

Б. Мүтәліпқызы, к.э.н., ассоц. профессор
М.М. Нурпеисова, к.э.н., ассоц. профессор
К.Б. Тогжигитова, магистр, старший преподаватель
Д.Е. Жамшидова*, магистр, старший преподаватель
*Евразийский Технологический Университет,
г. Алматы, Казахстан*
* – основной автор (автор для корреспонденции)
e-mail: b.mutalipkyzy@etu.edu.kz

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОПРЕДПРИЯТИЙ

Исследование посвящено анализу эффективности цифровых технологий точного земледелия как инструмента оптимизации деятельности агропредприятий в условиях роста конкуренции, удорожания ресурсов и климатических изменений. Рассматриваются современные решения, включающие датчики влажности почвы, навигационные системы, геоинформационные технологии, спутниковый мониторинг и применение беспилотных летательных аппаратов для оценки состояния посевов и планирования ирригации. Особое внимание уделяется тому, как цифровые инструменты позволяют рационально использовать воду, энергию и трудовые ресурсы, обеспечивая более точное управление производственными процессами. Показано, как внедрение цифровых решений позволяет оптимизировать использование ресурсов, снизить производственные затраты и повысить точность управленческих решений. Выявлено, что непрерывный мониторинг различных агрометеорологических параметров в системе направлено на повышение эффективности производства в сельском хозяйстве. Получение оперативных сведений о погоде и характеристиках почвы позволяет специалистам правильно планировать полив, внесение удобрений и мероприятия по защите растений. На основе обобщения практического опыта и результатов исследований сделаны выводы о значимости цифровизации для устойчивого развития сельского хозяйства и определены направления дальнейшего совершенствования технологий точного земледелия.

Развитие результата исследований в будущем должно предполагать более глубокий анализ климатических и погодных условий для урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: эффективность, урожайность, интеллектуальное орошение, технологии, мониторинг, земельные ресурсы, почва, процесс

Кілт сөздер: тиімділік, өнімділік, интеллектуалды суару, технология, мониторинг, жер ресурстары, топырақ, жүйе

Keywords: efficiency, productivity, intelligent irrigation, technology, monitoring, land resources, soil, process

Введение. В условиях усиливающейся конкуренции на мировом рынке, роста цен на ресурсы, изменения климата и дефицита трудовых ресурсов перед сельскохозяйственными предприятиями стоят задачи повышения производительности и рационального использования земельных, материальных и финансовых ресурсов. Традиционные методы ведения сельского хозяйства уже не обеспечивают необходимый уровень эффективности, что обуславливает потребность в внедрении современных цифровых технологий. С развитием технологий точного земледелия возрос спрос на установку ирригационных систем таким образом, чтобы обеспечить оптимальный способ выращивания сельскохозяйственных культур при минимизации затрат предприятия на воду, энергию, человеческие ресурсы и т.д. Внедрение такой системы в деятельность сельскохозяйственных предприятий разного уровня, в зависимости от степени внедрения, может быть связано с использованием различных компонентов. Первым по важности компонентом, который является обязательным в таких системах, является установка датчиков для измерения влажности почвы. Кроме того, все больше систем могут использовать глобальные системы определения местоположения и географические информационные системы, используя спутниковые снимки или беспилотные летательные аппараты для оценки состояния сельскохозяйственных культур и определения оптимальных площадей для орошения.

Одним из наиболее результативных направлений цифровизации АПК является точное земледелие (precision agriculture) — система управления производственными процессами на основе

данных дистанционного мониторинга, спутниковой навигации, геоинформационных систем (ГИС), датчиков и автоматизированного оборудования. Применение точного земледелия позволяет осуществлять дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений, оптимизировать ирригацию, контролировать состояние посевов и прогнозировать урожайность на основе анализа данных.

Внедрение технологий точного земледелия в аграрный сектор Казахстана и стран СНГ развивается недостаточно активно, несмотря на их очевидную эффективность. Основными препятствиями выступают высокие первоначальные затраты, отсутствие квалифицированных кадров, недостаточная информированность менеджмента о возможном экономическом эффекте, а также отсутствие методик оценки эффективности внедрения цифровых решений.

