

Практическая значимость работы заключается в возможности применения методики для мониторинга земельных ресурсов и поддержки принятия управленческих решений в агропромышленном комплексе. Перспективными направлениями для дальнейших исследований являются использование гиперспектральной съемки, включение климатических данных и показателей антропогенной нагрузки, а также разработка методов учета временной динамики почвенных характеристик. Проведенное исследование подтверждает перспективность интеграции современных технологий дистанционного зондирования и машинного обучения для решения задач цифровой почвенной картографии.

Список литературы

1. Корнилова А.И., Смирнова М.А., Семенов И.Н. Традиционное и цифровое картографирование почв центральной части национального парка “Смоленское Поозерье” // Почвоведение. - 2025. - №2. - С. 163–175.
2. McBratney, A.B., Mendonça Santos, M.L., Minasny, B. On digital soil mapping // Geoderma. – 2003. – Vol. 117. – P. 3-52.
3. Prudnikova E., Savin I. Effect of open soil surface patterns on soil detectability based on optical remote sensing data //Proceedings. – MDPI, 2018. – Т. 2. – №. 7. – С. 357.
4. Rigatti S. J. Random forest //Journal of insurance medicine. – 2017. – Т. 47. – №. 1. – С. 31-39.
5. Zhang G. L. et al. Recent progress and future prospect of digital soil mapping: A review // Journal of integrative agriculture. – 2017. – Т. 16. – №. 12. – С. 2871-2885.

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЕ ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

Павлов Максим Григорьевич, студент 1 курса Института агробиотехнологии, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 21pavlov.maks@gmail.com

(Научный руководитель – **Мартынова Полина Николаевна**, ассистент кафедры почвоведения, геологии и ландшафтоведения, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, lina.martynova25@mail.ru)

Аннотация: В условиях современного сельского хозяйства и ужесточения экологических стандартов разработка интеллектуальных систем управления сельскохозяйственной техникой становится критически важной для перехода к точному земледелию. Научные данные свидетельствуют о потенциальном росте эффективности производства на 20-30% при внедрении таких систем.

Ключевые слова: дифференцировка, карта, плодородие, автоматизация, навигация, экономия

Традиционные методы внесения удобрений, предполагающие равномерное распределение по всему полю, не учитывают пространственную неоднородность почвенного покрова. Это приводит к перерасходу ресурсов на участках с высоким плодородием и их недостатку в бедных зонах, что увеличивает экономические потери и экологический ущерб. Особенно остро проблема проявляется при отсутствии автоматизированного контроля за техникой в условиях сложного рельефа и изменчивого почвенного состава.

Неоднородность агрохимических показателей на поле формируется под комплексным воздействием различных факторов. К ним относятся особенности рельефа, режим увлажнения, характеристики почвообразующих пород, а также агрофизические и агрохимические параметры самого грунта. В результате реакция возделываемых культур на внесение питательных элементов проявляется по-разному в пределах одного поля.

Традиционная для многих отечественных сельхозпредприятий система, предполагающая единые нормы удобрений для всей площади, не учитывает эту пространственную вариабельность. Такой подход лишь усиливает дисбаланс, вызывая переизбыток питательных веществ на одних участках и их недостаток на других.

Решением данной проблемы является технология дифференцированного внесения, которая позволяет адаптировать дозы удобрений к конкретным условиям каждого участка. Этот метод учитывает неоднородность почвенного плодородия и сопутствующие факторы, обеспечивая точное дозирование и повышая эффективность агрохимических мероприятий

Современные методы сбора почвенных данных включают применение сенсорных систем, спутникового мониторинга и специализированных пробоотборных устройств. БПЛА позволяет получать изображения для выявления проблемных участков поля. «Беспилотники оснащаются мультиспектральными камерами, высокая четкость изображения которых позволяет точно определять проблемные участки поля. Аппараты также снабжаются разнообразными датчиками, системами спутниковой навигации, малогабаритными бортовыми компьютерами и оборудованием для внесения химикатов [2].»

Обработка собранных данных является критически важным этапом, процесс включает применение технологий, которые позволяют исключить случайные отклонения и погрешности измерений. Как результат формируются детализированные цифровые карты плодородия. Эти карты служат основой для принятия решений о дифференцированном внесении удобрений и других агротехнических мероприятиях. «При реализации данного подхода информация со всех средств мониторинга (метеостанции, полевые датчики, средства мониторинга окружающей среды, технологического процесса и технического состояния сельскохозяйственной техники и др.) собирается в облачной

геоинформационной системе, формирующей единую базу данных, хранящую информацию обо всех проведенных на каждом участке технологических операциях, параметрах и качестве их реализации [1].» Такая централизованная система позволяет эффективно управлять сельскохозяйственными ресурсами и оптимизировать производственные процессы. Как итог: минимизация перерасхода агрохимикатов на участках с высоким естественным плодородием и повышение эффективности подкормки на обедненных территориях. В результате снижается экологическая нагрузка и достигается экономия ресурсов.

