инструментов точного земледелия.

Цель исследования

Цель исследования — исследовать и разработать направления совершенствования бизнес-процессов отрасли растениеводства за счет внедрения инструментов точного земледелия. Для достижения цели были решены задачи: рассмотреть теоретические основы совершенствования бизнес-процессов отрасли растениеводства; предложить направления и алгоритм поэтапного процесса внедрения инструментов точного земледелия на предприятиях сельскохозяйственной отрасли; выявить факторы, влияющие на динамику затрат, связанных с внедрением инструментов точного земледелия; предложить направления реализации процесса внедрения; определить дополнительные затраты по каждому направлению.

Материал и методы исследования

В качестве объекта исследования нами выбраны направления совершенствования бизнес-процессов отрасли растениеводства за счет внедрения инструментов точного земледелия. В процессе исследования были применены диалектический метод анализа социально-экономических процессов, монографический, синтеза, сравнения, а также методы математической и статистической обработки полученных данных.

Результаты исследования и их обсуждение

Бизнес-процессы отрасли растениеводства охватывают все этапы, связанные с производством, обработкой и реализацией сельскохозяйственной продукции, и включают в себя последовательность действий и операций, которые обеспечивают эффективное управление ресурсами и достижение поставленных целей.

Сущность бизнес-процессов в отрасли сельского хозяйства достаточно широко рассмотрена в трудах отечественных экономистов. Так, например, ученые Тимошук А.С., Зайковский Б.Б. придерживаются мнения, что бизнес-процесс в АПК является организованной и целенаправленной совокупностью последовательных этапов, направленных на рациональное использование ресурсов организации с целью реализации ее стратегии [7]. Экономисты Иванова А.В. и Пашенцева Е.О. понимают под бизнес-процессом многократно повторяющуюся, логически связанную последовательность действий, направленную на создание ценности и формирование результата [2].

Анализируя различные трактовки понятия «бизнес-процесс», мы придерживаемся следующего определения — это последовательность взаимосвязанных действий или задач, которые выполняются на сельскохозяйственном предприятии для достижения определенных целей. Они представляют собой «рабочие потоки», которые помогают организовать и структурировать деятельность, обеспечивая эффективность и результативность сельскохозяйственной деятельности. Критерии классификаций различных бизнес-процессов отрасли растениеводства обобщены нами на рисунке 1.

В условиях цифровизации экономики и внедрения различных инноваций в отрасль сельского хозяйства первостепенное значение приобретает изучение автоматизированных процессов, которые направлены на совершенствование или замену традиционных методов обработки и ухода за растениями. Каждый из рассмотренных типов бизнес-процессов в растениеводстве выполняет свои уникальные задачи, направленные на достижение общей цели — получение качественной и конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции (см. рис. 1).

Внедрение инструментов точного земледелия радикально изменяет существующие бизнес-процессы в растениеводстве. Современные технологии, такие как искусственный интеллект, интернет вещей, дифференцированное внесение удобрений, беспилотные летательные аппараты, позволяют более точно управлять каждым этапом производственного цикла. Инструменты точного земледелия представляют собой мощный арсенал технологий, которые способны оптимизировать бизнес-процессы в растениеводстве, повысить эффективность и снизить затраты (табл. 1) [5].

По стадиям производственного цикла	Подготовительные процессы
	Производственные процессы
	Сбор и первичная обработка урожая
	Сбытовые процессы
По функциональным областям	Процессы управления
	Процессы производства
	Логистические процессы
По степени автоматизации	Ручные процессы
	Автоматизированные процессы

Рис. 1. Систематизация классификации бизнес-процессов в отрасли растениеводства

Таблица 1

Виды инструментов точного земледелия в растениеводстве

Виды инструментов	Этапы производственного цикла
Геоинформационные системы (ГИС)	Картография полей
	Анализ данных
	Управления урожайностью
GPS-технологии	Координация полевых работ
	Управление внесением удобрений и пестицидов
Агродроны	Воздушное обследование полей
	Применение средств защиты
Датчики и системы мониторинга	Датчики влажности почвы
	Метеостанции
	Датчики температуры и освещения
Системы капельного орошения	Точное внесение воды
	Снижение расхода ресурсов

Интеграция инструментов точного земледелия в бизнес-процессы аграрного производства является важным шагом к достижению устойчивого и конкурентоспособного производства. Применение «умных» технологий не только увеличивает урожайность и улучшает качество продукции, но и способствует рациональному использованию природных ресурсов.

