НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
НАУКА И МИРОВОЗЗРЕНИЕ

УДК-631.3

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ: КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, АВТОНОМНЫЕ МОДУЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Мередов Сердар
Преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный института
г. Дашогуз Туркменистан

Мосанова Дурсын
Преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный института
г. Дашогуз Туркменистан

Курдова Бильбиль
Преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный института
г. Дашогуз Туркменистан

Аннотация

В настоящей масштабной фундаментальной исследовательской работе осуществляется беспрецедентно детальный, глубоко развернутый, исчерпывающий, многоаспектный и всеобъемлющий научно-теоретический и практический анализ процессов комплексной автоматизации, роботизации и интеллектуализации современной сельскохозяйственной техники в контексте перехода к парадигме точного земледелия и цифрового агропромышленного производства. В центре внимания находится исследование универсальности систем спутниковой навигации высокой точности, алгоритмов машинного зрения для автономного вождения тракторов и комбайнов, архитектуры распределенных сенсорных сетей, а также механизмов адаптивного управления рабочими органами машин на основе потоковой аналитики в реальном времени. В статье подробно рассматриваются математические модели траекторного движения мобильных робототехнических комплексов, электромеханические приводы навесного оборудования, системы дифференцированного внесения удобрений, а также вопросы кибербезопасности и отказоустойчивости бортовых вычислительных систем агротехники. На основе комплексного междисциплинарного синтеза сельскохозяйственного машиностроения, теории автоматического управления, искусственного интеллекта, робототехники и геоинформатики формулируются фундаментальные принципы построения полностью автономных агропромышленных комплексов будущего.

Ключевые слова: автоматизация, сельскохозяйственная техника, точное земледелие, беспилотные тракторы, системы навигации, машинное зрение, киберфизические системы, адаптивное управление, робототехника, агропромышленный комплекс.

Введение: эпистемологический статус и технологические императивы автоматизации агропроизводства

Современный агропромышленный комплекс переживает глубокую технологическую революцию, сопоставимую по своему значению с переходом от ручного труда к механизации. В условиях постоянно растущего дефицита квалифицированных кадров в сельской местности, необходимости резкого повышения производительности труда, сокращения потерь урожая и минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду автоматизация и интеллектуализация сельскохозяйственной техники становятся безальтернативным направлением развития мировой цивилизации. Переход к концепции точного земледелия требует от мобильных машин — тракторов, комбайнов, опрыскивателей и посевных комплексов — не просто механического выполнения тяговых или технологических операций, а способности в режиме реального времени адаптироваться к пространственной неоднородности почвенного покрова, состоянию растений и погодным условиям.

Исторический путь развития сельскохозяйственного машиностроения прошел грандиозную эволюцию от примитивных конных орудий и первых паровых локомобилей до мощных энергонасыщенных тракторов и сложных автоматизированных комплексов, оснащенных бортовыми компьютерами и спутниковыми датчиками. Понимание того, что традиционные методы сплошной обработки полей исчерпали свой экономический и экологический ресурс, привело к созданию принципиально новых машин, способных работать автономно с миллиметровой точностью. Целью данного масштабного научного исследования является проведение глубокого, систематического и всестороннего анализа концептуальных основ, архитектурных моделей, аппаратных и программных средств автоматизации сельскохозяйственной техники. Выявление закономерностей функционирования интеллектуальных агророботов позволяет наметить стратегические ориентиры для создания высокоэффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных систем механизации будущего.

Архитектура бортовых киберфизических систем и навигационное обеспечение мобильной техники

Фундаментальной основой автоматизации современной сельскохозяйственной техники является ее трансформация в сложные киберфизические системы, объединяющие мощную механическую платформу, гидравлические исполнительные механизмы, распределенные сети контроллеров и высокопроизводительные бортовые вычислительные блоки. В отличие от автомобилей общего назначения, работающих на дорогах с твердым покрытием,

сельскохозяйственная техника функционирует в условиях тяжелых динамических нагрузок, сильной запыленности, вибраций и постоянного изменения физико-механических свойств почвы. Это предъявляет экстремальные требования к надежности, пылевлагозащите и отказоустойчивости электронных компонентов.

