

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 631.171

СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

П.П. Казакевич¹, д-р техн. наук, профессор, член-корр. НАН Беларуси,

Д.И. Комлач², канд. техн. наук, доцент

¹Национальная академия наук Беларуси,

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: в статье приводится анализ необходимости ускоренной модернизации агропромышленного комплекса Республики Беларусь и показано, что ключевым фактором роста эффективности является повышение уровня технической оснащенности и автоматизации. Предложен комплекс приоритетных направлений, таких как минимизация обработки почвы, внедрение технологий strip-till и no-till; развитие точного земледелия, создание многофункциональных универсальных машин и т.д. Реализация предложенных решений обеспечивает снижение издержек, повышение урожайности и экологической устойчивости, а также формирование наукоемких «точек роста» в отечественном сельхозмашиностроении.

Abstract: the article provides an analysis of the need for accelerated modernization of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus and shows that a key factor in increasing efficiency is increasing the level of technical equipment and automation. A set of priority areas is proposed, such as minimizing tillage, the introduction of strip-till and no-till technologies; the development of precision agriculture, the creation of multi-functional universal machines, etc. The implementation of the proposed solutions ensures cost reduction, increased productivity and environmental sustainability, as well as the formation of high-tech "growth points" in the domestic agricultural machinery industry.

Ключевые слова: технологии, урожайность, экологичность, цифровые технологии, механизация сельского хозяйства, точное земледелие, минимальная обработка, специализированные машины, роботизация

Keywords: technologies, productivity, environmental friendliness, digital technologies, agricultural mechanization, precision farming, minimal processing, specialized machines, robotization

Введение

В соответствии с Национальной стратегией устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года и этапами реализации Стратегии «Наука и технологии: 2018–2040» [1, 3] в 2026–2030 годы будут продолжены создание системных условий и цифровая интеллектуальная модернизация традиционных отраслей посредством формирования точек роста наукоемкой экономики, где главным драйвером развития определено сочетание изменения ба-

зовых подходов ведения сельского хозяйства с применением экосистем, цифровых платформ, робототехники и технологий дополненного интеллекта [2]. При этом для развития агропромышленного комплекса предусматривается повышение его конкурентоспособности посредством реализации концепции четвертой промышленной революции, создания новых производств высоких технологических укладов и обеспечения экологической устойчивости производств, где новым вектором развития машиностроения планируется освоение производства беспилотных транспортных средств и сельхозтехники (пригодной для высокоточного земледелия). Также основные усилия должны быть направлены на снижение вредного воздействия на окружающую среду с внедрением технологий ресурсопотребления и энергосбережения [2, 4]. Поэтому одним из ключевых направлений будет являться экологизация сельскохозяйственного производства, развитие органического и почвосберегающего сельского хозяйства за счет внедрения цифровых технологий управления земледелием (биологизация) на всех этапах производства (прямой и полосовой посев, дифференцированное внесение удобрений, контролируемый проезд техники, глобальное позиционирование GPS, оценка урожайности, создание электронных карт полей и т.п.), а также производства сельскохозяйственной техники, оснащенной сенсорными датчиками, современными бортовыми компьютерами и другими техническими средствами [2].

Основная часть

Учитывая, что Республика Беларусь обладает сравнительно низкоплодородными землями (качество сельскохозяйственных угодий оценивается в среднем в диапазоне от 30 до 35 баллов), для получения сопоставимой урожайности требуется применение повышенных доз минеральных и органических удобрений, а значит и материальных затрат. Также необходимо учитывать, что третья часть сельскохозяйственных угодий в республике – это мелиорированные (т.е. осушенные) земли, требующие повышенных затрат на поддержание нормальной работы всех мелиоративных систем. Кроме того, мелиорированные торфяно-болотные почвы – это весьма сложные для хозяйственного использования земли, где для получения целевых урожаев требуются дорогостоящие системы земледелия [4]. Поэтому одним из важнейших факторов роста эффективности сельскохозяйственного производства является уровень

