

Научная статья

Original article

УДК 631.171

doi: 10.55186/2413046X_2025_10_6_153

**СУЩНОСТЬ И ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ С ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
THE ESSENCE AND PREREQUISITES FOR THE INTRODUCTION OF
PRECISION FARMING ELEMENTS FROM AN ECONOMIC POINT OF
VIEW**



Татарчук Анна Петровна, преподаватель кафедры овощеводства и плодородства имени Н.Ф. Коняева, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, E-mail: brassica@inbox.ru

Гусев Алексей Сергеевич, к.б.н., доцент кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, E-mail: a_anser@mail.ru

Броницкая Софья Александровна, преподаватель кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, E-mail: ledysona@mail.ru

Инышева Валерия Андреевна, преподаватель кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, E-mail: inyshevav@mail.ru

Байбулатова Евгения Ильинична, лаборант кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, E-mail: evgesha.play.kuznetsova@mail.ru

Tatarchuk Anna Petrovna lecturer at the Department of Vegetable and Fruit Growing named after N.F. Konyaeva, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, E-mail: brassica@inbox.ru

Gusev Alexey Sergeevich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Land Management Department, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, E-mail: a_anser@mail.ru

Bronitskaya Sofia Alexandrovna, lecturer of the Department of Land Management, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, E-mail: ledysona@mail.ru

Inysheva Valeria Andreevna, lecturer of the Department of Land Management, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, E-mail: inyshevav@mail.ru

Baibulatova Evgeniya Ilyinichna, Laboratory assistant at the Department of Land Management, Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, E-mail: evgesha.play.kuznetsova@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются основные аспекты внедрения технологий точного земледелия, включая их сущность, преимущества и предпосылки. Особое внимание уделяется анализу экономических, экологических и социальных факторов, влияющих на принятие решений о внедрении точных сельскохозяйственных практик. Рассматриваются также примеры успешного применения этих технологий в различных регионах мира и обсуждаются перспективы дальнейшего развития данного направления в сельском хозяйстве.

Abstract. This paper examines the main aspects of the implementation of precision farming technologies, including their essence, advantages and prerequisites. Particular attention is paid to the analysis of economic, environmental and social factors influencing the decision-making on the implementation of precision agricultural practices. Examples of the successful application of these technologies in various regions of the world are also

considered and the prospects for further development of this area in agriculture are discussed.

Ключевые слова: точное земледелие, спутниковые системы, геоинформационные системы

Keywords: precision farming, satellite systems, geographic information systems

Точное земледелие представляет собой современный подход к управлению сельскохозяйственными процессами, основанный на использовании передовых информационных технологий, спутниковой навигации, датчиков и автоматизированных систем управления. Особое внимание уделено методам сбора данных, анализа и принятия решений на основе полученных результатов. Рассматриваются перспективы развития данного направления и возможные пути повышения эффективности использования технологий точного земледелия в сельском хозяйстве.

Современные вызовы в области сельского хозяйства требуют внедрения инновационных подходов к производству продуктов питания. Одним из таких подходов является точное земледелие, которое позволяет оптимизировать использование ресурсов, повысить урожайность и снизить воздействие на окружающую среду. Однако успешная реализация этих технологий требует глубокого понимания их особенностей и возможностей, а также учета специфики различных сельскохозяйственных культур и условий ведения хозяйства.

Целью настоящего исследования является изучение задач, связанных с внедрением и использованием технологий точного земледелия, а также выявление факторов, влияющих на их эффективность.

Для достижения поставленных целей используются следующие методы:

1. Анализ литературы: обзор научных публикаций и отчетов о применении технологий точного земледелия в разных странах мира.
2. Экспериментальные исследования: проведение полевых экспериментов на опытных участках с применением различных технологий точного земледелия.

3. Моделирование: разработка математических моделей для прогнозирования урожайности и оценки экономической эффективности применения точных технологий.

4. Интервью и опросы: сбор информации от специалистов и фермеров, использующих технологии точного земледелия, для выявления их опыта и проблем.

В качестве материалов использовались данные, полученные в ходе результатов моделирования и анализа литературных источников.

Использование GPS-навигации позволяет сократить затраты на топливо и уменьшить количество проходов техники по полю, что приводит к снижению затрат на производство. Применение датчиков влажности почвы и уровня питательных веществ способствовало оптимизации внесения удобрений и повышению урожайности.

