

ЛЕКЦИИ

Система машин для растениеводства, тенденции и направления развития механизации растениеводства

Проведение модернизации сельскохозяйственного производства на основе внедрения современной техники и передовых аграрных технологий является одной из важнейших задач государственной агропродовольственной политики на ближайшие годы. Решение этой задачи напрямую влияет на повышение конкурентоспособности белорусской сельскохозяйственной продукции и сельскохозяйственных товаропроизводителей, обеспечение высокого качества продовольственных товаров, рост производительности труда и доходности предприятий отрасли, создание новых рабочих мест, улучшение труда сельских работников. Важнейшей составляющей устойчивого экономического роста сельскохозяйственного производства является переход от инерционной модели хозяйствования к инновационной. Крупномасштабные инновации осуществляются при поддержке государства путем концентрации различного рода ресурсов на приоритетных направлениях развития науки и технологий.

В современных условиях инновационный путь развития сельского хозяйства имеет три взаимосвязанных и взаимообусловленных направления:

– инновации в человеческий фактор, что возможно лишь при приоритетном развитии образования, фундаментальных и прикладных научно-исследовательских организаций, разрабатывающих нововведения, при создании банка данных по инновациям, а также информационно-консультационной системы, обслуживающей товаропроизводителей;

– инновации в биологический фактор, связанные с разработкой и освоением нововведений, обеспечивающих повышение плодородия почвы, урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности сельскохозяйственных животных. Особая роль данных инноваций является отличительной чертой современного пути развития сельского хозяйства по сравнению с другими секторами экономики;

– инновации технологического характера, обеспечивающие совершенствование технико-технологического потенциала сельского хозяйства на основе применения энерго- и ресурсосберегающей техники

и наукоемких технологий. В области технологической и технической модернизации производственного потенциала сельского хозяйства особое значение имеет развитие отраслей экономики, обеспечивающих его средствами производства.

Чтобы инновационная деятельность в сельском хозяйстве была активной и эффективной, необходимо задействовать четыре группы факторов: экономико-технологические, организационно-правовые, управленческие и социально-психологические. Однако невозможно задействовать группу факторов без эффективного организационно-экономического механизма освоения научных достижений в сельском хозяйстве.

Формирование инновационной модели непрерывного профессионального образования позволила бы человеку на протяжении всей своей жизни осваивать новые квалификации. Непрерывное образование – это экономический фактор, ключевой фактор конкурентоспособности. Государственный сектор экономики должен быть превращен в активный источник создания и потребления инновационной продукции. Ученые НАН Беларуси, аграрных вузов создают соответствующую базу развития инновационной деятельности. Создаются новые сорта и гибриды, новые селекционные формы животных, птиц, разрабатываются новые технологии, производятся новые машины, приборы и оборудование, большое количество диагностических средств, препаратов, новые продукты питания повышенной пищевой и биологической ценности. Однако остается актуальной проблема освоения научных разработок. Один из сдерживающих факторов технологической модернизации АПК – его недостаточный технический уровень. Отсутствие высококонкурентоспособного отечественного сельскохозяйственного машиностроения привело к тому, что рынок частично заполняется импортной техникой. Сложилась огромная разномарочность закупаемой техники, что создает серьезные трудности в организации сервисного обслуживания и обеспечения запасными частями.

Важной составляющей развития является подготовка кадров. Магистратура – это не просто образовательная программа, в нее обязательно вводятся научные семинары, интерактивные формы обучения, производится постоянное обновление учебных материалов на основе новейших статей из ведущих мировых научных журналов. Стратегия развития страны должна опираться на реализацию человеческого потенциала, наиболее эффективное применение знаний

и умений людей для постоянного улучшения технологий, экономических результатов, жизни общества в целом. Дисциплина «Инновационные направления развития сельскохозяйственной техники» относится к базовой части профессионального цикла подготовки магистров направления 1-74 80 05 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» и обеспечивает взаимосвязь дисциплин профессионального цикла бакалавриата и общенаучного цикла магистратуры с научно-исследовательской работой и написанием магистерской диссертации.

Целью дисциплины является формирование представления о приоритетных направлениях развития науки и техники в агроинженерии, современных технологиях производства, критических технологиях АПК. Дисциплина предполагает обсуждение мировых научных достижений за последние 3–4 года.