его технической оснащенности. В этой связи основной упор должен быть сделан на дальнейшую механизацию и автоматизацию сельского хозяйства с переходом к точному земледелию и точному животноводству [2]. Реализация таких подходов в развитых странах позволила довести удельный вес населения, занятого в сельском хозяйстве, до 1,5–2,0 %. На основании вышеизложенного, основными задачами растениеводческой отрасли в ближайшие годы как для сельскохозяйственных организаций, так и для крестьянских (фермерских) хозяйств были и остаются рост производства продукции и снижение ее себестоимости. И одним из решений поставленных задач является дальнейшее совершенствование средств механизации для реализации существующих технологий обработки почвы и посева как для крупнотоварных, так и для мелкотоварных производств с внедрением новых перспективных технологий и комплексов машин, в основу которых должны быть положены: минимизация обработки почвы за счет снижения механического воздействия на почву путём совмещения операций и уменьшения глубины обработки до оптимальных пределов; внедрение (где это возможно) инновационных технологий обработки почвы таких как *no-till* и *strip-till*, которые позволяют сохранить структуру почвы и снизить эрозию; использование современных систем управления и автоматизации для оптимизации всех этапов производства, включая посев, уход за растениями и сбор урожая. Это позволит снизить трудозатраты и повысить эффективность; применение технологий точного земледелия, включая GPS и дронов, для мониторинга состояния посевов и почвы; применение многофункциональных универсальных машин, способных выполнять несколько операций за один проход позволяющих снизить количество необходимых обработок и сокращающих технологический парк техники в хозяйствах; применение технологий, которые позволяют адаптироваться к изменяющимся климатическим условиям, включая системы орошения и дренажа. Дальнейшее развитие растениеводческой отрасли требует комплексного подхода, объединяющего передовые технологии, механизацию и устойчивые практики, что приведет к повышению продуктивности и конкурентоспособности сектора.

Несмотря на достигнутые успехи в разработке почвообрабатывающих орудий, вспашка поля с помощью плуга по-прежнему играет решающую роль в обработке почвы. Анализ рынка плугов по-

казывает, что всеми ведущими фирмами Европы интенсивно ведутся работы в направлении дальнейшего совершенствования рабочих органов, создания многокорпусных (10–14) плугов к энергонасыщенным тракторам, ведутся поиски новых принципов конструктивного устройства широкозахватных плугов. В Республике Беларусь освоена гамма нового поколения плугов, которые, как показывают сравнительные испытания, по основным эксплуатационным и энергетическим показателям приближаются к лучшим зарубежным аналогам [2].

Вместе с тем, освоенные в республике плуги выполнены полунавесными, что снижает их эффективность при работе на полях сложной конфигурации и на полях с малой длиной гона. Поэтому для таких условий необходимо разработать навесные плуги к тракторам мощностью до 350 л.с., в т.ч. оснащенных приставками для дополнительной обработки почвы, позволяющих получать качественную обработку почвы за более короткое время, сократить число проходов МТА по полю и снизить удельный расход топлива.

Одновременно, сельскохозяйственное производство Республики Беларусь характеризуется большим разнообразием природных и производственных условий, которые обуславливают различные системы и технологии обработки почвы и посева. Наряду с традиционной отвальной системой прогнозируется использование и безотвальной, минимальная системы, которая в перспективе с учетом наличия преобладающего количества легких почв в республике станет наиболее распространенной [2].

В результате применения 6–9-польных севооборотов даже в пределах одного хозяйства имеет место большое разнообразие высеваемых культур. Основными из них являются: зерновые, зернобобовые, кукуруза, травы, лен, рапс и т.д. Для посева каждой культуры требуются специальные рабочие органы, а для некоторых и различные схемы посева (междурядья колеблются от 6,25 до 60 см). Для посева каждой культуры требуются специальные рабочие органы, а для них – специальные машины, зерновые сеялки, льянные сеялки, сеялки точного высева, стерневые сеялки, сеялки прямого посева и т.п.