Внедрение технологий точного земледелия может привести к значительному увеличению прибыли за счет снижения затрат на ресурсы и повышение качества продукции. Однако первоначальные инвестиции в оборудование и программное обеспечение могут быть высокими, что ограничивает доступность этих технологий для мелких фермерских хозяйств.

Также применение точных технологий способствует уменьшению негативного воздействия на окружающую среду. Дифференцированное внесение удобрений снижает риск загрязнения водоемов и грунтовых вод, а сокращение количества проходов техники уменьшает уплотнение почвы и выбросы углекислого газа.

Точное земледелие основывается на нескольких ключевых технологиях и принципах:

1. Спутниковые системы навигации (GPS/ГЛОНАСС) обеспечивают точность позиционирования сельскохозяйственной техники и позволяют выполнять операции с высокой точностью, избегая перекрытий и повторных обработок полей.

2. Датчики и сенсоры. Различные типы датчиков измеряют параметры окружающей среды, такие как влажность почвы, уровень питательных веществ, температура и освещенность. Это помогает фермерам принимать обоснованные решения относительно полива, удобрения и других агротехнических мероприятий.
3. Автоматизированные системы управления (АСУ). Эти системы интегрируют данные от GPS и сенсоров для автоматического управления сельскохозяйственной техникой, таким образом снижая трудозатраты и повышая точность выполнения операций.
4. Геоинформационные системы (ГИС) используются для хранения, анализа и визуализации пространственных данных, что позволяет фермерам лучше понимать структуру своих полей и планировать производственные процессы.
5. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) применяются для мониторинга состояния посевов, обнаружения вредителей и болезней, а также для проведения аэрофотосъемки и картографирования полей.

Использование технологий точного земледелия приносит ряд значительных преимуществ:

1. Повышение производительности. Оптимальное распределение ресурсов, таких как вода, удобрения и средства защиты растений, приводит к увеличению урожайности и улучшению качества продукции.
2. Снижение затрат. Точные технологии помогают минимизировать перерасход ресурсов, сокращают потери и снижают затраты на эксплуатацию техники.
3. Экологическая устойчивость. Рациональное использование воды, удобрений и пестицидов уменьшает негативное воздействие на окружающую среду, предотвращая загрязнение водных объектов и деградацию почв.
4. Улучшение управления рисками. Сбор и анализ данных в реальном времени позволяют фермерам быстро реагировать на изменения погодных условий, появление вредителей и другие риски, что повышает надежность производственного процесса.

Несмотря на значительные успехи, точное земледелие продолжает развиваться. В будущем ожидается дальнейшее совершенствование технологий, включая:

- Интеграцию искусственного интеллекта и машинного обучения для более точного прогнозирования и управления производственными процессами.
- Расширенное использование беспилотных технологий для мониторинга и управления большими площадями сельскохозяйственных угодий.
- Развитие цифровых платформ и приложений, облегчающих доступ к данным и аналитическим инструментам для фермеров [7,8,11].

Точное земледелие базируется на ряде ключевых принципов, которые определяют его отличие от традиционных методов ведения сельского хозяйства:

1. Дифференцированное управление ресурсами. Точное земледелие предполагает индивидуальный подход к каждому участку поля, учитывая различия в почве, климате и состоянии растений. Это позволяет оптимизировать использование воды, удобрений и средств защиты растений, что ведет к снижению затрат и повышению урожайности.
2. Мониторинг состояния посевов и почвы. Использование сенсоров и дронов для регулярного контроля параметров почвы и растений обеспечивает своевременное обнаружение проблем и принятие мер по их устранению. Это помогает предотвратить распространение заболеваний и вредителей, а также улучшить условия роста растений.
3. Интеграция геоинформационных систем (ГИС). ГИС позволяют хранить, обрабатывать и анализировать большие объемы пространственно-временных данных, что дает возможность создавать карты полей, отслеживать динамику изменений и принимать обоснованные управленческие решения.
4. Автоматизация и роботизация. Использование автоматизированных систем управления и роботов для выполнения рутинных операций, таких как посев, обработка почвы и уборка урожая, значительно увеличивает производительность труда и снижает затраты на рабочую силу.