В этих условиях особенно важным становится проведение объективного анализа эффективности цифровых технологий точного земледелия как инструмента оптимизации производственных процессов. Научная значимость исследования состоит в формировании обоснований экономической эффективности применения цифровых технологий в аграрном секторе, а также в выявлении наиболее результативных цифровых инструментов для дальнейшего развития теории цифровизации агропредприятий. Практическая значимость исследования проявляется в возможности использования полученных данных при принятии управленческих решений, связанных с механизацией производства, оптимизацией использования ресурсов и оценкой инвестиционной привлекательности цифровых проектов.

Таким образом, исследование эффективности точного земледелия является актуальным и востребованным в контексте цифровой трансформации аграрной отрасли и повышения конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий.

Целью данной работы является анализ и оценка результативности внедрения технологий точного земледелия в деятельность сельскохозяйственных предприятий, включая трансфер данных технологий. Особое внимание уделяется использованию программно-аппаратного комплекса интеллектуального орошения и системы дистанционного мониторинга метеоусловий. Реализация данного подхода направлена на повышение эффективности производства и урожайности сельскохозяйственных культур.

Методы и материалы исследования. В работе используются методы количественного анализа, в частности, использование статистических инструментов для анализа и прогнозирования временных рядов урожайности сельскохозяйственных культур. Применение указанных инструментов позволяет продемонстрировать результативность внедрения технологий точного земледелия, в частности систем интеллектуального орошения, в производственные процессы агропредприятий.

Обзор литературы. Внедрение технологий точного земледелия в практику сельскохозяйственных предприятий направлено на достижение более высокой урожайности культур при одновременном снижении затрат и сокращении использования ресурсов на всех стадиях производства. Одним из наиболее динамично развивающихся направлений является применение интеллектуальных систем орошения. В частности, в работе [1] описана статистическая модель урожайности, учитывающая погодные условия при выращивании сеяных культур. По словам авторов, точность такой модели составляет около 95%. В работе [2] описана динамико-статистическая модель биомассы для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. Модель хорошо работает в различных климатических условиях. В частности, в работе [3] описана модель управления тепличным хозяйством с использованием спринклерного орошения. В [4] предложен подход к автоматизированному интеллектуальному орошению, основанный на использовании воды. Существуют также отдельные исследования, посвященные использованию капельного орошения. В работе [5] нейронная сеть используется для оптимизации графика капельного орошения сельскохозяйственных культур. В работе [6] представлена автоматическая система капельного орошения для обеспечения фермерских хозяйств водой на основе данных об уровне воды с использованием приложения Android, WSN и GPRS-модулей. Система, описанная в работе, хорошо подходит для внедрения в районах с дефицитом водных ресурсов из-за высокой экономии. Роботизированные системы, основанные на распылительном орошении, предложены для использования в работе [7]. Также предлагается проектировать устройства Интернета вещей с сенсорными комплексами, которые позволяют принимать решения об орошении определенных земель на основе обработки статистических данных [8].

Основная часть. Аппаратно-программный комплекс для интеллектуального орошения и дистанционного мониторинга погодных условий предназначен для обеспечения точного и непрерывного мониторинга различных агрометеорологических параметров. Использование системы направлено на повышение эффективности производства в сельском хозяйстве. Получение оперативных сведений о погоде и характеристиках почвы позволяет специалистам правильно планировать полив, внесение удобрений и мероприятия по защите растений. Это, в свою очередь, помогает повысить производительность, снизить затраты на ресурсы и свести к минимуму негативное воздействие на окружающую среду. Эта метеостанция оснащена датчиками, которые измеряют ключевые параметры: температуру, влажность воздуха, скорость и направление ветра, количество осадков и другие важные метеорологические показатели. Система обеспечивает непрерывный мониторинг и высокую точность измерений, что позволяет оперативно реагировать на изменения погодных условий. Собранные данные обрабатываются в режиме реального времени и передаются на центральный сервер, где они хранятся и анализируются. Благодаря этому пользователи могут получать доступ к актуальной информации через интернет из любой точки мира. Это значительно повышает оперативность и результативность принятия решений в области сельского хозяйства, управления природными ресурсами и других областях, зависящих от погодных условий. Влажность почвы является одним из важнейших показателей условий выращивания растений, собираемых онлайн-метеостанцией, поскольку она напрямую влияет на их рост и развитие. Оптимальная влажность обеспечивает растения необходимым количеством воды для процессов фотосинтеза, транспирации и обмена веществ. При нехватке воды растения начинают увядать, становятся более восприимчивыми к заболеваниям и воздействию вредителей, что отрицательно влияет на урожай. Излишняя влажность также опасна — она может нарушать доступ кислорода к корням, вызывать их гниение и способствовать распространению болезнетворных микроорганизмов. Таким образом, мониторинг и поддержание оптимального уровня влажности почвы являются ключевыми факторами успешного ведения сельского хозяйства, обеспечивающими стабильную и высокую производительность.