Кроме того, в последнее время во многих регионах мира всё больший интерес проявляется к смешанному возделыванию сельскохозяйственных культур путём размещения компонентов разных

культур чередующимися рядками. Так, использование бобовых культур в смеси с зерновыми при смешанных посевах позволяет на 25...50% увеличить урожайность зелёной массы и в 1,5...2 раза повысить содержание в ней протеина.

Также в последние годы все чаще упоминаются технологии «Strip-Till» (полосовая обработка почвы) и «No-Till» (система земледелия без вспашки). Необходимость применения технологии Strip-Till определяется стремлением сочетать преимущества нулевой и традиционной обработки почвы при сохранении устойчивости агросистем. Полосная обработка рыхлит и обрабатывает только узкие зоны будущего ряда, улучшая аэрацию, инфильтрацию влаги и стартовое обеспечение корней питанием, тогда как междурядья остаются под покровом растительных остатков, что защищает почву от водной и ветровой эрозии, снижает испарение и поддерживает активность почвенной биоты. Такой подход позволяет ускорить ранневесенний прогрев, обеспечить более дружные всходы и повысить эффективность локального внесения удобрений, одновременно уменьшая затраты на топливо и проходы техники по сравнению с полной вспашкой. Strip-Till особенно актуален в зонах с риском переуплотнения и дефицитом влаги, а также на хозяйствах, переходящих от традиционной обработки к консервационным практикам. Максимальный эффект достигается при точной навигации (RTK), стабильно выдержанных полосах из года в год, адаптированных севооборотах и интеграции с системами точного земледелия и контролем сорняков [2]. С целью выполнения данной технологии предлагается проведение исследований по разработке шлейфа машин к тракторам мощностью от 80 до 350 л.с. как прицепных, так и навесных Strip-Till агрегатов (полосные культиваторы), систем локального внесения удобрений, систем навигации и контроля, сеялок или «Strip-Till + точная сеялка», комбинированных посевных агрегатов, систем дозирования семян.

Необходимость применения технологии No-Till обусловлена комплексом агроэкологических и экономических преимуществ, критичных в условиях климатической изменчивости и деградации почв. Отказ от механической обработки сохраняет структурную целостность почвенного профиля, повышает содержание органического вещества и водоудерживающую способность, снижает эрозию ветром и водой, а также сокращает испарительные потери вла-

ги – ключевой фактор в засушливых зонах. Постоянное мульчирующее покрытие из растительных остатков подавляет сорную растительность, выравнивает температурный режим и создает благоприятную среду для почвенной биоты, что со временем уменьшает потребность в агрохимикатах. С точки зрения экономики хозяйства No-Till снижает затраты на топливо, амортизацию техники и труд, повышает оперативность полевых работ и стабильность урожайности в стрессовые годы. Дополнительным аргументом выступает климатическая повестка: накопление углерода в почве и уменьшение выбросов CO₂ за счет сокращения проходов техники. Эффективность технологии максимальна при интеграции с управлением остатками, точным земледелием, адаптированными севооборотами и дифференцированным контролем сорняков и вредителей [2, 4]. Для данной технологии предлагается проведение исследований по разработке шлейфа машин, обеспечивающих применение технологии No-Till. Разработка сеялок прямого высева (no-till drills/planters), систем внесения удобрений с контролем расхода, систем точного земледелия и навигации, опрыскивателей с автоматическим секционным/дюзовым контролем.