Задачами дисциплины является предоставление знаний по современным направлениям и инновационной сущности развития науки и производства агроинженерии; стратегии машинно-технологической модернизации и обеспечения развития производства и животноводства; стратегии энергосбережения АПК; концепции развития научного обеспечения АПК.

В результате изучения данной дисциплины магистрант должен:

1) знать прогрессивные технологии и технические средства для производства, хранения и переработки продукции растениеводства и животноводства на предприятиях различных организационно-правовых форм, проблемы создания технических средств для сельского хозяйства, энерго- и ресурсосбережения, эффективной эксплуатации машин и оборудования, применения электронных средств и информационных технологий;

2) владеть методами проектирования технологических процессов, рабочих органов, технических средств и систем в соответствии с профилем подготовки;

3) обладать следующими компетенциями:

– способностью анализировать современные проблемы науки и производства в агроинженерии и вести поиск их решений;

– способностью и готовностью организовать на крупных предприятиях АПК высокопроизводительное использование и надежную работу сельскохозяйственной техники и технологического оборудования для производства, хранения, транспортировки и первичной переработки продукции животноводства и растениеводства;

– умением вести поиск инновационных решений в инженерно-технической сфере АПК;

– способностью к проектной деятельности на основе системного подхода, умения строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ.

В основу овладения дисциплиной «Инновационные направления развития сельскохозяйственной техники» положено изучение Системы машин на базе комплексов технических средств, взаимоувязанных технологически (по ширине захвата, рядности, рабочей скорости), технически (по способу агрегатирования и привода рабочих органов) и организационно для получения различных видов сельскохозяйственной продукции.

Система машин на 2011–2016 гг. и на период до 2020 г. для реализации научно обоснованных технологий производства продукции основных сельскохозяйственных культур разработана и утверждена рядом министерств и ведомств. Сформированная Система машин базируется на следующих концептуальных *принципах*:

– системном подходе к разработке и производству техники, возможности полнокомплектной поставки ее для интенсивных технологий;

– сбалансированности создания и освоения производства машин и оборудования исходя из финансовых возможностей хозяйств, потенциала научно-исследовательских и конструкторских организаций, организаций-изготовителей;

– максимальной эффективности техники в сфере производства и использования;

– рационального ограничения номенклатуры технических средств, сокращения металло- и энергоемкости путем создания оптимальных типоразмерных рядов, агрегатной унификации и универсализации;

– автоматизации и компьютеризации технологических процессов производства продукции, в первую очередь стационарных.

Важнейшими целями Системы машин являются: минимизация капиталовложений, эксплуатационных затрат и ресурсопотребления, сокращение количества типоразмеров машин, ликвидация параллелизма и дублирования при их создании и производстве. Система машин предусматривает использование при производстве продукции растениеводства 395 наименований технических средств, в т. ч. 155 машин общего назначения, 21 – для уборки зерновых, зернобобовых, кукурузы и рапса на зерно, 41 – для послеуборочной обра-

ботки, хранения зерна и семян, консервирования влажного плющеного зерна, 45 – для заготовки кормов из трав и силосных культур, 33 – для культуртехнических и агромелиоративных работ, 12 – для возделывания и уборки льна, 53 – для возделывания и уборки пропашных культур и 35 – для возделывания и уборки плодов и ягод.

Наиболее эффективным инструментом, позволяющим определить тенденции развития сельскохозяйственных технологий, техники, оценить инновации и направления технологической и технической модернизации аграрного производства, являются международные выставки и агросеминары. В последние годы авторитетом у сельскохозяйственных товаропроизводителей и машиностроителей, научного сообщества, бизнеса и политиков пользуются международные выставки «Золотая осень», «Агросалон» (Россия), SIMA (Франция), Agritechnica (Германия). На основе анализа и оценки представленных на данных выставках инновационных решений можно сформулировать следующие стратегические цели и тенденции инновационного развития агротехнологий и техники:

1. *Увеличение производства сельскохозяйственной продукции, повышение продуктивности полей и ферм.*

Опыт многих стран мира показывает, что современные интенсивные высокоточные (прецизионные) технологии позволяют получать высокие урожаи и продуктивность. В результате велики объемы производства сельскохозяйственной продукции. Например, в США ежегодное производство зерна достигает 400 млн т, мяса – более 40 млн т.