Центральным элементом бортовой архитектуры выступают высокоточные спутниковые навигационные системы, использующие технологии дифференциальной коррекции координат. Приемники сигналов глобальных навигационных спутниковых систем, дополненные наземными базовыми станциями или сервисами точного позиционирования, обеспечивают определение координат движущейся машины с точностью до двух сантиметров. Это позволяет реализовать режим автопилотирования, при котором трактор или комбайн движется по строго заданным параллельным гонам с минимальным перекрытием проходов и полным исключением технологических огрехов. Интеграция инерциальных измерительных модулей позволяет компенсировать кратковременные потери спутникового сигнала в условиях густой растительности или сложного рельефа, обеспечивая непрерывность траекторного контроля.

Системы машинного зрения и алгоритмы искусственного интеллекта в полевой робототехнике

Следующим качественным этапом развития автоматизации сельскохозяйственной техники стало внедрение систем машинного зрения и искусственного интеллекта, которые наделяют машины способностью «видеть», анализировать окружающую обстановку и принимать самостоятельные решения в неструктурированной полевой среде. Бортовые оптические камеры высокого разрешения, мультиспектральные сканеры и трехмерные лидары непрерывно сканируют пространство перед движущимся агрегатом и рабочими органами.

С помощью алгоритмов глубокого машинного обучения и сверточных нейронных сетей бортовой компьютер в режиме реального времени дифференцирует полезные культурные растения и сорную растительность, определяет степень спелости плодов, выявляет признаки поражения болезнями или дефицита элементов питания. Эти данные мгновенно преобразуются в управляющие команды для исполнительных механизмов. Например, интеллектуальные прополочные культиваторы с помощью систем технического зрения способны с ювелирной точностью подрезать сорняки в непосредственной близости от корневой системы культурного растения, не повреждая его. Автономные роботы-опрыскиватели точечно подают гербициды исключительно на сорные растения, сокращая расход ядохимикатов на девяносто процентов по сравнению со сплошной обработкой, что дает колоссальный экономический и экологический эффект.

Дифференцированные технологии и адаптивное управление рабочими органами машин

Автоматизация сельскохозяйственной техники неразрывна с реализацией принципов дифференцированного применения материально-технических ресурсов, составляющих технологическое ядро точного земледелия. На основе предварительно составленных электронных карт полей, отражающих пространственное распределение плодородия, влажности и густоты всходов, бортовой компьютер автоматизированного агрегата в реальном времени корректирует нормы внесения минеральных удобрений, посевного материала и средств защиты растений.

Гидравлические и электромеханические приводы дозирующих устройств сеялок и разбрасывателей мгновенно изменяют производительность в зависимости от текущих координат машины на поле. В зерноуборочных комбайнах автоматика управляет зазором между барабаном и подбарабаньем, скоростью вращения вентилятора очистки и положением решет на основе анализа поступающего потока зерна, предотвращая потери и повреждение зерен при изменении урожайности на различных участках поля. Системы контроля пробуксовки колес и динамического распределения массы оптимизируют тяговое усилие трактора, снижая расход топлива и предотвращая разрушение структуры почвы за счет уменьшения вредного уплотнения нижних горизонтов.

Кибербезопасность, стандартизация и телематические облачные платформы

Стремительное насыщение сельскохозяйственной техники сложными электронными блоками, беспроводными модемами и контроллерами потребовало создания единых международных стандартов информационного обмена. Базовым стандартом в этой сфере стал протокол связи, объединяющий трактор и прицепное орудие в единую цифровую сеть. Этот стандарт позволяет любому терминалу в кабине трактора управлять навесным оборудованием любого стороннего производителя через унифицированный графический интерфейс, избавляя агрономов и механизаторов от необходимости использования множества несовместимых пультов управления.

Параллельно все современные автоматизированные машины оснащаются телематическими модулями, которые по беспроводным каналам сотовой связи непрерывно передают на центральный сервер агрохолдинга массив данных о местоположении техники, расходе топлива, текущей выработке, параметрах работы двигателя и диагностических кодах ошибок. Облачные аналитические платформы агрегируют эту информацию, формируя отчеты об эффективности использования парка техники, планируя графики технического обслуживания и предотвращая внезапные отказы узлов за счет предиктивной диагностики. Однако такое тотальное подключение машин к внешним сетям порождает серьезные риски в сфере кибербезопасности, требуя внедрения многоуровневого шифрования данных, защищенных протоколов связи и строгой авторизации для

предотвращения несанкционированного удаленного вмешательства в системы управления критически важной техникой.