С целью снижения экологической нагрузки необходимо проведение исследований по дифференцируемому внесению гербицидов и пестицидов, что в свою очередь ведет к необходимости картирования пространственной неоднородности агроценозов: выявления участков с различной засоренностью, типами и степенью распространения сорной растительности, очагов поражения вредителями и болезнями, а также учета почвенно-климатических факторов, влияющих на эффективность препаратов. Такое картирование должно базироваться на данных дистанционного зондирования, полевых обследований, сенсоров на сельскохозяйственной технике и геостатистическом анализе, что позволит формировать точные карты-задания для вариативного внесения средств защиты растений, снижать их расход, минимизировать риски резистентности и негативное воздействие на экосистемы, при одновременном сохранении или повышении урожайности. Технология точечного опрыскивания может значительно сократить количество требуемого гербицида по сравнению с традиционными распылителями, которые обычно обрабатывают все поле для борьбы с популяциями вредителей, что потенциально может привести к ненужному внесе-

нию гербицидов на участках, не требующих обработки. Применение гербицидов только там, где обнаружены сорняки, может снизить затраты, риск повреждения урожая и избыточных остатков пестицидов, а также потенциально снизить воздействие на окружающую среду.

Актуальным вопросом является и замена человеческого труда робототехникой, поскольку автоматизация рутинных и трудоемких операций (посев, прополка, внесение СЗР и удобрений, сбор урожая, мониторинг состояния посевов) повышает производительность и снижает зависимость от дефицита рабочей силы. Комплексный подход, включающий пилотные проекты, адаптацию регуляторной базы и развитие сервисной инфраструктуры, позволит реализовать потенциал агроботов без ущерба для устойчивости и качества агропроизводства [2].

Основными задачами в области животноводства остается дальнейшая интенсификация, эффективность которого завязана в арготическую систему «человек-машина-животное». В тоже время неотъемлемой частью развития животноводства, а также основным фактором в себестоимости молока являются корма, которые порой составляют более 65% от общих затрат на молочно-товарных комплексах. Именно, корма и их качество являются определяющими факторами уровня продуктивности животных. За счет повышения качества кормов намечено снижение расходов на производство 1 кг молока до 0,95 кормовой единицы и 8–9 кормовых единиц на 1 кг привеса говядины. Для этого предусматривается провести научно-исследовательские работы по разработке новых и совершенствованию применяемых технологий заготовки и хранения кормов, создание кормоуборочных комплексов машин нового поколения, обеспечивающих повышение темпов кормоуборочных работ не менее чем в два раза, заготовку высококачественных кормов с минимальными, на уровне биологически неизбежных потерями не выше 8 %.

В части развития области кормопроизводства и кормления на сегодняшний день на молочно-товарных фермах и комплексах республики имеются различные линии по приготовлению комбикормов в автоматическом режиме, однако процесс их раздачи и обслуживания кормового стола не до конца автоматизирован. В качестве перспективного направления исследований можно определить

путь создания комплексных автоматизированных систем кормления. Прототипом может стать автоматизированная система кормления Vector фирмы Lely. Основным звеном данной системы кормления является роботизированный кормораздатчик. Используемая современная компьютерная техника и прикладные программные продукты позволяют быстро составить оптимизированные рационы кормления для разных производственных групп скота на запланированную продуктивность. Прямая задача заключается в том, чтобы производить дозированную выдачу сбалансированных кормовых рационов коровам в зависимости от пола, возраста и состояния здоровья животного в заданном белково-витаминно-минеральном соотношении и в необходимом количестве.

В части обслуживания кормового стола необходимо отметить проблему рационального использования кормовых ресурсов, поскольку корм на кормовом столе зачастую залеживается, что приводит к его повторной ферментации и процессу гниения. Перспективным решением в данном направлении является применение роботизированных средств, способных в автоматическом режиме, через определенный интервал времени, производить процесс подталкивания, рыхления и перемешивания кормосмеси без участия персонала. Еще одним немаловажным направлением, над которым на сегодняшний день ведутся работы, является разработка роботизированного доильного оборудования.

