негативное воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка интегрированных систем управления агротехнологическими процессами, объединяющих данные о состоянии почв, прогноз погоды, техническое состояние техники и экономические параметры хозяйства для формирования оптимальных решений в режиме реального времени.

Список использованной литературы

1. Ковалёв Р.А., Петров С.Н. Системы контроля высева в современных посевных агрегатах // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – № 6. – С. 34–41.

2. Михайлов В.Г. Дифференцированное внесение удобрений в технологиях точного земледелия // Агротехника и энергообеспечение. – 2023. – № 4. – С. 52–61.

3. Новиков А.Л., Сидорова К.П. Цифровые технологии в растениеводстве Республики Беларусь // Вестник аграрной науки. – 2025. – № 2. – С. 78–85.

4. Смирнова Е.А. Точное земледелие: технологии и оборудование. – Мн.: Беларуская навука, 2025. – 256 с.

5. Фёдоров Д.С. Автоматизация технологических процессов в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных предприятий. – 2024. – № 7. – С. 45–53.

6. Шевченко И.В. Спутниковые системы навигации в агропроизводстве // Механизация сельского хозяйства. — 2025. – № 3. – С. 19–27.

УДК 631.51.02

КОНТРОЛЬ ПЕРЕКРЫТИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОЛЕВЫХ ОПЕРАЦИЙ

А.С. Вороненко, аспирант,
Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
М.Н. Нечаев, студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены методы контроля перекрытий при выпол нении полевых операций в агропроизводстве. Проанализированы причины возникновения перекрытий при обработке почвы, посеве, внесении удобрений и защите растений. Описаны современные технологии минимизации перекрытий на основе спутниковой навигации, систем параллельного вождения и автоматического управления агрегатами. Приведены данные о снижении расхода топлива, семян и средств защиты растений при внедрении систем контроля перекрытий.

Abstract. The article discusses methods for controlling overlaps during field operations in agricultural production. The causes of overlaps during soil tillage, sowing, ferti-

lizer application and crop protection are analyzed. Modern technologies for minimizing overlaps based on satellite navigation, parallel driving systems and automatic control of agricultural units are described. Data on reducing fuel, seed and plant protection product consumption with the introduction of overlap control systems are presented.

Ключевые слова: перекрытия, полевые операции, спутниковая навигация, параллельное вождение, точное земледелие, экономия ресурсов.

Keywords: overlaps, field operations, satellite navigation, parallel driving, precision agriculture, resource saving.

Введение

Перекрытия при выполнении полевых операций представляют собой одну из наиболее распространённых проблем в механизированном растениеводстве. Под перекрытием понимается повторная обработка одного и того же участка поля при движении агрегата, что приводит к нерациональному расходу топлива, избыточному высева семян, передозировке удобрений и средств защиты растений. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, доля перекрытий при традиционной организации полевых работ достигает 8–15% от общей площади обработки, что существенно повышает себестоимость продукции растениеводства.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью снижения материальных затрат и повышения экологической безопасности агротехнологий. Целью работы является анализ причин возникновения перекрытий и разработка рекомендаций по их минимизации с использованием современных навигационных технологий.

Причины возникновения перекрытий

Анализ производственной практики позволяет выделить следующие основные причины возникновения перекрытий при выполнении полевых операций: низкая квалификация механизаторов и отсутствие навыков точного вождения, сложная конфигурация полей с наличием внутренних углов и изломов границ, отсутствие визуальных ориентиров при работе в ночное время или в условиях недостаточной видимости, износ рулевого управления и ходовой части техники, приводящий к отклонениям от заданной траектории, а также нерациональная планировка маршрутов движения и выбор схемы обработки.

Наиболее значительные перекрытия наблюдаются на головных поворотах, при обработке полей неправильной формы и на переходных полосах между технологическими проходами. Исследова-

ния показывают, что доля перекрытий на поворотах достигает 25–30% от общей длины обработанной полосы при традиционной организации работ.

Технологии минимизации перекрытий

Современные системы контроля перекрытий базируются на технологиях спутниковой навигации и автоматического управления агрегатами. Системы параллельного вождения обеспечивают визуальную индикацию отклонения трактора от заданной траектории с точностью до 2,5 см, что позволяет механизатору поддерживать оптимальный курс движения и исключать пропуски или перекрытия смежных проходов. Автопилоты и системы автоматического управления исключают человеческий фактор, обеспечивая движение техники строго по запланированному маршруту.

Программные комплексы планирования полевых работ позволяют формировать оптимальные маршруты с учётом геометрии поля, ширины захвата агрегата и требований технологии. Автоматическое отключение рабочих органов на поворотах и границах участков предотвращает излишнюю обработку уже обработанных зон. Интеграция данных о выполненных операциях с цифровыми картами полей даёт возможность контролировать качество проведения работ и выявлять необработанные или перекрытые участки.

