

**Р.Д. Сулейменова**, канд. пед. наук, доцент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный аграрный университет»,*

*г. Оренбург*

*e-mail: raislu\_2707.ru@mail.ru*

## **ДИФФЕРЕНЦИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЦИИ GPS, ДАТЧИКОВ, ДРОНОВ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЧВООБРАБОТКИ MINI-TILL**

**Ключевые слова:** цифровизация, Mini-till, биологизация, точное земледелие, почвенное плодородие, ИИ.

**Key words:** digitalization, Mini-till, biologization, precision farming, soil fertility, AI.

**Аннотация:** В статье рассмотрена цифровизация технологии Mini-till как инструмент биологизации земледелия. Показана дифференцированная обработка почвы с помощью интеграции GPS, датчиков, дронов и ИИ для снижения химической нагрузки и стимулирования биологической активности, обеспечивающих воспроизводство плодородия. Проведена сравнительная характеристика эффективности подходов к обработке почвы.

**Summary:** The article discusses the digitalization of Mini-till technology as a tool for the biologization of agriculture. It shows the differentiated tillage using the integration of GPS, sensors, drones, and AI to reduce chemical load and stimulate biological activity that ensures the reproduction of soil fertility. The article provides a comparative analysis of the effectiveness of different tillage approaches.

Современное сельское хозяйство стоит перед лицом беспрецедентного вызова: необходимость прокормить растущее население планеты должна сочетаться со снижением нагрузки на окружающую среду. Сельскохозяйственная отрасль сегодня является источником около четверти глобальных выбросов парниковых газов, что делает поиск устойчивых решений задачей первостепенной важности. В этих условиях особую актуальность приобретает концепция биологизации земледелия – процесс, направленный на воспроизводство почвенного плодородия, активизацию микробиологических процессов и снижение химической нагрузки преимущественно за счет использования биологических факторов интенсификации.

Ключевым инструментом реализации этой концепции становится цифровая трансформация агротехнологий, в частности, интеграция цифровых решений с ресурсосберегающими системами обработки почвы, такими как Mini-till. Технология минимальной обработки почвы изначально рассматривалась как ответ на проблемы эрозии, деградации гу-

мусового слоя и нерационального использования ресурсов, однако её эффективность критически зависит от точности исполнения и сроков проведения операций. Именно здесь на помощь приходит цифровизация, превращающая Mini-till из простого способа сбережения ресурсов в высокоинтеллектуальную систему управления плодородием [1].

Интеграция цифровых технологий в системы минимальной обработки почвы открывает новые горизонты для биологизации земледелия. Современная техника для Mini-till все чаще оснащается системами GPS-навигации и автоматического вождения, что позволяет минимизировать уплотнение почвы за счет сокращения количества проходов агрегатов. Более того, на смену простому механическому воздействию приходит управление, основанное на данных: интерактивные датчики, собирают информацию о влажности, температуре и структуре почвы в режиме реального времени, передавая её в облачные платформы для анализа. Наиболее ярко симбиоз цифровизации и биологизации проявляется в возможностях точного мониторинга состояния посевов и почвенного покрова с помощью беспилотных летательных аппаратов и спутниковых снимков. Искусственный интеллект (ИИ) помогает выявлять проблемные зоны на ранних стадиях, дифференцировать культурные растения от сорняков, что позволяет перейти от сплошной обработки гербицидами к адресному применению средств защиты. Это является важнейшим шагом в сторону биологизации, так как снижает химический прессинг и позволяет активнее развиваться полезной почвенной микрофлоре [2].

Цифровизация технологии Mini-till обеспечивает оптимальный баланс между агротехническими и экологическими параметрами: в отличие от традиционной вспашки и классического Mini-till, она позволяет дифференцированно воздействовать на почву, максимально сохранять влагу, целенаправленно стимулировать биоактивность и минимизировать химическую нагрузку при существенной экономии топлива.

Для достижения такого уровня эффективности в рамках технологии Mini-till применяется целый спектр цифровых решений, которые можно классифицировать по их функциональному назначению. Прежде всего, это системы сбора и первичного анализа данных, включающие в себя различные датчики, метеостанции и пробоотборники, которые формируют объективную картину о текущем состоянии каждого квадратного метра поля. Следующий уровень – это технологии позиционирования и навигации, такие как GPS и ГЛОНАСС, которые в паре с системами параллельного вождения и автопилотирования обеспечивают ювелирную точность прохода агрегатов, исключая огрехи и двойные проходы. Далее следуют средства дистанционного зондирования – дроны и спутниковая съемка, которые позволяют регулярно получать снимки высокого разрешения для расчета вегетационных индексов. Вершиной цифровизации являются интеллектуальные системы поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта, которые интегрируют все потоки данных и выдают готовые рекомендации по срокам и нормам внесения удобрений или средств защиты. Для наглядности эти уровни представлены в таблице ниже [3].