2. *Повышение производительности труда с меньшими затратами за счет:*

- внедрения интенсивных и высоких технологий;
- широкого внедрения многофункциональных машин (выполняющих одновременно до 9 операций);
- увеличения ширины захвата машин и орудий (плуги – до 17 корпусов, опрыскиватели – до 45 м, машины для внесения минеральных удобрений – до 36–50 м, жатки зерновые – до 12 м, свеклоуборочные комбайны – 9 рядков);
- повышения грузоподъемности (машины для внесения органики до 24 т, прицепы – 30 т и более);
- увеличения вместимости бункеров (у свеклоуборочных комбайнов – до 40 м³, у зерноуборочных – до 12 м³ и др.);
- роста рабочих и транспортных скоростей (до 50–60 км/ч);

– применения новых рабочих органов (использование специальных конструкционных материалов, способов упрочнения, оригинальное конструктивное исполнение рабочих органов и др.);

– широкого применения электроники;

– роста мощностей двигателей: у тракторов – до 441 кВт (600 л. с.), у зерноуборочных комбайнов – 431 кВт (586 л. с.), у кормоуборочных – до 735 кВт (1000 л. с.).

3. Внедрение высокоточных технологий.

Такие технологии позволяют значительно увеличить продуктивность и ресурсосбережение полей и ферм. Средняя урожайность зерновых, ц/га: мир – 33,5; Великобритания – 68; Германия – 70; Франция – 70; Канада – 30; Россия – 24; Беларусь – 28. Урожайность сахарной свеклы (фабричной), ц/га: мир – 468; Бельгия – 694; Великобритания – 532; Германия – 643; Франция – 822; Канада – 522; Россия – 325; Беларусь – 430. Урожайность картофеля, ц/га: Бельгия – 422; Великобритания – 405; Франция – 432; Канада – 315; Россия – 130; Беларусь – 260. Среднесуточный прирост свиней на откорме, гол.: высокоразвитые страны – 750–850; Россия – 340; Беларусь – 550. Удой молока на одну корову в год, кг: Великобритания – 7200; Германия – 6925; Франция – 6239; Канада – 7961; Россия – 4000; Беларусь – 5000. Высокоточное земледелие дает возможность обеспечить более тщательную обработку почвы, создать оптимальные условия для целенаправленного регулирования биохимических процессов в почве, провести точный сев, внедрить ультрамалообъемный распыл пестицидов, оптимизировать рабочий процесс при уборке урожая, сократить затраты труда и количество вносимых удобрений и пестицидов, а также используемой воды, топлива и других материальных ресурсов. Для этого создаются машины, снабженные системами управления и контроля, которые позволяют учесть качество продукции и здоровье потребителя, экономическую эффективность производства и защиту окружающей среды. Применение прогрессивных технологий увеличивает продуктивность в растениеводстве и животноводстве в 1,8–2,0 раза, повышает производительность в 4–5 раз и более за счет более производительного использования МТП, его высокой работоспособности, широкого применения многофункциональных машин, увеличения ширины захвата машин и орудий, повышения рабочих и транспортных скоростей и роста энергонасыщенности МТА.

4. *Ресурсосбережение* (сокращение затрат на топливо, посевной материал, удобрения, пестициды).

Ресурсосбережение позволяет уменьшить расход семян в 1,5–2,0 раза, пестицидов – в 2,0, топлива – до 2,5 раз. При этом обеспечивается сохранение биомассы, потерь зерна при уборке до 1 %, минеральных удобрений на 30 %–40 %, затрат на ремонт техники в 2,0 раза. Например, в России по сравнению с передовыми странами расход на единицу продукции больше: топлива – в 2,0–2,5 раза; семян – в 1,5–2,0 раза; пестицидов – в 2,0 раза.

5. *Увеличение энергонасыщенности и энергообеспечения*, л. с. (на 1 га до 4,5–6,0 л. с.): ЕС – 4–5; США – 8,5; Россия – 1,48; Беларусь – 3,5.

6. *Повышение технического уровня, качества и надежности техники*.