Система автоматического управления самоходной техникой включает три ключевых компонента: сенсорные модули, блоки обработки данных (компьютеры) и сами машины. Сенсорные модули обеспечивают сбор информации о характеристиках почвы и параметрах движения техники. Эти данные поступают в блоки обработки данных. Блоки обработки данных выполняют функции преобразования и передают на исполнительные механизмы. Происходит непрерывное управление движением техники и точной дозировкой удобрений. Сенсорные данные в реальном времени корректируют траекторию движения и интенсивность внесения удобрений согласно почвенным вариациям. Такое взаимодействие позволяет вести операции без вмешательства оператора. Система динамически корректирует маршрут движения техники и нормы внесения, реагируя на изменения влажности или содержания питательных веществ. Это обеспечивает управление, повышающее точность распределения ресурсов.

Результаты демонстрируют высокую надежность системы в условиях изменчивости внешней среды. Таким образом, была доказана эффективность интегрированного подхода к автоматизации сельскохозяйственных процессов.

Внедрение системы автоматического управления самоходной техникой с дифференцированным внесением удобрений на основе почвенных данных позволяет существенно сократить операционные затраты сельскохозяйственных предприятий. Оптимизация расхода удобрений достигается за счет точного дозирования в соответствии с фактической потребностью почвы на каждом участке поля, что исключает перерасход агрохимикатов. Точное позиционирование техники снижает расход горючего путем минимизации перекрытий и холостых проходов. Применение информационной автоматизированной системы управления увеличивает производительность труда на 40%, уменьшает энергетические затраты на 25%, а повышение качества выполняемых технологических операций позволит увеличить урожайность в 1,2-1,3 раза [3]. Системы автоматического управления самоходной техникой с дифференцированным внесением удобрений решает проблему неэффективного распределения ресурсов, это обеспечивает более точное распределение удобрений по зонам с различным уровнем плодородия и уменьшает перерасход на участках с высоким естественным плодородием.

Одновременно система способствует сокращению экологического ущерба, связанного с равномерным внесением удобрений.

Полевые испытания подтвердили эффективность предложенной системы: зафиксировано снижение затрат на удобрения до 30%, уменьшение экологической нагрузки и увеличение урожайности.

Таким образом, дифференцированное внесение удобрений оказывает комплексное положительное влияние на плодородие почвы. В отличие от единой нормы, которая усугубляет пестроту полей, этот подход целенаправленно выравнивает агрохимические показатели, обеспечивая оптимальный питательный режим для растений на каждом участке. Это предотвращает деградацию почв из-за переудобрения или истощения, способствует формированию сбалансированного и устойчивого плодородия в долгосрочной перспективе и повышает общую эффективность агротехнологий.

Список литературы

1. Ботвич И.Ю., Емельянов Д.В., Шевырнов А.П. Разработка и внедрение методов дифференцированного внесения удобрений на полях ОПХ «Курагинское» ФИЦ КНЦ СО РАН по данным дистанционного зондирования // Вестник КрасГАУ. — 2025. — №4. — С. 51–64.
2. Измайлов А.Ю., Хорошенков В.К., Колесникова В.А. и др. Средства автоматизации для управления сельскохозяйственной техникой // Сельскохозяйственные машины и технологии. — 2017. — №3. — С. 3–9.
3. Провоторова Л.И. Цифровизация сельского хозяйства: перспективы и риски // Cifra. Экономика. — 2023. — №2. — С. 1–15.

ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРОДЕ ТЕРНАТЕ, ИНДОНЕЗИЯ

Пертуак Стиварт, магистрант 1 курса, Кафедра архитектура, Томский государственный архитектурно-строительный университет, Российская Федерация, stewart.0095@students.amikom.ac.id

Ракуаса Хеинрич, магистрант 3 курса, Кафедра географии, Томский Государственный Университет, Российская Федерация, heinrich.rakuasa@yandex.ru

Аннотация: В данной статье представлено использование данных спутниковой съемки PlanetScore с пространственным разрешением 3 метра для анализа изменений в землепользовании города Тернате, Индонезия, в 2018, 2021 и 2024 годах.

Ключевые слова: ГИС, Изменение землепользования, Тернате