На сегодняшний день в Республике Беларусь имеется порядка 4000 молочно-товарных ферм и комплексов, из которых доильными залами и роботами оборудованы 1670 объектов или 41 % к их общему числу, что и обуславливает целесообразность проведения дальнейших исследований. Исходя из наличия импортного доильного оборудования на молочно-товарных фермах и комплексах Республики Беларусь и потребности в импортозамещении роботизированных доильных установок, возникает необходимость для разработки отечественного роботизированного доильного оборудования, создание которого необходимо проводить в несколько этапов. На первоначальном этапе осуществлена разработка системы позиционирования доильного оборудования на вымени, являющуюся центральным звеном роботизированных доильных установок. На каждом из последующих этапов система позиционирования будет дооснащаться многопараметрическими системами управле-

ния и контроля с целью применения в доильных залах «Параллель» и «Карусель». При разработке систем роботизированного доения необходимо принимать наиболее простые, универсальные решения, которые могут применяться в рамках любой конфигурации оборудования с высоким уровнем унификации (в том числе использования отдельных узлов для модернизации существующих доильных установок разного типа), взаимозаменяемости, ремонтно-пригодности. Немаловажным фактором при роботизации отрасли скотоводства является использование систем менеджмента стада, позволяющих осуществлять контроль над всеми процессами на молочно-товарных фермах и комплексах. Применение подобных расширенных систем позволит согласовать работу отдельных роботизированных устройств, а также получать данные 24/7 как о состоянии животных в целом, так и об их продуктивности и трафике.

Заключение

Исходя из выше сказанного, создание конкурентоспособной машиностроительной продукции на мировом рынке является одной из основных целей отечественного сельхозмашиностроения, решение которой невозможно без применения новых конструкционных материалов и принципиально новых рабочих органов и технических систем с применением систем автоматизации и робототехники, обеспечивающих снижение энергоемкости и материалоемкости машин и оборудования для производства сельскохозяйственной продукции. Добиться этого без всестороннего изучения процессов взаимодействия различных рабочих органов с обрабатываемыми средами и материалами не представляется возможным. Поэтому поиск новых технических решений, направленных на снижение энергоемкости и материалоемкости технологических процессов, повышение надежности машин и оборудования, автоматизацию и роботизацию технологических процессов для сельскохозяйственного производства является главной задачей стоящей перед агроинженерной наукой.

Список использованной литературы

1. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/NSUR-2035-1.pdf> – Дата доступа: 29.09.2025
2. Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология: сб. статей / редкол.: А. В. Тузиков (пред.) [и др.] ; Нац. акад. наук Беларуси, Объед. ин-т проблем информатики. – Минск : Беларуская навука, 2020. – 267 с
3. Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь; Национальная академия наук Беларуси. Стратегия «Наука и технологии: 2018–

2040». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nasb.gov.by/congress2/strategy_2018-2040.pdf – Дата доступа: 29.09.2025

4. Закон Республики Беларусь от 26 ноября 1992 г. № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды» изложить в новой редакции: «ЗАКОН РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ Об охране окружающей среды в редакции 17 июля 2023 г. № 294-З [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12300294> – Дата доступа: 29.09.2025

УДК 631.36

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В АПК

С.К. Карпович¹, канд. экон. наук, доцент,

А.С. Сайганов², д-р экон. наук, профессор,

А.С. Матвейчук¹, канд. техн. наук,

А.В. Крупеня¹

*¹Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь,*

*²ГП «Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье отмечены основные направления технического обеспечения инновационных технологий в АПК, предложены новые критерии и подходы по созданию отечественной сельскохозяйственной техники, применение которой позволит обеспечить переход сельского хозяйства на новый технологический уровень.

Abstract: the article highlights the main directions of technical support for innovative technologies in the agro-industrial complex and proposes new criteria and approaches for creating domestic agricultural machinery, which will enable agriculture to transition to a new technological level.

Ключевые слова: инновационная сельскохозяйственная техника, новый технологический уровень АПК.

Keywords: innovative agricultural machinery, a new technological level in the agro-industrial complex.

В настоящее время в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь эксплуатируется более 212 тыс. сельскохозяйственных машин и оборудования, из них 34,5 тыс. тракторов, из них 6,9 тыс. с двигателем мощностью 250 и более л.с., 7,4 тыс. зерноуборочных и 3,4 тыс. кормоуборочных комбайнов, 5,0 тыс. комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных агрегатов, другая техника.