Основные инструменты точного земледелия, такие как геоинформационные системы, GPS-технологии, агродроны, датчики и системы мониторинга значительно увеличивают эффективность производства и урожайность сельскохозяйственных культур в растениеводстве. С помощью методов совершенствования бизнес-процессов в отрасли растениеводства мы сможем интегрировать инструменты точного земледелия в единый эффективный процесс, что в свою очередь приведет к улучшению деятельности предприятий [6].

Совершенствование бизнес-процессов в сельском хозяйстве на примере отрасли растениеводства представляет собой необходимое условие для повышения конкурентоспособности всего аграрного сектора, улучшения финансовых показателей и обеспечения устойчивого развития в современных экономических условиях, и осуществляется с помощью следующих современных методов земледелия:

- внедрение принципа минимальной обработки почвы;
- использование интенсивных технологий;
- организация механизированных работ;
- использование щадящих методов борьбы с вредителями;
- применение беспилотных летательных аппаратов;
- систематизация бизнес-процессов [1].

Подход к внедрению принципа минимальной обработки почвы предполагает сокращение глубины обработки и времени, которое требуется для возделывания почвы, а также использование современной техники и оборудования.

Отличительная особенность использования интенсивных технологий заключается в высоком уровне применения удобрений и средств защиты растений, а также точном соблюдении доз, сроков и способов их внесения. Целью применения таких технологий является обеспечение значительного увеличения урожайности и повышения качества сельскохозяйственной продукции.

При организации механизированных работ трудоёмкий ручной труд в отрасли растениеводства заменяется автоматизированным с применением современной техники, оборудования и сопутствующей техники, что позволяет повысить производительность труда, сократить сроки производства продукции растениеводства и снизить её себестоимость. Применение щадящих методов борьбы с вредителями минимизирует применение агрессивных химических средств за счет замены их на биологические [1].

Беспилотные летательные аппараты применяются для обработки полей, аэрофотосъёмки для получения детальной информации о состоянии рельефа, урожая и других факторов. Систематизация бизнес-процессов и разработка целевой модели позволяет повысить эффективность работы сельскохозяйственных предприятий, устранить узкие места в бизнес-процессах, организационной структуре, квалификации персонала и других элементах целевой модели.

Одним из основных факторов успешного развития отрасли растениеводства является комплексное применение рассмотренных методов земледелия, основанных на внедрении прогрессивных технологий. Ретроспективный анализ развития отрасли сельского хозяйства показывает, что несколько лет назад происходило внедрение каких-то определенных инноваций: обновленный парк специальной сельхозтехники, новые сорта или гибриды зерновых и плодовоовощных культур, инновационные технологии и методы и т. д.

В настоящее время фокус развития отрасли направлен на применение комплексной технологии или индустриальной технологии, внедрение которой вместе с инструментами точного земледелия представляет собой мощный подход, позволяющий повысить эффективность и устойчивость сельского хозяйства. Интеграция данных технологий дает возможность оптимизировать процесс производства, управления ресурсами и повысить общую продуктивность в отрасли растениеводства.

В настоящее время в организациях сельского хозяйства РФ наиболее распространены следующие цифровые технологии: облачные сервисы, технологии сбора, обработки и анализа больших данных, цифровые платформы, интернет вещей, ГИС, RFID-технологии, системы искусственного интеллекта, промышленные роботы [3].

Основные проблемы цифровизации отрасли сельского хозяйства связаны с модернизацией бизнес-процессов, а также необходимостью повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а значит и рентабельности аграрных предприятий. Комплексным решением данных проблем является поэтапное внедрение инструментов точного земледелия, что позволит снизить временные и трудовые затраты в бизнес-процессах отрасли растениеводства на предприятиях сельского хозяйства регионов страны.

Зарубежный опыт внедрения инструментов точного земледелия свидетельствует о неоспоримых преимуществах данной технологии перед традиционным земледелием:

- более эффективное использование ресурсов предприятия;
- минимизация негативного воздействия на окружающую среду за счет точного применения удобрений и химикатов;
- принятие обоснованных решений менеджментом, полученных на основе аналитических данных;
- сокращение ручного труда при осуществлении технологических процессов и повышение общей производительности.