Внедрение новых технологий в производство сельскохозяйственной техники позволяет значительно повысить технический уровень и качество выпускаемых машин. За последние годы в сельскохозяйственном машиностроении более широкое применение получили: гибкие производственные системы и роботизированные технологические комплексы; новые технологии обработки и сварки; лазерные, плазменные, электрофизические, электролучевые методы изготовления точных заготовок; прогрессивные процессы упрочнения деталей и новые методы сварки, окраски и другие технологические процессы. Внедряются вычислительная техника, системы автоматизированного проектирования и управления технологическими процессами и производством, а также системы управления качеством в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО серии 9000-2001, определяющих комплекс мероприятий, которые должны быть осуществлены для выпуска качественной продукции. Это повысило надежность и долговечность машин и снизило трудоемкость технического обслуживания. Ресурс работы двигателей достиг 10–15 тыс. мото-ч, наработка на отказ у тракторов – более 1000 мото-ч, у зерноуборочных комбайнов – более 100–150 мото-ч (иногда и весь сезон).

7. *Обеспечение экологической безопасности* (защита почв и окружающей среды).

Заметно расширены работы по защите окружающей среды и почв от неблагоприятного воздействия машин, снижению их удельного

давления на грунт, улучшению машинных технологий, более широкому внедрению почвозащитных технологий (щадящих, энергосберегающих), «зеленых» двигателей, резиноармированных гусениц.

8. Создание комфортных и безопасных условий труда.

Совершенствуются кабины, органы управления и контроля режимов работы, улучшаются тепло- и шумоизоляция, обзорность, уменьшается вибрация в зоне оператора, соблюдаются требования эргономики. Современные самоходные машины отличаются широким остеклением кабин, хорошим обзором, наличием вентиляции, кондиционеров, регулируемых сидений, поддресоренных передних мостов. Активно ведутся работы по совершенствованию эстетического вида тракторов, комбайнов и других машин. Рабочее место оператора продолжает оставаться объектом внедрения новых разнообразных разработок и усовершенствований. Продолжается работа по оптимизации эргономических характеристик органов управления. Широко применяются прогрессивные материалы (композиты, керамика, пластмассы, полиамидные уплотнения). Внедряются новые технологии при изготовлении, отделке и окраске машин и агрегатов. Фирмы-производители широко используют достижения научно-технического прогресса, высокую степень международного разделения труда и глубокую специализацию производства комплектующих изделий, стремятся наиболее полно удовлетворять требования потребителей.

9. Широкое применение агроинформатики, электроники, интеллектуальных, автоматизированных и роботизированных систем.

Электроника не только выполняет чисто информационные функции, но и является средством управления работой узлов и систем машины и всего машинно-тракторного агрегата.

10. Применение альтернативных источников энергии.

Истощение углеводородных энергоресурсов и вызванные их использованием глобальное изменение климата и экологический ущерб привели к широкой интеграции в области возобновляемых источников энергии. Все большее распространение получают ветроэнергетика, солнечная энергетика, биоэнергетика.

11. Использование новых технологий техобслуживания и ремонта техники и оборудования.

В конструкциях современных сельскохозяйственных машин предусматриваются высокая расчленяемость и блочность, снижение трудоемкости технического обслуживания. В машинах обеспечива-

ется беспрепятственный доступ ко всем точкам ежедневного техобслуживания. Интервалы регулярного техобслуживания увеличиваются для экономии времени и снижения эксплуатационных затрат. Суммарная удельная трудоемкость техобслуживания тракторов зарубежных фирм вдвое меньше, чем отечественных. Широко применяется электронная система диагностирования и технического обслуживания техники, которая за счет своевременного выявления неисправностей обеспечивает повышение работоспособности на 25 %–30 %.

12. Повышение профессионализма кадров.

Широкое применение в современной технике интеллектуальных, автоматизированных и роботизированных систем требует более высокого уровня подготовки кадров. Основными направлениями деятельности по коренному и динамичному увеличению валового сельскохозяйственного продукта и повышению производительности труда являются проведение аграрной политики в два этапа: на первом – реализация первоочередных ближнесрочных мер, которые могут быть причислены к количественным преобразованиям (например, вовлечение в оборот неиспользуемых ресурсов); на втором – качественные преобразования на базе инновационных процессов в отрасли. Для ускорения процесса интенсификации аграрной отрасли необходимо параллельно использовать оба направления развития. Расширится применение энерго- и ресурсосберегающих технологий, основанных на минимальных и нулевых принципах обработки почвы в сочетании с другими способами обработки (вспашка, чизелевание и др.). Прецизионное воздействие на урожай обеспечивается использованием геоинформационных систем (ГИС), в которых управление производственным процессом осуществляется на базе космомониторинга или путем сканирования посевов в режиме on-line.