Реализация принципов точного земледелия осуществляется через несколько ключевых подходов:

1. Спутниковая навигация и геопозиционирование. Использование GPS и ГЛОНАСС-систем позволяет точно определять местоположение сельскохозяйственной техники и проводить операции с минимальной погрешностью. Это особенно важно для точного внесения удобрений и средств защиты растений, а также для планирования маршрутов движения техники [4,10].
2. Сенсорные сети и дистанционное зондирование. Сенсоры, установленные на полях, собирают информацию о температуре, влажности, уровне питательных веществ и других параметрах, что позволяет оперативно корректировать режимы полива и подкормки. Дистанционное зондирование с помощью дронов и спутников предоставляет дополнительные данные о состоянии посевов и почвенного покрова [4].
3. Агроинформатика и искусственный интеллект. Анализ больших объемов данных с помощью алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта позволяет выявлять закономерности и предсказывать будущие события, такие как вероятность возникновения заболеваний или засухи. Это помогает фермерам принимать более обоснованные решения и снижать риски [8].
4. Инновационные технологии обработки почвы и посева. Новые методы обработки почвы, такие как минимальная обработка и прямой посев, способствуют сохранению плодородия почвы и снижению эрозии. Инновационные системы посева позволяют точно размещать семена и вносить удобрения непосредственно в зону корневой системы растений [6].

Примером успешной реализации принципов точного земледелия является проект, реализованный в одном из крупнейших сельскохозяйственных предприятий России. Внедрение системы дистанционного зондирования и автоматизированного управления поливом позволило сократить потребление

воды на 20% при одновременном увеличении урожайности на 10%. Кроме того, использование сенсорных сетей для мониторинга состояния почвы помогло оптимизировать внесение удобрений, что привело к снижению затрат на 15% [2].

Реализация этих принципов позволяет существенно повысить продуктивность сельского хозяйства, снизить затраты и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. В условиях глобальных вызовов, стоящих перед современным сельским хозяйством, точное земледелие становится ключевым инструментом для обеспечения устойчивого развития и продовольственной безопасности.

Точное земледелие предлагает решение этих проблем через интеграцию передовых технологий и традиционного опыта, обеспечивая рациональное использование ресурсов и повышение продуктивности без ущерба для экологии. Одной из ключевых составляющих точного земледелия является сбор данных, позволяющий своевременно получать информацию о состоянии полей и принимать обоснованные управленческие решения [6].

Система точного земледелия включает в себя множество элементов, каждый из которых играет важную роль в процессе сбора и анализа данных:

1. Сенсоры и датчики представляют собой устройства, предназначенные для измерения различных параметров окружающей среды и состояния растений. Они могут быть установлены на полях, интегрированы в сельскохозяйственную технику или размещены на дронах. Основными параметрами, которые измеряются сенсорами, являются:

- Температура воздуха и почвы,
- Влажность почвы,
- Уровень питательных веществ,
- pH почвы,
- Фотосинтетически активная радиация (ФАР),
- Наличие вредителей и болезней.

2. Дроны и дистанционное зондирование предоставляет возможность получения детальной информации о состоянии полей с высоты птичьего полета. Спектральные снимки, сделанные с помощью мультиспектральных камер, позволяют оценить здоровье растений, выявить зоны стресса и определить потребности в воде и удобрениях.

Пример: В Австралии был проведен проект по использованию дронов для мониторинга состояния виноградников. Полученная информация позволила выявить зоны с недостаточным уровнем влаги и внести коррективы в систему орошения, что предотвратило потерю урожая и повысило качество винограда.

3. Геоинформационные системы (ГИС) представляют собой инструменты для хранения, обработки и анализа пространственно-временных данных. Они позволяют создавать карты полей, отслеживать динамику изменений и принимать обоснованные управленческие решения.

Пример: В проекте в Индии использовалась ГИС для создания карт распределения питательных веществ в почве. Это позволило разработать индивидуализированные планы внесения удобрений для каждого участка поля, что привело к увеличению урожайности риса на 20%.

4. Агроинформатика и искусственный интеллект играют ключевую роль в обработке и анализе собранных данных. Алгоритмы машинного обучения и нейронные сети позволяют выявлять закономерности и предсказывать будущие события, такие как вероятность возникновения заболеваний или засухи.

Пример: В Китае был реализован проект по использованию искусственного интеллекта для прогнозирования урожайности пшеницы. Система анализировала исторические данные о погоде, состоянии почвы и растениях, а также текущие показатели, что позволило точно предсказать объем будущего урожая и принять меры по его максимизации.