Внедрение технологий точного земледелия на предприятии АПК является сложным процессом, от алгоритмизации которого зависит экономический эффект от внедряемых технологий. Руководители агропредприятий, зачастую даже не знают, с чего начинать модернизацию производственных процессов, и какой экономический эффект будет получен.

Нами предлагается алгоритм процесса внедрения инструментов точного земледелия, предусматривающий поэтапное их внедрение, что позволит осуществить плавный переход от традиционных технологий к инновациям сельскохозяйственным предприятиям (рис. 2).

Количество этапов и их детализация может зависеть от вида внедряемой технологии точного земледелия. Предлагаемый нами алгоритм является универсальным и позволит управленческому персоналу минимизировать вероятность ошибочных действий в ходе внедрения выбранной технологии.

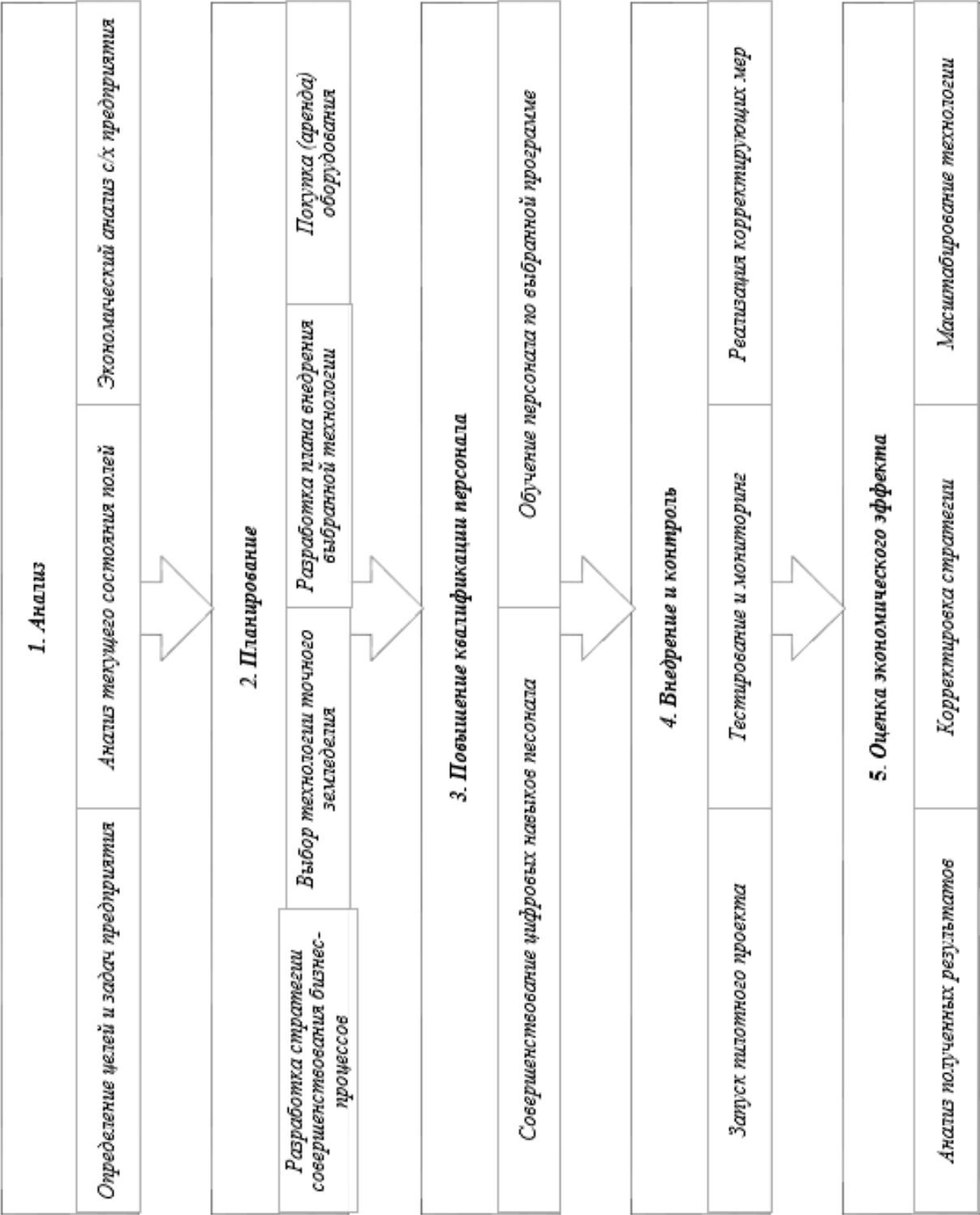


Рис. 2. Процесс внедрения инструментов точного земледелия на предприятиях сельского хозяйства

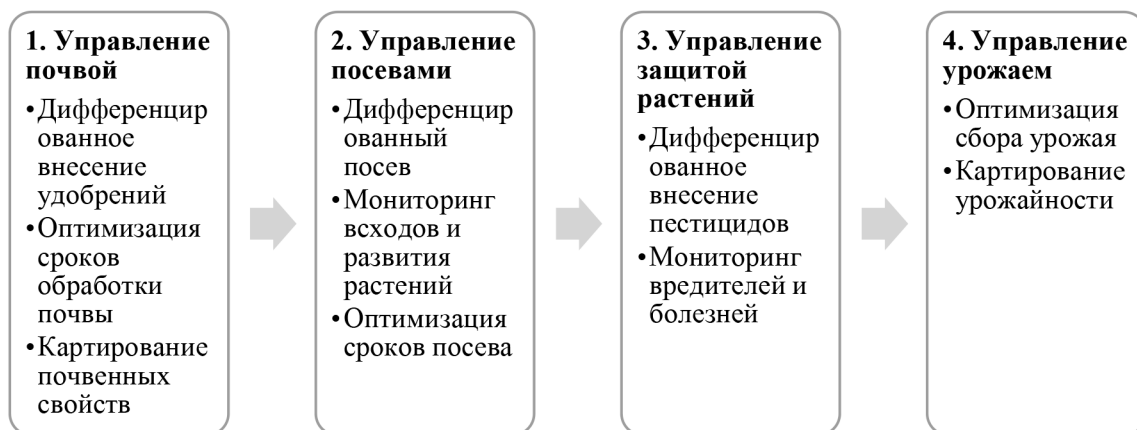


Рис. 3. Направления внедрения инструментов точного земледелия на предприятиях сельского хозяйства

На первом этапе определяются различные цели и задачи, т.е. какие показатели хочет достичь предприятие с помощью точного земледелия (повышение урожайности сельскохозяйственных культур, снижение уровня затрат, улучшение качества производимой продукции). Также на данном этапе проводится анализ полей предприятия (сельскохозяйственных угодий). Оцениваются особенности рельефа, почвенного покрова, климатические условия и история использования полей. Данный этап включает в себя почвенное обследование, анализ спутниковых снимков и использование геоинформационных систем (ГИС). Необходимо провести также экономический анализ текущего состояния уровня производства, реально оценить экономическое положение дел (см. рис. 2).

После проведенного анализа сельскохозяйственных угодий на этапе планирования необходимо разработать стратегию совершенствования бизнес-процессов, что позволит определиться с выбором внедряемой технологии точного земледелия. Это могут быть — системы GPS-навигации, датчики, дроны, программное обеспечение для обработки данных и т.д. При этом важно учитывать стоимость и доступность технологий, а также объем располагаемого финансирования, что позволит принять решение о покупке нового оборудования или его аренде. На завершающей стадии этапа производится разработка плана внедрения инструментов точного земледелия. Необходимо составить подробный план, включающий сроки внедрения, ответственных лиц и объем финансирования, что позволит эффективно управлять процессом совершенствования бизнес-процессов (см. рис. 2).

Реализация последующих этапов невозможна без повышения цифровых навыков сотрудников организации. Внедренные технологии необходимо будет постоянно контролировать, а без соответствующих знаний это невозможно. На третьем этапе организуется обучение и повышение квалификации персонала для получения соответствующих компетенций в области новых технологий (см. рис. 2).

На этапе внедрения проводится установка (запуск) пилотной технологии на ограниченном участке поля, что позволит протестировать систему и программное обеспечение в режиме реального времени.