Концепция управления земельными ресурсами, известная как «точное земледелие», постепенно приобретает распространение в агро-промышленном комплексе страны [9]. Необходимость ускоренного внедрения цифровых решений в сельском хозяйстве подтверждается на государственном уровне, поддерживается бизнес-сообществом и активно обсуждается исследователями-экономистами. Повышенное внимание к технологиям точного земледелия обусловлено тем, что их применение предоставляет сельскохозяйственным предприятиям значимые преимущества. К ключевым преимуществам можно отнести следующие:

- более экономное расходование материальных ресурсов и сырья при производстве сельхозкультур, позволяющее сократить производственные затраты, что способствует снижению себестоимости продукции;
- рост урожайности и повышение качества производимой продукции, что обеспечивает увеличение прибыли сельхозпредприятия и укрепляет продовольственную безопасность на региональном и национальном уровне;
- обеспечение устойчивого состояния аграрных экосистем посредством эффективного управления почвенными и земельными ресурсами;
- более точное планирование производственных объёмов благодаря снижению рисков и применению инструментов мониторинга;
- сокращение экологического воздействия за счёт рационального расходования ресурсов и оптимального использования агрохимикатов.

Под точным земледелием понимают систему элементов, позволяющих контролировать и оптимизировать процессы возделывания сельхозкультур на каждом этапе с использованием технологических решений, представленные на рисунке 1.



Рисунок –1. Системы точного земледелия

*составлен авторами на основе источника [4]

Использование цифровых технологий в точном земледелии позволяет получать картографическую информацию о состоянии почвы и посевов, на основании которой составляются оптимальные планы агротехнических мероприятий [10]. В результате достигается экономия ресурсов и увеличение урожайности на каждый гектар. При этом набор применяемых решений не является универсальным: каждая сельскохозяйственная организация выбирает комбинацию элементов точного земледелия с учётом собственных производственных целей, климатических условий и структуры земельных угодий, который представлен на рисунке 1.

Дистанционное зондирование земли является одним из ключевых элементов системы точного земледелия, обеспечивая сбор объективных и оперативных данных о состоянии сельскохозяйственных угодий. Технологии ДЗЗ позволяют агропредприятиям контролировать состояние посевов, оценивать параметры почвы и растительности, прогнозировать урожайность и оптимизировать использование ресурсов (воды, удобрений, топлива и средств защиты растений). Используя спутниковые снимки и данные с беспилотных летательных аппаратов, агрономы получают возможность наблюдать динамику развития культур в режиме реального времени, выявлять проблемные участки полей и принимать своевременные решения по корректировке агротехнических мероприятий.

Технологии глобального позиционирования (GPS — Global Positioning System) представляют собой систему спутниковой навигации, обеспечивающую точное определение координат объектов на земной поверхности в режиме реального времени. GPS основана на приёме сигналов от группы навигационных спутников, которые передают данные о своём положении и времени. На основании этих данных вычислитель (GPS-приёмник) определяет местоположение, скорость и направление движения объекта с высокой точностью (от нескольких сантиметров до нескольких метров, в зависимости от класса оборудования и метода коррекции).

Технологии оценки урожайности играют ключевую роль в формировании цифровой модели агропроизводства, обеспечивая аграриев достоверными данными для принятия решений. Интеграция спутникового мониторинга, сенсорных систем и аналитических платформ позволяет не только повысить точность прогнозов, но и перейти к управлению производством на основе данных (Data-Driven Farming).

Технологии интернета вещей являются ключевым компонентом цифровой трансформации сельского хозяйства. Они обеспечивают непрерывный сбор и анализ данных, создают условия для интеллектуального управления производством и позволяют агропредприятиям переходить к модели предиктивного управления, повышая эффективность и устойчивость агробизнеса.