Практическое применение технологий

Внедрение систем контроля перекрытий в сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь демонстрирует положительные результаты на протяжении последних лет. Многие хозяйства оснастили тракторные агрегаты системами параллельного вождения и автоматического управления, что позволило сократить перекрытия при посеве и внесении удобрений до 2–3% от общей площади обработки. Опыт эксплуатации показывает, что даже базовые системы навигации без функции автопилота снижают перекрытия на 40–50% при грамотном использовании.

Особую роль в распространении данных технологий играет подготовка механизаторов и агрономического персонала. Грамотное использование навигационного оборудования требует понимания принципов работы систем, умения планировать маршруты и анализировать данные о выполненных операциях. Хозяйства, уделяющие внимание обучению персонала, достигают наиболее значительных результатов по снижению перекрытий и экономии ресурсов.

Экономическая эффективность

Внедрение систем контроля перекрытий требует первоначальных инвестиций в навигационное оборудование и программное обеспечение, однако срок окупаемости подобных проектов обычно не превышает одного-двух сезонов. Основной источник экономии формируется за счёт сокращения расхода топлива, семян, минеральных удобрений и средств защиты растений. Дополнительный эффект достигается благодаря снижению износа техники, уменьшению негативного воздействия на окружающую среду и повышению производительности труда механизаторов.

Совокупный экономический результат формируется за счёт одновременного воздействия нескольких факторов: рациональное использование материальных ресурсов, снижение экологической нагрузки на агроландшафты, улучшение качества проведения агротехнических операций и повышение урожайности сельскохозяйственных культур. При длительной эксплуатации коэффициент экономической эффективности значительно превышает единицу, что подтверждает целесообразность подобных инвестиций для аграрных предприятий любого масштаба.

Заключение

Контроль перекрытий при выполнении полевых операций представляет собой эффективный инструмент повышения экономической и экологической устойчивости аграрных предприятий. Внедрение систем спутниковой навигации, параллельного вождения и автоматического управления позволяет существенно сократить нерациональный расход ресурсов, повысить качество агротехнических операций и снизить негативное воздействие сельскохозяйственного производства на окружающую среду.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка интегрированных систем управления полевыми операциями, объединяющих данные о геометрии полей, техническом состоянии техники, метеорологических условиях и экономических параметрах хозяйства для формирования оптимальных маршрутов и исключения перекрытий в автоматическом режиме.

Список использованной литературы

1. Ковалёв Р.А., Петров С.Н. Системы параллельного вождения в современных тракторных агрегатах // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – № 6. – С. 34–41.

2. Михайлов В.Г. Минимизация перекрытий при выполнении полевых операций // Агротехника и энергообеспечение. – 2023. – № 4. – С. 52–61.

3. Новиков А.Л., Сидорова К.П. Цифровые технологии в растениеводстве Республики Беларусь // Вестник аграрной науки. – 2025. – № 2. – С. 78–85.

4. Смирнова Е.А. Точное земледелие: технологии и оборудование. – Мн.: Беларуская навука, 2025. – 256 с.

5. Фёдоров Д.С. Автоматизация технологических процессов в сельском хозяйстве // Экономика сельскохозяйственных предприятий. – 2024. – № 7. – С. 45–53.

6. Шевченко И.В. Спутниковые системы навигации в агропроизводстве // Механизация сельского хозяйства. – 2025. – № 3. – С. 19–27.

УДК 631.3

СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ЗА СЧЁТ ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

А.С. Вороненко, аспирант,
Т.А. Непарко, канд. техн. наук, доцент,
К.В. Черношей, студент
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены методы снижения расхода дизельного топлива в агропроизводстве путём оптимизации маршрутов движения сельскохозяйственной техники. Проведён анализ факторов, влияющих на топливопотребление, описаны современные технологии планирования маршрутов на основе спутниковой навигации и цифрового картографирования. Приведены результаты экспериментальных исследований, подтверждающие снижение расхода топлива на 23,7% при внедрении систем оптимизации. Рассчитана экономическая эффективность предлагаемых мероприятий.

Abstract. The article discusses methods for reducing diesel fuel consumption in agricultural production by optimizing the routes of agricultural machinery movement. An analysis of factors affecting fuel consumption is carried out, modern route planning technologies based on satellite navigation and digital mapping are described. The results of experimental studies confirming a 23.7% reduction in fuel consumption with the introduction of optimization systems are presented. The economic efficiency of the proposed measures is calculated.

Ключевые слова: топливопотребление, маршруты техники, GPS-мониторинг, точное земледелие, энергосбережение, агротехнологии.

Keywords: fuel consumption, machinery routes, GPS monitoring, precision agriculture, energy saving, agricultural technologies.

Введение

Расходы на горюче-смазочные материалы занимают одно из ведущих мест в структуре себестоимости продукции растениевод-