Далее осуществляется контроль и корректировка различных мер. Например, внесение удобрений и пестицидов с учетом пространственной изменчивости параметров. Дифференцированный подход при этом позволит оптимизировать затраты и повысить эффективность. На данном этапе важной стадией является постоянный мониторинг и обслуживание применяемой технологии, что позволит своевременно корректировать стратегию управления бизнес-процессами в зависимости от изменения условий (см. рис. 2).

На завершающем пятом этапе осуществляется анализ полученных результатов. После завершения сезона необходимо оценить эффективность применяемой технологии точного земледелия, сравнив результаты с предыдущими годами или с контрольными полями. Если технология прошла апробацию и получен положительный экономический эффект, то возможно масштабирование технологии (см. рис. 2).

Необходимо отметить, что эффективность от внедрения различных технологий точного земледелия зависит от тщательного планирования и последовательной реализации каждого этапа разработанного процесса внедрения.

Положительный опыт внедрения новых цифровых инструментов в различных регионах страны свидетельствует о том, что инвестиции в данные инновации при грамотном управлении могут окупиться уже за несколько лет, позволяя увеличить урожайность сельскохозяйственных культур на 10-30%, снизив при этом затраты на 5-15% в зависимости от применяемых направлений [4].

Таблица 2

Экономический эффект от внедрения инструментов точного земледелия

Направления внедрения инструментов точного земледелия	Дополнительные затраты	Предполагаемый экономический эффект
1. Управление почвой	– система дифференцированного внесения удобрений; – встроенная система ГИС; – пробы почв, карта почвы, затраты на обучение персонала	Увеличение урожайности с/х культур; экономия времени; экономия удобрений
2. Управление посевами	– почвенные карты; – сеялка для дифференцированного посева; – системы дифференциальной коррекции глобальных навигационных спутниковых систем	Увеличение урожайности с/х культур; снижение затрат на семена
3. Управление защитой растений	– комплексный инжекторный распылитель; – пробы почв, карта почвы	Увеличение урожайности с/х культур; экономия времени; экономия гербицидов
4. Управление урожаем	– датчики для составления карт содержания хлорофилла в растениях; – карты урожайности	Повышение качества продукции; оптимальный период начала уборки; улучшение качества зерна

Реализация алгоритма этапов процесса внедрения инструментов точного земледелия в отрасли растениеводства возможна по различным направлениям внедрения, которые можно разделить на несколько групп:

- управление почвой;
- управление посевами;
- управление защитой растений;
- управление урожаем (рис. 3).

Направление «управление почвой» включает анализ почвенных проб сельскохозяйственных угодий и данных их дистанционного зондирования, что позволит определять потребности сельскохозяйственных культур в питательных веществах для каждого участка поля, оптимизировать расход удобрений, снизить затраты, а также уменьшить негативное воздействие на окружающую среду (см. рис. 3).

Оптимизация сроков обработки почвы, включающая использование данных о рельефе и свойствах почвы, позволяет планировать агрономической службе оптимальные режимы обработки почвы. Это способствует улучшению структуры почвы и повышению урожайности. Картирование почвенных свойств включает создание цифровых карт почвенных свойств в разрезе полей, что способствует планированию процесса посева, внесения удобрений и других агротехнических мероприятий (см. рис. 3).

Направление «управление посевами» включает дифференцированный посев семян с различной нормой высева в зависимости от плодородия почвы, что позволит оптимизировать плотность стояния растений и повысить их урожайность (см. рис. 3).

Применение беспилотных летательных аппаратов (дронов) позволит контролировать состояние посевов, выявлять участки с повреждениями или недостатком питательных веществ.

Анализ данных о погоде и почвенных условиях предусматривает определение оптимальных сроков посева для каждой сельскохозяйственной культуры и каждого участка поля.

Направление «управление защитой растений» включает дифференцированное внесение пестицидов, т.е. применение пестицидов только на участках, где это необходимо. Реализация данного направления позволит снизить расход химикатов, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и снизить затраты (см. рис. 3).

Использование технологий дистанционного зондирования и анализа изображений позволит своевременно выявлять очаги вредителей и болезней, что помогает принять необходимые меры для их борьбы.