Поэтому использование сенсоров, дронов, спутниковых снимков и геоинформационных систем позволяет получать актуальную информацию о состоянии полей и принимать обоснованные управленческие решения. Примеры

успешного применения этих технологий в различных регионах мира демонстрируют их эффективность и значимость для повышения продуктивности и снижения затрат в сельском хозяйстве.

Также система точного земледелия включает в себя различные наборы в процессе анализа и обработки данных:

1. Статистический анализ используется для выявления закономерностей и тенденций в собранных данных. Он включает в себя методы регрессионного анализа, дисперсионного анализа, кластерного анализа и другие. Эти методы позволяют оценить влияние различных факторов на урожайность, выявить зоны риска и оптимизировать производственные процессы. (В одном из проектов в Европе было проведено исследование, в котором использовали регрессионный анализ для изучения зависимости урожайности картофеля от уровня азотных удобрений и влажности почвы. Результаты показали, что оптимальное соотношение этих факторов позволяет увеличить урожайность на 10-15%.)
2. Машинное обучение представляет собой набор методов, позволяющих компьютеру обучаться на основе данных и делать прогнозы. В контексте точного земледелия оно используется для построения моделей, предсказывающих урожайность, потребность в воде и удобрениях, а также вероятность возникновения заболеваний и вредителей. (В Бразилии был реализован проект по применению машинного обучения для прогнозирования урожайности сахарного тростника. Модель, основанная на исторических данных о погоде, состоянии почвы и растениях, позволяла точно предсказывать объем будущего урожая и принимать меры по его максимизации).
3. Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой более продвинутый уровень машинного обучения, включающий нейронные сети и глубокое обучение. ИИ способен анализировать сложные взаимосвязи между различными факторами и делать точные прогнозы даже в условиях неопределенности. (В Канаде была разработана система на базе ИИ для мониторинга здоровья растений и раннего обнаружения заболеваний. Система анализирует

спектральные снимки, сделанные с помощью дронов, и выявляет аномалии, которые могут указывать на начало болезни. Это позволяет фермерам вовремя принимать меры и предотвращать массовые поражения посевов).

Использование статистического анализа, машинного обучения, искусственного интеллекта и геоинформационных систем позволяет извлекать ценную информацию из большого объема собранных сведений и использовать ее для оптимизации производственных процессов. Примеры успешного применения этих технологий в различных регионах мира демонстрируют их эффективность и значимость для повышения продуктивности и снижения затрат в сельском хозяйстве.

Одним же из главных факторов, стимулирующих внедрение точного земледелия, является быстрый рост мирового населения. По прогнозам ООН, к 2050 году население Земли достигнет 9,7 миллиардов человек, что приведет к существенному увеличению спроса на продукты питания. Традиционные методы ведения сельского хозяйства уже не способны удовлетворить этот спрос, поэтому необходимы новые подходы, обеспечивающие повышение продуктивности и эффективности использования ресурсов [3].

Изменение климата также оказывает значительное влияние на сельскохозяйственное производство, вызывая экстремальные погодные явления, такие как засухи, наводнения и ураганы. Ухудшение состояния окружающей среды, связанное с загрязнением почвы, воды и воздуха, также негативно сказывается на урожайности и качестве продукции. Точное земледелие помогает адаптироваться к этим изменениям, обеспечивая более эффективное использование ресурсов и минимизируя негативное воздействие на природу. (В Австралии, где часто случаются засухи, использование систем точного орошения позволило сократить потребление воды на 30% при сохранении высокого уровня урожайности. В Европе внедрение технологий точного земледелия позволило сократить использование химических удобрений на 30%, что положительно сказалось на качестве воды в близлежащих водоемах).

Традиционные методы ведения сельского хозяйства характеризуются низкой эффективностью использования ресурсов, такими как вода, удобрения и средства защиты растений. Это приводит к высоким затратам и ухудшению экологической ситуации. Точное земледелие позволяет оптимизировать использование ресурсов, что ведет к снижению затрат и повышению рентабельности производства [5,6]. (В США внедрение технологий точного земледелия в хлопководстве позволило сократить использование гербицидов на 50% и одновременно увеличить урожайность на 10%. В Израиле, где проблема нехватки воды стоит особенно остро, внедрение технологий точного орошения позволило сократить потребление воды на 40% при сохранении высокого уровня урожайности).