Таблица 2 – Классификация видов цифровизации в технологии Mini-till

Категория цифровизации	Технологии и инструменты	Функция в системе Mini-till	Вклад в биологизацию
Точное позиционирование	GPS/ГЛОНАСС, системы автовождения, автопилоты	Минимизация перекрытий, движение по заданной траектории	Сохранение структуры почвы, защита микробиоты от избыточного давления
Датчики и мониторинг	Почвенные сенсоры (влага, pH, NPK), погодные станции	Непрерывный сбор данных о состоянии почвы и микроклимата в режиме реального времени	Создание условий для оптимальной минерализации и гумусообразования
Дистанционное зондирование	БПЛА (дроны), спутниковая съемка, мультиспектральные камеры	Выявление зон угнетения, оценка биомассы	Адресное применение химии, снижение пестицидной нагрузки
Аналитика и ИИ	Нейросети, машинное обучение, DSS (системы поддержки решений)	Прогнозирование урожайности, выдача точных карт-заданий для техники	Переход к проактивному управлению, стимулирование естественного плодородия

Развитие систем прогностической аналитики на базе искусственного интеллекта выводит управление агроценозами на принципиально новый уровень. Используя исторические данные полей, метеопрогнозы и актуальную информацию с датчиков, алгоритмы машинного обучения способны моделировать будущие сценарии развития растений.

В контексте Mini-till это означает, что минимальное воздействие на почву становится не просто способом её сберечь, а точно выверенным инструментом управления микробиологическими процессами.

Благодаря внедрению систем дифференцированного внесения удобрений, основанных на данных агрохимических обследований и спутникового мониторинга, гарантируется, что каждое растение получит ровно столько питания, сколько необходимо, исключая вымывание избытка химикатов в грунтовые воды. Цифровизация выступает катализатором, ускоряющим переход к более экологичным и экономически оправданным моделям хозяйствования [4].

Интеграция искусственного интеллекта, роботизированных платформ и минимальной обработки почвы позволяет создавать адаптивные агроэкосистемы, способные не только эффективно функционировать в условиях климатических изменений, но и активно восстанавливать свой природ-

ный потенциал, открывая новую эру в истории земледелия, где технологии работают на природу, а не против неё.

### Список использованной литературы

1. Бакиров Ф.Г., Васильев И.В., Филиппова А.В., Диденко В.В., Долматов А.П. Минимизация обработки почвы как важный элемент биологизации земледелия в Оренбуржье // Животноводство и кормопроизводство. – 2025. – Т. 108. – № 2. – С. 172–185.

2. К вопросу биологизации земледелия в зоне засушливой степи / Ф. Г. Бакиров, В. В. Диденко, И. В. Васильев, Ю. Н. Бакаева // Рациональное природообустройство и развитие АПК: Материалы Национальной конференции с международным участием, Оренбург, 30 октября 2024 года. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2024. – С. 34–38.

3. Бастаева, Г. Т. Цифровая платформа ФГИС ЛК как механизм устойчивого управления лесным хозяйством / Г. Т. Бастаева // Современное состояние и перспективы производства и переработки сельскохозяйственной продукции и продуктов питания: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, Оренбург, 15 марта 2024 года. – Оренбург: Изд-во PROофис, 2024. – С. 630–633.

4. Сулейменова, Р. Д. Цифровизация управления профессиональными рисками на производстве в России / Р. Д. Сулейменова, А. Д. Сергеева // Актуальные вопросы обеспечения комплексной безопасности: Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 35-летию МЧС России и 95-летию Оренбургского ГАУ, Оренбург, 23 мая 2025 года. – Оренбург: Оренбургский государственный аграрный университет, 2025. – С. 1488–1491.

УДК 631.452:633.521

**О.В. Матыченкова**, канд. с.-х. наук, доцент,

**Т.Н. Азарёнок**, канд. с.-х. наук, доцент,

**С.В. Дыдышко**, канд. с.-х. наук, доцент,

*РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск  
soil@brissa.by*

## ГЕОСТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ПОЧВ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЬНА В ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Ключевые слова:** лен-долгунец, пригодность почв, посевные площади, урожайность

**Key words:** flax, soil suitability, crop areas, yield

**Аннотация:** Проведена оценка пригодности почв пахотных земель для льна-долгунца с учетом агроэкологических требований, соответствующих оптимальным условиям его возделывания. Рассчитаны возможные посевные площади с учетом севооборота.