Направление «управление урожаем» позволит усовершенствовать процесс сбора урожая. Использование данных об урожайности и расположении растений оптимизирует маршруты движения комбайнов, что повышает эффективность уборки и снижает потери урожая (см. рис. 3).

Создание цифровых карт урожайности сельскохозяйственных культур включает оценку эффективности агротехнических мероприятий.

Предлагаемые направления системы точного земледелия позволят более надежно прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур с учетом расхода удобрений, средств защиты растений, посевного материала, топлива, затрат трудовых ресурсов, а также оптимизировать структуры пахотных и посевных площадей, севооборота.

При реализации предложенных направлений внедрения инструментов точного земледелия предприятиям отрасли растениеводства придется столкнуться с различными дополнительными затратами, связанными с приобретением или арендой нового оборудования, которые, в итоге, повлияют на экономический эффект от внедрения инноваций. Изучение отечественного и зарубежного опыта применения технологий точного земледелия позволило нам обобщить эти данные по различным направлениям точного земледелия (табл. 2) [4, 5].

При расчете экономической эффективности применения направлений внедрения инструментов точного земледелия необходимо сопоставить затраты на приобретение (аренду) нового оборудования и другие производственные затраты с уровнем снижения затрат или прибавкой урожайности сельскохозяйственных культур при традиционных способах земледелия.

Необходимо отметить, что на динамику затрат, связанных с внедрением инструментов точного земледелия, оказывают влияние также следующие факторы:

- разнородность сельскохозяйственных угодий (полей) по уровню плодородия почв;
- интенсификация производства в различных сельскохозяйственных предприятиях;
- размер площади сельскохозяйственных угодий (полей), на которой внедряются «точные технологии»;
- стоимость произведенной сельскохозяйственной продукции;
- стоимость средств производства;
- ассортимент выбранного оборудования, его производительность, рациональное применение [5].

Таким образом, алгоритм поэтапного процесса внедрения инструментов точного земледелия может быть использован в решении задач по применению новых технологий на сельскохозяйственных предприятиях регионов страны.

Выводы

Бизнес-процессы являются критически важными для эффективного функционирования аграрного сектора, охватывая все этапы, от подготовки почвы до реализации готовой продукции. Проведенная классификация бизнес-процессов по стадиям производственного цикла, функциональным областям и степени автоматизации позволяет структурировать процесс их совершенствования за счет внедрения инструментов точного земледелия. Разработанный алгоритм поэтапного процесса внедрения инструментов точного земледелия на предприятиях отрасли сельского хозяйства позволит осуществить плавный переход от традиционных технологий к новым технологиям.

Литература

1. Адюкова Е.А., Васильева Н.В., Ефимова А.В. Проявление признаков зернобобовых культур в совместных посевах с яровой тритикале // Студенчество России: век XXI: Материалы VII Всероссийской молодежной научно-практической конференции (Орел, 03 июня 2020 года). Том Часть 1. Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2020. С. 27-30.
2. Иванова А.В., Пашенцева Е.О. Структурирование бизнес-процессов предприятий агропромышленного комплекса и оценка их эффективности // Менеджер года — 2022: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Воронеж, 01 апреля 2022 года). Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. С. 89-99. DOI: 10.34220/MY2022_89-99.
3. Абашкин В.Л., Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг Л.М. и др. Индикаторы цифровой экономики: 2024: статистический сборник / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. 276 с.
4. Рудой Е.В., Петухова М.С., Рюмкин С.В., Труфляк Е.В., Курченко Н.Ю. Научно-обоснованный прогноз развития точного земледелия в России / . Новосиб. гос. аграр. ун-т, Кубан. гос. аграр. ун-т им. И.Т. Трубилина. Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. 138 с.
5. Труфляк Е.В. Основные элементы системы точного земледелия. Краснодар: КубГАУ, 2016. 39 с.
6. Романова Л.В., Шашкова И.Г. Анализ цифровой зрелости агропромышленного комплекса: факторы влияния и показатели оценки // Финансовый менеджмент. 2023. № 4-2. С. 51-60. DOI: 10.25806/fm4-2202351-60.
7. Тимошук А.С., Зайковский Б.Б. Особенности описания бизнес-процессов организаций агропромышленного комплекса // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2025. № 3-2. С. 340-345. DOI: 10.17513/vaael.4064.