Пашня является наиболее ценным видом сельскохозяйственных угодий. В общей площади сельскохозяйственных угодий пашня составляет 26,3 млн. га или 11,9 %. Наиболее крупные

массивы пашни сосредоточены в Костанайской (6,2 млн. га), Акмолинской (6,0 млн. га) и Северо-Казахстанской (5,0 млн. га) областях, что составляет 65,6 % пашни республики. Обозначилась устойчивая тенденция освоения в пашню ранее оставленных в залежь хороших по качеству почв земель. Все это изменение отображены в табл. 1 распределение площади пашни области по годам и их динамика.

Таблица – 1

Динамика площади пашни Акмолинской области за 2020–2024 гг (тыс.га)

Наименование областей	2020	2021	2022	2023	2024	Изменения (+,–)
Акмолинская	5957,4	6035,8	6040,4	6125,4	6151,8	–231,4
Всего (территория)	25354,1	26011,1	26324,5	26660,5	26971,4	–8441,5

**Бюро национальной статистики АСПР РК[11]*

Анализ динамики площадей пашни по Акмолинской области показывает, что площади пашни растут, главным образом, в основных зерносеющих областях республики. Также все эти изменения по пашням в динамике отображены в рисунке 2.

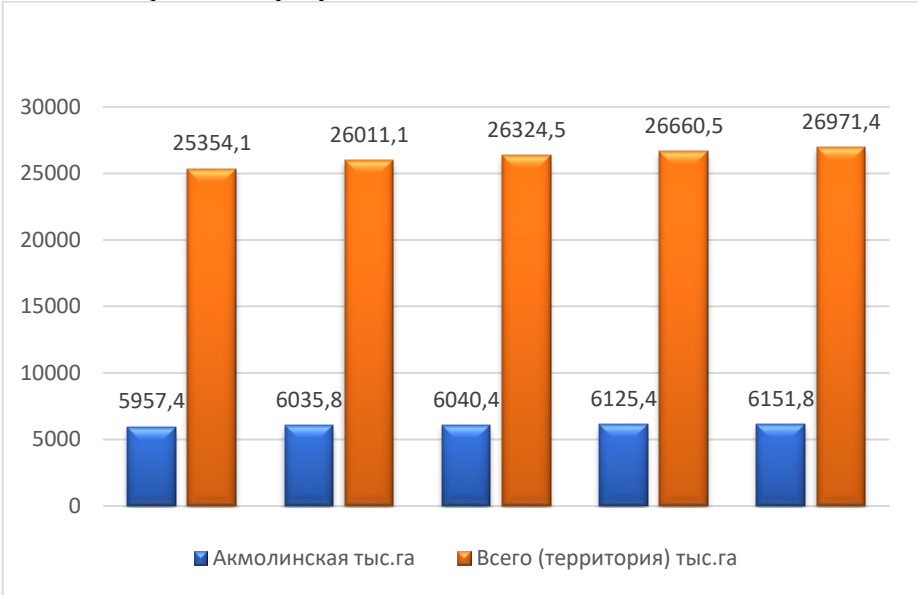


Рисунок – 2. Динамика изменения площадей пашни по Акмолинской области за 2020–2024 гг

**составлен авторами по источнику [11]*

По результатам социального опроса, выявлены предприятия занимающиеся производством зерновых культур и внедрением цифровых технологий точного земледелия в сравнительной степени изображены на рисунке 3-4.

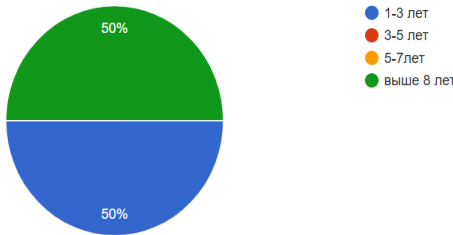


Рисунок – 3. Продолжительность времени в производстве зерновых культур

**составлен авторами*

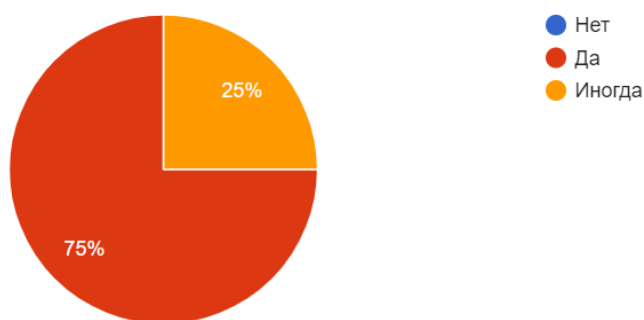


Рисунок – 4. Внедрение цифровых технологий точного земледелия сельскохозяйственных предприятий

**составлен авторами*

Использование цифровых технологий точного земледелия для мониторинга посевов и оценки урожайности демонстрирует значительные преимущества. Эти технологии позволяют крестьянским хозяйствам более эффективно управлять угодиями, оперативно реагировать на проблемы и принимать обоснованные решения, что в конечном итоге привело к повышению урожайности и устойчивости сельского хозяйства в регионе. Далее проведен анализ оптимизации удобрений. В табл.4 показано оптимизация использования удобрений в крестьянских хозяйствах.