Техническое перевооружение сельскохозяйственного производства. Интегрированной основой технологизации является переоснащение отрасли техникой и оборудованием нового поколения, обеспечивающими наряду с прецизионным выполнением операций существенное сокращение трудовых издержек и других ресурсов. Основа новой техники – удвоение энерговооруженности, доведение мощностей двигателей в среднем до 180 л. с. в расчете на механизатора и 200 л. с. – на трактор. Внедрение интенсивных и высоких технологий в процесс управления агрегатами обеспечивается компьютерными информационными системами. Машинно-технологическая реконструкция сельского хозяйства позволяет поднять производи-

тельность труда на селе в четыре и более раз. Такой уровень достигается при доведении технологической нагрузки на механизатора в растениеводстве не менее чем до 300–350 га площади севооборота. Ориентация на использование качественного труда на высокопроизводительной и, соответственно, более дорогой технике позволит существенно (в 1,5–2,0 раза) сократить потребность в машинистах (операторах) растениеводства и животноводства.

Главными тенденциями развития мирового сельскохозяйственного производства и основными направлениями инновационного совершенствования машинно-технологической модернизации сельского хозяйства на перспективу до 2025 г. являются:

1. Увеличение производства сельскохозяйственной продукции, повышение продуктивности полей и ферм; рост производительности труда с меньшими затратами; внедрение высокоточных технологий; ресурсосбережение; увеличение энергонасыщенности и энергообеспечения; повышение технического уровня, качества и надежности техники; обеспечение экологической безопасности; создание комфортных и безопасных условий труда; широкое применение агроинформатики, электроники, интеллектуальных, автоматизированных и роботизированных систем; применение альтернативных источников энергии; использование новых технологий техобслуживания и ремонта; повышение профессионализма кадров.

2. *Развитие тракторной техники и энергетики:* выпуск тракторов мощностью от 30 до 600 л. с., насыщение рынка новыми моделями, в т. ч. гусеничными. Внедрение инноваций в двигателях тракторов направлено на снижение токсичности выхлопных газов, повышение крутящего момента, уменьшение расхода топлива и повышение долговечности. К таким инновациям относятся системы регулируемого турбонаддува, охлаждение наддувочного воздуха, частичная рециркуляция выхлопных газов, четырехклапанная система газораспределения, электронные устройства управления мощностью, система впрыска высокого давления с электронным управлением. Такие системы предлагаются большинством зарубежных фирм: Fendt, John Deere, New Holland и др. Их использование обусловлено ужесточающимися экологическими требованиями к выхлопным газам двигателей тракторов. Все шире применяются автоматические бесступенчатые трансмиссии, даже на моделях с низким диапазоном мощности (81 кВт – трактор 312 Vario фирмы Fendt).

Внедрены электронные системы управления подачей топлива, положением колес тракторов с независимой подвеской, гашением колебаний сидений, выравниванием кабины на склоне, переключением передач под нагрузкой, скоростными и нагрузочными режимами бесступенчатой трансмиссии, регулированием навесной системы. В новых разработках зарубежных фирм в этой области различные управляющие функции (заглубление и выглубление плуга, включение механизма блокировки дифференциала, последовательность передач переднего и заднего хода и др.) могут быть запрограммированы и выполнены путем нажатия на кнопку. Связанные со спутником системы автоматического вождения тракторов облегчают работу при агрегатировании с трактором широкозахватных орудий (фирмы John Deere, Claas, AGCO и др.). На тракторах все чаще применяются передние ведущие мосты с независимой подвеской, амортизация кабин и сидений с электронным контролем и управлением.

3. Использование основных тенденций развития конструкций машин для основной обработки почвы: увеличение ширины захвата за счет расширения количества корпусов; создание плугов с регулируемой шириной захвата; увеличение числа типоразмеров плужных корпусов; широкое применение оборотных или поворотных плугов, в т. ч. модульного типа, большой гаммы комбинированных многофункциональных орудий, выполняющих за один проход несколько технологических операций. Сеялки и посевные агрегаты оснащаются компьютерным оборудованием, загрузочными устройствами, вместительными бункерами (в некоторых случаях двумя – основным и резервным). Увеличение рабочей ширины захвата и вместимости бункеров для посевного материала привели к созданию более совершенных сцепных и навесных устройств, позволяющих составлять различные комбинации из сеялок и почвообрабатывающих машин и орудий.