Социально-экономические эффекты и перспективы роботизации агропромышленного комплекса

Внедрение комплексной автоматизации и роботизации в сельскохозяйственное производство оказывает мощное влияние на всю экономику агропромышленного сектора, кардинально меняя характер труда и требования к квалификации персонала. Механизатор современной интеллектуальной машины выступает уже не просто оператором физического труда, а высококвалифицированным оператором-системным администратором, контролирующим работу сложнейших автономных комплексов из комфортной кабины, оснащенной климат-контролем и мультимедийными терминалами.

Экономический эффект от автоматизации выражается в многократном росте производительности труда, сокращении времени выполнения полевых работ за счет возможности круглосуточного функционирования беспилотных тракторов, существенной экономии ГСМ, семян, удобрений и пестицидов. Перспективы дальнейшего развития связаны с созданием полностью беспилотных полевых роботов, лишенных традиционной кабины управления, обладающих меньшей массой, что снижает нагрузку на почву, и работающих в составе роя под единым облачным управлением искусственного интеллекта.

Заключение

Подводя окончательный, предельно детализированный, глубоко структурированный, фундаментальный, исчерпывающий, многоаспектный и системный итог проведенному масштабному научно-исследовательскому анализу автоматизации и интеллектуализации сельскохозяйственной техники как сложнейшей, многоуровневой и динамически развивающейся научно-технической системы, можно с абсолютной академической, теоретической и практической уверенностью констатировать, что данная область представляет собой важнейший локомотив технологического прогресса мировой цивилизации в двадцать первом веке, гармонично синтезирующий достижения машиностроения, спутниковой навигации, искусственного интеллекта и системного анализа. Проведенное исследование наглядно продемонстрировало, что преодоление глобальных вызовов продовольственной безопасности, эффективное ресурсосбережение и переход к принципам устойчивого развития принципиально невозможны без масштабного внедрения киберфизических систем, беспилотного транспорта и интеллектуальных адаптивных машин в сельскохозяйственное производство. Единство и синергетическое взаимодействие высокоточной навигации, систем машинного зрения, дифференцированных технологий обработки почвы, стандартизированных цифровых протоколов и облачных телематических платформ создает несокрушимый, исключительно надежный, масштабируемый и гибкий

технологический фундамент для бесконечного, непрерывного совершенствования агропромышленного комплекса. Это открывает поистине беспрецедентные исторические горизонты для создания полностью автономных, высокорентабельных и экологически безупречных агроэкосистем будущего, обеспечивающих изобилие продовольствия для растущего населения планеты при бережном и гармоничном отношении к природным богатствам Земли.

Литература

1. Верещагин Н. К. Автоматизация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. — М.: КолосС, 2020. — 384 с.
2. Карпенко А. Н., Халанский В. М. Сельскохозяйственные машины. — М.: Колос, 2019. — 528 с.
3. Ерохин М. С. Конструирование и расчет сельскохозяйственных машин. — М.: КолосС, 2020. — 592 с.
4. Бабков В. Ф. Интеллектуальные системы управления мобильными роботами. — СПб.: Лань, 2021. — 310 с.
5. Лобачевский Я. П. Инновационные технологии и техника для устойчивого земледелия. — М.: РАН, 2020. — 260 с.
6. Прядилов В. И. Автоматизированные системы управления в агропромышленном комплексе. — СПб.: Питер, 2021. — 290 с.
7. Спиридонов А. А. Спутниковые навигационные системы в сельском хозяйстве. — М.: ИНФРА-М, 2020. — 215 с.
8. Stafford J. V. Precision Agriculture for Sustainability. — Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing, 2020. — 448 p.
9. Zhang Q. Precision Agriculture Technology for Crop Farming. — Boca Raton: CRC Press, 2021. — 392 p.
10. Billingsley J. Robotics in Agriculture. — London: IET, 2020. — 310 p.