Таблица – 2

Оптимизация использования удобрений в крестьянских хозяйствах за 2020-2024 г

Параметр	Описание
Используемые технология	ГИС для создания детализированных карт почв
Задача	Планирование внесения удобрений
Результат	Оптимизация использования удобрений, снижение затрат и минимизация негативного воздействия на окружающую среду

** составлена авторами*

Анализ позволяет сделать вывод о том, что сельское хозяйство развивается медленно, однако для достижения более высоких результатов необходимо уделить внимание решению оставшихся вопросов по применению цифровых технологий точного земледелия для выявления прогнозирования кризисных ситуаций.

Заключение. Проведённый анализ показывает, что точное земледелие является одним из ключевых направлений цифровой трансформации агропромышленного комплекса. Использование современных технологий — обеспечивает агропредприятиям возможность перехода от интуитивного управления к управлению на основе точных и оперативных данных.

Внедрение данных технологий способствует оптимизации использования ресурсов и повышению отдачи каждого производственного фактора. Точное дозирование удобрений, рациональное использование воды и топлива, а также мониторинг состояния посевов позволяют снижать себестоимость продукции и одновременно повышать урожайность. Экономическая эффективность применения точного земледелия подтверждается уменьшением затрат до 20–30% и ростом валового сбора урожая на 10–25%. Наряду с экономическими преимуществами, точное земледелие обеспечивает экологическую устойчивость производства, снижая антропогенную нагрузку на окружающую среду. Однако степень внедрения технологий точного земледелия всё ещё остается недостаточной из-за высоких первоначальных инвестиций, нехватки квалифицированных кадров и отсутствия практических методик оценки эффективности. Следовательно, дальнейшее развитие цифровизации АПК требует комплексного подхода, включающего государственную поддержку, развитие образовательных программ для подготовки специалистов, финансирование цифровых проектов и создание условий для распространения успешных практик среди агропредприятий.

Таким образом, точное земледелие является стратегически значимым инструментом повышения конкурентоспособности аграрного сектора и обеспечения устойчивого развития сельского хозяйства. Его внедрение позволяет агропредприятиям не только повышать экономическую прибыльность, но и формировать долгосрочные преимущества в условиях современных вызовов и растущего спроса на продовольствие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трансфер и адаптация технологий точного земледелия в растениеводстве по принципу «демонстрационные фермы (полигоны)» Акмолинской области. Отчет о научно-исследовательской работе. ТОО «Научно-производственный центр зернового земледелия им. А.И. Бараева» (2020 г.). Шортанды, 240.
2. Sadenova M., Beisekenov N., Rakhymberdina M., Varbanov P., Klemeš J. Mathematical modelling in crop production to predict crop yields. *Chemical Engineering Transactions*. – 2021. – №88. – P. 1225–1230. – DOI: 10.3303/CET2188204
3. Сапарбаев А.Д., Макулова А.Т., Сапарбаева Э.А. Оптимизационные модели распределения земельных угодий под зерновые культуры. *Проблемы агорынка*. – 2020. – №3. – С. 202–208. – DOI: 10.46666/2020.2708-9991.255
4. Khanal A., Crawford M., Ghimire S. Perceived Survival Risk, Motivation for New Enterprises, and Entrepreneurship Knowledge: A Case from Small Agricultural Entrepreneurs in Tennessee. *Global Journal of Agricultural and Allied Sciences*. – 2024. – №5(1). – P.1–6. – DOI: 10.35251/gjaas.2024.001
5. Семизоров С.А., Абрамов Н.В., Топорков И.Н. Системные цифровые решения в развитии точного земледелия // *Вестник Курганской ГСХА*. – 2024. – №3(51). – С. 28–36.
6. Romanovska P., Schauburger B., Gornott C. Wheat yields in Kazakhstan can successfully be forecasted using a statistical crop model. *European Journal of Agronomy*. – 2023. – №7. – 147 p. – DOI: 10.1016/j.eja.2023.126843
7. Шаймерденова А.К. Геоинформационные системы как инновационный метод увеличения продуктивности земель сельхозназначения. *Проблемы агорынка*. – 2023. – №3. – С. 211–219. – DOI: 10.46666/2023-3.2708-9991.21
8. Nawandar N.K., Satpute V.R. IoT based low cost and intelligent module for smart irrigation system. *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2019. – №162. – P. 979–990. – DOI: 10.1016/j.compag.2019.05.027
9. Овульягулиев Э., Омарова М., Худайкулыева А. Точное земледелие: интеграция больших данных, сенсорных сетей и искусственного интеллекта для устойчивого управления // *Наука и мировоззрение*. – 2025. – №59. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tochnoe-zemledelie-integratsiya-bolshih-dannyh-sensornyh-setey-i-iskusstvennogo-intellekta-dlya-ustoychivogo-upravleniya>
10. Ronzhin A., Figurek A., Surovtsev V. «Digital Transformation and Precision Farming as Catalysts of Rural Development». *Land* 14. – 2025. – №7. – 1464 p. – DOI: 10.3390/land14071464
11. Национальное бюро статистики Агентства Республики Казахстан по стратегическому планированию и реформам. – URL: <https://www.stat.gov.kz>