4. Машины для внесения удобрений и химических средств защиты растений. Центробежные разбрасыватели твердых минеральных удобрений достигают ширины захвата 42 м, оснащаются современными электронными системами регулирования норм внесения удобрений и управления с возможностью использования спутниковых навигационных систем, а также Интернет-доступа к базам данных отдельных фирм (например, Amazonen-Werke S.A) для необходимой настройки разбрасывателей в полевых условиях.

5. *Машины для внесения органических удобрений в жидком виде* развиваются в направлении повышения грузоподъемности, качества внесения, в т. ч. внутрпочвенного, при снижении экологической нагрузки на окружающую среду, расширяется использование автоматических средств управления технологическим процессом. Наметилась тенденция более широкого использования универсальных шасси (например, Cargo-Lift фирмы Joskin) со сменными емкостями, позволяющими вносить удобрения и перевозить различные грузы. Увеличивается доля самоходных машин для внесения химических средств защиты растений, повышается их производительность, вместимость рабочих баков, ширина захвата, качественные показатели работы за счет современных систем электронного контроля внесения нормы расхода рабочей жидкости и ряда других функций (управление работой штанги и отдельными распылителями, системой промывки, поддержание заданной концентрации рабочего раствора). Расширяется оснащение опрыскивателей компьютерными системами, работающими на базе стандарта Isobus с шинной организацией связи, позволяющей использовать машины в системе точного земледелия по сигналам спутниковой связи.

6. *В роторных косилках для скашивания растительной массы* используются более совершенные режущие и плющильные аппараты и различные системы их защиты от поломок, устройства для сдвигания, страивания или широкого расстила валков, более точного копирования почвы. Увеличение ширины захвата и производительности в основном достигается путем использования комбинации из трех косилочных аппаратов. Сохраняется тенденция более широкого использования ворошилок и валкообразователей с увеличенной шириной захвата, образующих мощный валок, что обеспечивает оптимальную загрузку пресс-подборщиков и кормоуборочных комбайнов. Развитие конструкций пресс-подборщиков идет в направлении повышения их производительности (в основном за счет уменьшения времени формирования и обвязки тюков и рулонов), плотности (путем совершенствования рабочих органов и использования измельчающего механизма), сохранности готовых тюков и рулонов (за счет быстрой упаковки в пленку, в т. ч. непосредственно в пресс-подборщике).

В конструкциях кормоуборочных комбайнов наряду с увеличением энергонасыщенности и производительности, оптимизацией

работы двигателей, созданием комфортных условий для оператора, широким оснащением электронными системами управления появилась тенденция обеспечения непрерывности технологического процесса за счет использования в комбайнах накопительной емкости (например, комбайн Big X Carrgo фирмы Krone с бункером 60 м³).

7. В конструкциях зерноуборочных комбайнов сохраняются тенденции постоянного роста производительности и мощности двигателей, сокращения до минимума потерь и повреждений зерна, обеспечения устойчивости протекания технологического процесса уборки при различных агротехнических и климатических условиях, повышения комфорта оператора и безопасности эксплуатации, снижения отрицательного воздействия на почву путем уменьшения удельного давления колес машин на почву, а также внедрения привода на все колеса, широкого применения современных систем управления и контроля технологических процессов на базе электронных вычислительных устройств, вплоть до спутниковых систем определения координат машины для подсчета убранных площадей и средней урожайности отдельных участков полей. Отвечая запросам потребителей, фирмы-изготовители расширяют гамму комбайнов, отличающихся по ширине захвата, производительности, мощности двигателей и оснащенности сменными приспособлениями для уборки различных культур. Классическая схема обмолота и сепарации сохраняется на комбайнах с мощностью двигателей до 185 кВт, на более мощных увеличивается число барабанов в молотильном устройстве, совершенствуется их конструкция, вместо клавишного соломотряса на некоторых моделях (260–365 кВт) применяются роторные сепарирующие устройства тангенциального или аксиального типов. Комбайны с аксиально расположенным ротором предлагают фирмы Case IH, John Deere, New Holland, Massey Ferguson и Challenger. Дальнейшим шагом на пути автоматизации уборочного процесса является использование систем автоматического вождения и регуляторов загрузки молотилки, что позволяет достичь высоких значений наработки за счет равномерной загрузки.