Точное земледелие позволяет аграриям более эффективно управлять процессом выращивания культур, что приводит к увеличению урожайности. Например, использование GPS-навигации для точного внесения удобрений и средств защиты растений позволяет избежать избыточного расхода ресурсов и улучшить качество урожая. Также одним из основных преимуществ использования GPS-навигации является снижение расхода топлива [3]. При традиционной методике управления техникой водитель вынужден постоянно контролировать направление движения машины, что часто приводит к избыточным маневрам и увеличению пройденного пути [4]. С помощью GPS-навигации техника движется строго по прямой линии, минимизируя отклонения и сокращая общее расстояние, которое она проходит по полю, и имеется возможность избежать повторного прохода техники по одному и тому же участку поля. Это достигается благодаря функции «автопилота», которая позволяет машине следовать точно по ранее проложенному маршруту. Ниже представлена таблица, иллюстрирующая экономическую выгоду от внедрения GPS-технологий в сельское хозяйство на примере работы трактора Claas Axion 940 при вспашке зяби на глубину 31-33 см с оборотным плугом Euro Diamant 7+1 (LEMKEN) [9]. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение расходов топлива при использовании GPS-навигации в регионозначимых сельскохозяйственных предприятий Приволжского Федерального округа

Показатель	без GPS-навигации	с GPS-навигацией
Количество проходов	1,05 раза	1 раз
Основная производительность	2,94 га/ч	2,8 га/ч
Расход топлива на га	18,4 л/га	
Расход топлива в час	54,1 л/ч	51,5 л/ч
Расход топлива за смену	432,8 л	412 л

Анализируя таблицу, отметим, что использование GPS-навигации позволяет существенно сократить затраты на топливо свыше 20 литров за смену 1 агрегата, посредством уменьшения количество проходов техники и, соответственно, снизить общие расходы на обработку поля.

Точное земледелие способствует созданию однородной и качественной продукции, соответствующей международным стандартам. Это позволяет аграриям выходить на международные рынки и конкурировать с продукцией других стран.

И в итоге приведем сравнение урожайности ячменя при использовании GPS-навигации представленных в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительный анализ усредненной урожайности ячменя регионозначимых сельскохозяйственных предприятий в Приволжском Федеральном округе до и после внедрения системы точного земледелия

Регионы	Урожайность до внедрения	Урожайность после внедрения
Удмуртия	27,5 ц/га	29,0 ц/га
Татарстан	28,0 ц/га	30,5 ц/га
Башкирия	25,5 ц/га	27,5 ц/га
Пермский Край	24,5 ц/га	27,5 ц/га
Свердловская область	26,0 ц/га	28,5 ц/га

При анализе таблицы урожайность ячменя по регионозначимым сельскохозяйственным предприятиям некоторых регионов Приволжского Федерального Округа до и после внедрения точного земледелия имеет отличия с положительной динамикой от 5,5 до 12,5%.

Следовательно, предпосылки внедрения точного земледелия обусловлены необходимостью удовлетворения растущего спроса на продукты питания, адаптацией к изменению климата, улучшением экологической устойчивости и повышением конкурентоспособности, а дальнейшее развитие и интеграция этих технологий в сельскохозяйственную практику будут играть ключевую роль в обеспечении глобальной продовольственной безопасности.

Список источников

1. Асадуллин Н.М. Технологические достижения в современном сельскохозяйственном производстве // В сборнике: Актуальные проблемы государственного и муниципального управления в условиях цифровой трансформации экономики. Сборник научных трудов по материалам IV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 50-59.
2. Емец К.Р. Анализ современных методов и технических средств для измерения влажности почвы в технологии точного земледелия // В сборнике: Вклад молодых ученых в аграрную науку. Материалы Международной научно-практической конференции. 2015. С. 238-242.
3. Жолдыгалиев А.Х. Инновационные технологии в области производства, переработки и управления качеством сельскохозяйственной продукции // В сборнике: Инновационные технологии в науке: управление качеством, метрологическое обеспечение, новые подходы и цифровизация производства в сфере АПК. Сборник научных материалов I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к Всемирному дню метрологии. Саратов, 2023. С. 371-383.