REFERENCES

1. Transfer i adaptacija tehnologij tochnogo zemledelija v rastenievodstve po principu «demonstracionnye fermy (poligony)» [Transfer and adaptation of precision farming technologies in crop production on the principle of "demonstration farms] Akmolinskoj oblasti. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote. TOO «Nauchno-proizvodstvennyj centr zernovogo zemledelija im. A.I. Baraeva» (2020 g.). Shortandy, 240. [in Russian]
2. Sadenova M., Beisekenov N., Rakhymberdina M., Varbanov P., Klemeš J. Mathematical modelling in crop production to predict crop yields. *Chemical Engineering Transactions*. – 2021. – №88. – P. 1225–1230. – DOI: 10.3303/CET2188204
3. Saparbaev A., Makulova A., Saparbaeva E. Optimizacionnye modeli raspredeleniya zemel'nyh ugodij pod zernovye kul'tury. [Optimization models of land allocation for grain crops]. *Problemy agrorynka*. – 2020. – №3. – S. 202–208. – DOI: 10.46666/2020.2708-9991.255 [in Russian]

4. Khanal A., Crawford M., Ghimire S. Perceived Survival Risk, Motivation for New Enterprises, and Entrepreneurship Knowledge: A Case from Small Agricultural Entrepreneurs in Tennessee. *Global Journal of Agricultural and Allied Sciences*. – 2024. – №5(1). – P.1–6. – DOI: 10.35251/gjaas.2024.001
5. Semizorov S., Abramov N., Toporkov I. Sistemnye cifrovye resheniya v razvitii tochnogo zemledeliya [Digital system solutions in the development of precision agriculture] // *Vestnik Kurganskoy GSHA*. – 2024. – №3(51). – S. 28–36. [in Russian]
6. Romanovska P., Schauburger B., Gornott C. Wheat yields in Kazakhstan can successfully be forecasted using a statistical crop model. *European Journal of Agronomy*. – 2023. – №7. – 147 p. – DOI: 10.1016/j.eja.2023.126843
7. Shajmerdenova A. Geoinformacionnye sistemy kak innovacionnyj metod uvelicheniya produktivnosti zemel' sel'hoznaznachenija [Geoinformation systems as an innovative method of increasing agricultural land productivity]. *Problemy agrorynka*. – 2023(3). – S. 211–219. – DOI: 10.46666/2023-3.2708-9991.21 [in Russian]
8. Nawandar N.K., Satpute V.R. IoT based low cost and intelligent module for smart irrigation system. *Computers and Electronics in Agriculture*. – 2019. – №162. – P. 979–990. – DOI: 10.1016/j.compag.2019.05.027
9. Ovul'yaguliev E., Omarova M., Hudajkulyeva A. Tochnoe zemledelie: integraciya bol'shih dannyh, sensoryh setej i iskusstvennogo intellekta dlya ustojchivogo upravleniya [Precision farming: Integrating big data, sensor networks and artificial intelligence for sustainable management] // *Nauka i mirovozzrenie*. – 2025. – №59. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tochnoe-zemledelie-integratsiya-bolshih-dannyh-sensornyh-setej-i-iskusstvennogo-intellekta-dlya-ustoychivogo-upravleniya> [in Russian]
10. Ronzhin A., Figurek A., Surovtsev V. «Digital Transformation and Precision Farming as Catalysts of Rural Development». *Land* 14. – 2025. – №7. – 1464 p. – DOI: 10.3390/land14071464
11. Operativnye publikacii // Byuro nacional'noj statistiki Agentstva po strategicheskemu planirovaniyu i reformam Respubliki Kazahstan. – URL: <https://stat.gov.kz/ru/publication/spreadsheets> (data obrashcheniya: 20.06.2025 g.) [in Russian]