8. Зерноочистительные машины построены по блочно-модульному принципу, что улучшает условия труда и обслуживания. Наблюдается использование машин как с цилиндрическими, так и с плоскими решетками, применение передвижных комплексов на платформе, включающих в себя зерноочистительную машину, протравливатель,

погрузочные и разгрузочные устройства. Появились передвижные шахтные сушилки зерна производительностью до 26 т/ч.

9. Производительность *техники для уборки корнеплодов сахарной свеклы, картофеля и овощных культур* повышается за счет увеличения ширины захвата и рабочей скорости, вместимости накопительных бункеров. Увеличение ширины технологической колеи позволяет значительно уменьшить уплотнение почвы после прохода агрегатов, обеспечивает равномерное распределение нагрузки на ходовую систему с целью повышения проходимости и маневренности машин в сложных почвенно-климатических условиях. Уборочные комбайны оснащаются комфортабельными кабинами с электрической системой контроля, индикаторными устройствами, многофункциональными рычагами управления и цветными терминалами с наглядным отображением технологических процессов.

10. Развитие современных *электронных систем точного земледелия* осуществляется в следующих направлениях: повышения совместимости бортовых компьютеров различных фирм; расширения номенклатуры и совершенствования средств автоматического управления работой отдельных сельскохозяйственных машин, электронных систем по использованию возможностей спутниковой навигации для управления отдельной машиной, группой машин и всем циклом производства сельскохозяйственной продукции; расширения использования сети Интернет. Наибольшее распространение получили системы спутниковой навигации, регулирующие движение машинно-тракторных агрегатов в полевых условиях, и многофункциональные электронные системы управления сельскохозяйственной техникой и сельскохозяйственным производством в целом. Их применение позволяет получать информацию о параметрах плодородия почвы и состоянии посевов, необходимую для принятия решений при дифференцированном внесении удобрений.

11. Современный зарубежный уровень развития кибернетических, оптических и сенсорных систем, лазерной и компьютерной техники, спутниковых навигационных систем, датчиков различного назначения и средств беспроводной связи, систем математического анализа и программного обеспечения позволил создать *новое поколение сельскохозяйственных роботов*, которые в настоящее время способны решать самые сложные задачи. Некоторыми зарубежными фирмами созданы макетные образцы тракторов-роботов. Так, спут-

никовыми навигационными системами для точного обозначения координат и беспроводными каналами связи оснащен трактор RoboTrac финской фирмы Valtra для вспашки и обработки почвы, посадки растений, опрыскивания, прополки, полива при работе на виноградниках, кофейных плантациях, в садах и питомниках. Макеты прополочных роботов созданы в США, Швеции (Lukas), Германии (Amaizeing и Maizerati). Все они ориентируются в пространстве с помощью системы GPS, оснащены специальным оборудованием и программным обеспечением для распознавания сорняков и адресного внесения гербицидов. Создаваемые уборочные роботы уже обеспечивают выборочную уборку спелой продукции. Для этого они оснащаются специальными датчиками, стереоскопическими видеокамерами, компьютерным оборудованием с соответствующим программным обеспечением. Созданы макетные образцы роботов для сбора початков кукурузы (Massey Ferguson, США), апельсинов, яблок (Vision Robotics Corporation, США), арбузов (США, Израиль), а также многофункциональный агрегат Autonomous rice transplanter (Япония) для уборки риса. Для работы в тепличных комплексах разработаны робототехнические агрегаты по сбору грибов (Великобритания), земляники (Romobility Youto, Япония), помидоров «черри» (США), а также для горшечной рассады – Mr. Incredible (Harvest Automation, США), позволяющие по мере роста растений автоматически пересаживать их в горшки большего объема и осуществлять транспортировку и оптимальную расстановку растений в горшках.

Оснащение сельскохозяйственного производства Беларуси необходимой техникой в соответствии с Системой машин должно максимально осуществляться за счет возможностей отечественного сельскохозяйственного машиностроения с использованием новых технологических процессов, материалов и наукоемких компонентов. Только отдельные образцы или небольшие партии машин с учетом экономической целесообразности могут закупаться за рубежом. Для снижения цены отечественной сельскохозяйственной техники необходимо оптимизировать номенклатуру выпускаемых средств механизации, обеспечив концентрацию и высокую унификацию их производства путем специализации заводов-изготовителей.