4. Крастин А.В. Применение GPS/Глонасс навигации в сельском хозяйстве // Актуальные исследования. 2023. № 51-2 (181). С. 47-52.
5. Мучинский А.В., Крук И.С., Добыш Г.Ф., Колоско Д.Н., Новиков А.А. Техничко-экономические аспекты внедрения системы точного земледелия // Агропанорама. 2012. № 4 (92). С. 39-42.
6. Пивоваров П.Е. Развитие научно-технического прогресса в растениеводстве // Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Воронежский государственный аграрный университет им. К.Д. Глинки. Воронеж, 2012. 168 с.
7. Степных Н.В., Нестерова Е.В., Заргарян А.М. Влияние цифровизации управления агротехнологиями на эффективность использования ресурсов // АПК: экономика, управление. 2020. № 8. С. 46-65.
8. Фомин Р.В. Цифровые технологии в реальном секторе экономики современного региона: проблемы и перспективы // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. 2018. № 4 (20). С. 117-125.
9. Худяков Д.А., Блянкинштейн И.М. Диагностика технического состояния автотранспортных средств по расходу топлива на основе информации системы спутникового мониторинга // В сборнике: Автомобиль для Сибири и Крайнего Севера. Конструкция, эксплуатация, экономика. Материалы 90-й Международной научно-технической конференции. 2015. С. 71-77.
10. Чиркин С.О., Копцев П.Ю., Кузнецова А.П., Хатунцев И.В., Бобрович Л.В., Картечина Н.В. Системы навигации в рамках точного земледелия // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 4. С. 219.
11. Шогенов Б.А., Мирзоева А.Р. Проблемы цифровизации в отрасли растениеводства // Russian Journal of Management. 2023. Т. 11. № 4. С. 478-489.

References

1. Asadullin N.M. Technological achievements in modern agricultural production // In the collection: Actual problems of state and municipal management in the

context of digital transformation of the economy. Collection of scientific papers based on the materials of the IV All-Russian (national) scientific and practical conference. Kazan, 2024. pp. 50-59.

2. Yemets K.R. Analysis of modern methods and technical means for measuring soil moisture in precision farming technology // In the collection: The contribution of young scientists to agricultural science. Materials of the International Scientific and Practical Conference. 2015. pp. 238-242.

3. Zholdygaliev A.H. Innovative technologies in the field of production, processing and quality management of agricultural products // In the collection: Innovative technologies in science: quality management, metrological support, new approaches and digitalization of production in the agricultural sector. Collection of scientific materials of the First All-Russian (national) scientific and practical conference with international participation, dedicated to the World Metrology Day. Saratov, 2023. pp. 371-383.

4. Krastin A.V. The use of GPS/Glonass navigation in agriculture // Current research. 2023. No. 51-2 (181). pp. 47-52.

5. Muchinsky A.V., Kruk I.S., Dobysh G.F., Kolosko D.N., Novikov A.A. Technical and economic aspects of the introduction of precision farming system // Agropanorama. 2012. No. 4 (92). pp. 39-42.

6. Pivovarov P.E. The development of scientific and technological progress in crop production // Dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences / Voronezh State Agrarian University named after K.D. Glinka. Voronezh, 2012. 168 p.

7. Stepnykh N.V., Nesterova E.V., Zargaryan A.M. The influence of digitalization of agrotechnology management on the efficiency of resource use // Agroindustrial complex: economics, management. 2020. No. 8. pp. 46-65.

8. Fomin R.V. Digital technologies in the real sector of the economy of a modern region: problems and prospects // Actual problems of economics and management. 2018. No. 4 (20). pp. 117-125.

9. Khudyakov D.A., Blyakinstein I.M. Diagnostics of the technical condition of motor vehicles by fuel consumption based on information from the satellite monitoring system // In the collection: A car for Siberia and the Far North. Construction, operation, economy. Proceedings of the 90th International Scientific and Technical Conference. 2015. pp. 71-77.
10. Chirkin S.O., Kobtsev P.Yu., Kuznetsova A.P., Khatuntsev I.V., Bobrovich L.V., Kartechina N.V. Navigation systems in precision agriculture // Science and Education. 2019. Vol. 2. No. 4. P. 219.
11. Shogenov B.A., Mirzoeva A.R. Problems of digitalization in the crop industry // Russian Journal of Management. 2023. Vol. 11. No. 4. pp. 478-489.

© Татарчук А.П., Броницкая С.А., Инышева В.А., Байбулатова Е.И., 2025.

Московский экономический журнал, 2025, № 6.