Мүтәліпқызы Б., Нурпеисова М.М., Тогжигитова К.Б., Жамшидова Д.Е.

АГРОӨНЕРКӘСІПТІК КЕШЕНДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ҮШІН ДӘЛ ЕГІНШІЛІКТІҢ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫҢ ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ

Аңдатпа

Зерттеу бәсекелестіктің өсуі, ресурстардың қымбаттауы және климаттың өзгеруі жағдайында агроөнеркәсіптік кешендердің қызметін оңтайландыру құралы ретінде нақты егіншіліктің цифрлық технологияларының тиімділігін талдауға бағытталған. Топырақтың ылғалдылық датчиктерін, навигациялық жүйелерді, геоақпараттық технологияларды, спутниктік мониторингті және дақылдардың жай-күйін бағалау және суаруды жоспарлау үшін үшқышсыз ұшу аппараттарын қолдануды қамтитын заманауи шешімдер қарастырылуда. Цифрлық құралдардың суды, энергияны және еңбек ресурстарын қалай ұтымды пайдалануға мүмкіндік беретініне ерекше назар аударылады, бұл өндіріс процестерін дәл басқаруды қамтамасыз етеді. Цифрлық шешімдерді енгізу ресурстарды пайдалануды оңтайландыруға, өндіріс шығындарын азайтуға және басқару шешімдерінің дәлдігін жақсартуға қалай мүмкіндік беретінін көрсетеді. Жүйедегі әртүрлі агротехнологиялық параметрлердің үздіксіз мониторингі ауыл шаруашылығындағы өндіріс тиімділігін арттыруға бағытталғаны анықталды. Ауа-райы мен топырақтың сипаттамалары туралы жедел ақпарат алу мамандарға суаруды, тыңайтқышты және өсімдіктерді қорғау шараларын дұрыс жоспарлауға мүмкіндік береді. Практикалық тәжірибе мен зерттеу нәтижелерін жалпылау негізінде ауыл шаруашылығын тұрақты дамыту үшін цифрландырудың маңыздылығы туралы қорытындылар жасалды және дәл егіншілік технологияларын одан әрі жетілдіру бағыттары анықталды.

Болашақта зерттеу нәтижесін дамыту дақылдардың өнімділігі үшін климаттық және ауа-райы жағдайларын тереңірек талдауды қамтуы керек.

Mutalipkyzy B., Nurpeisova M., Togzhigitova K., Zhamshidova D.

**ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF DIGITAL PRECISION FARMING TECHNOLOGIES FOR
OPTIMIZING AGRICULTURAL ENTERPRISES**

Annotation

The study is devoted to the analysis of the effectiveness of digital precision farming technologies as a tool for optimizing the activities of agricultural enterprises in the face of increasing competition, resource appreciation and climate change. Modern solutions are considered, including soil moisture sensors, navigation systems, geoinformation technologies, satellite monitoring and the use of unmanned aerial vehicles to assess the condition of crops and irrigation planning. Special attention is paid to how digital tools make it possible to efficiently use water, energy and labor resources, providing more accurate management of production processes. It shows how the introduction of digital solutions makes it possible to optimize the use of resources, reduce production costs and improve the accuracy of management decisions. It is revealed that continuous monitoring of various agrotheorological parameters in the system is aimed at improving production efficiency in agriculture. Obtaining up-to-date information about the weather and soil characteristics allows specialists to properly plan irrigation, fertilization, and plant protection measures. Based on the generalization of practical experience and research results, conclusions are drawn about the importance of digitalization for the sustainable development of agriculture and the directions for further improvement of precision farming technologies are identified.

The development of the research result in the future should involve a more in-depth analysis of climatic and weather conditions for crop yields.

