

# Автономные агрегаты для аграрного сектора



**Виктор Голдыбан,**  
заведующий лабораторией механизации производства овощей и корнеклубнеплодов НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, кандидат технических наук, доцент

Технические средства для механизации, автоматизации и роботизации технологических процессов производства картофеля, сахарной свеклы и иных овощей разрабатываются в рамках реализации проектов государственных научно-технических и научно-исследовательских про-

грамм, а также программ Союзного государства.

Серийный выпуск созданной в лаборатории техники налажен на Экспериментальном заводе НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, являющимся одним из мировых изготовителей машин для посадки картофеля, послеуборочной его обработки, технологических линий для закладки и выемки с хранения корнеклубнеплодов, а также комплекса машин (мини-заводов) по их подготовке к продаже (сухая очистка, мойка, шлифовка, взвешивание и упаковка в полиэтилен, сетчатые мешки). Освоено производство картофелесажалки СК-4, скутера-подборщика СКП-40, загрузчика телескопического ЗТ-40, конвейера телескопического КТ-40, конвейера наклонного КН-40, машины сухой очистки картофеля МСОК-10, стола переборочного СПР-10, машины калибровочной МК-15

и других, поставляемых в сельскохозяйственные организации Беларуси и России.

По отдельным позициям заключены лицензионные договоры с изготовителем, по которым, в зависимости от объема реализации, авторы и Научно-практический центр получают роялти. Лаборатория осуществляет научное и методическое сопровождение переданных на завод разработок.

Наиболее востребована четырехрядная картофелесажалка СК-4 для рядковой посадки не пророщенных откалиброванных клубней с одновременным их протравливанием и внесением минеральных удобрений на почвах всех типов с междурядьями 70, 75 и 90 см. СК-4 агрегируется с тракторами класса 1,4, на сегодня выпущено свыше 600 единиц.

Серийное производство созданных лабораторией комбайнов для уборки капусты и моркови освоено на опытном участке НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства. Данная техника работает на Сахалине.

Выручка белорусских предприятий, поставивших на рынок такие агрегаты, в 2024 г. составила более 3,6 млн руб. При этом их себестоимость на 30–40% ниже импортных аналогов.

Для снижения адгезии почвы к рабочим органам сельскохозяйственных машин, а также поиска путей продления срока службы

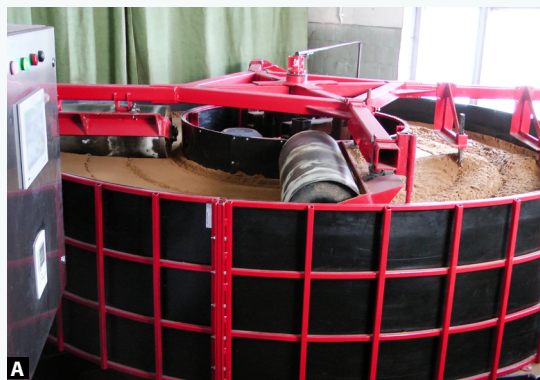


Рис. 1. Экспериментальные стенды: А – кругового типа для испытаний почвообрабатывающих рабочих органов; Б – для исследования фрикционных свойств почвы



Рис. 2. Автоматическая управляемая навесная система

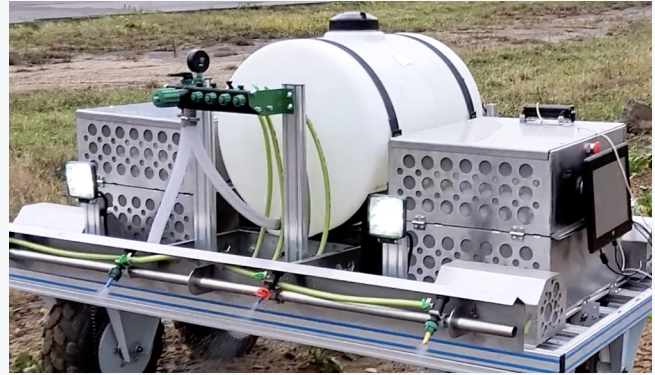


Рис. 3. Внешний вид автономной роботизированной платформы

быстроизнашивающихся рабочих частей почвообрабатывающих машин лабораторией изготовлены экспериментальные стенды (рис. 1).

Их применение при проведении исследований позволяет значительно сократить время, затрачиваемое на получение экспериментальных данных, их обработку и анализ. Например, стенд кругового типа обеспечивает движение рабочих органов по кругу, следовательно, можно производить имитацию их работы не дискретно, а непрерывно. Стенд для определения фрикционных свойств почвы позволяет в динамике определить коэффициент ее внешнего трения о детали, а также оценить энергозатраты на процесс почвообработки. Установки оснащены современной

аппаратурой для регистрации данных.

С целью повышения качества выполнения технологических операций, уменьшения затрат и снижения негативного воздействия средств механизации на окружающую среду и человека лабораторией изучаются возможности применения цифровых технологий, элементов роботизации и искусственного интеллекта в сельском хозяйстве. Это обусловлено растущей потребностью в финансово конкурентоспособном и экологически устойчивом аграрном производстве.

В этом направлении практически все разработки выполнялись совместно с лабораторией робототехнических систем Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси.

Сотрудники лаборатории представили автоматическую управляемую навесную систему с пропашным культиватором (рис. 2). В основу ее работы положена концепция использования оптического сигнала с видеокамеры для получения визуальной информации о положении растений в рядке, которая посредством программного обеспечения обрабатывается. Определяется центральная линия рядка, после чего рассчитывается отклонение положения орудия. Информация передается на блок управления, а тот в свою очередь посредством гидроцилиндра смещает культиватор в нужную сторону.

Для полной автоматизации процесса сортировки картофеля на стадии его предпродажной и глубокой переработки разработан образец автоматической сортировальной машины для отделения некондиционного картофеля. С помощью системы технического зрения она определяет наличие на клубнях очагов болезней, следов повреждений и позеленений, а затем отделяет дефектные в автоматическом режиме струей сжатого воздуха. Точность сортировки составляет 95%, производительность одного потока – до 2 т/ч.

В направлении изучения неинвазивных методов оценки качества сельхозпродуктов лабораторией

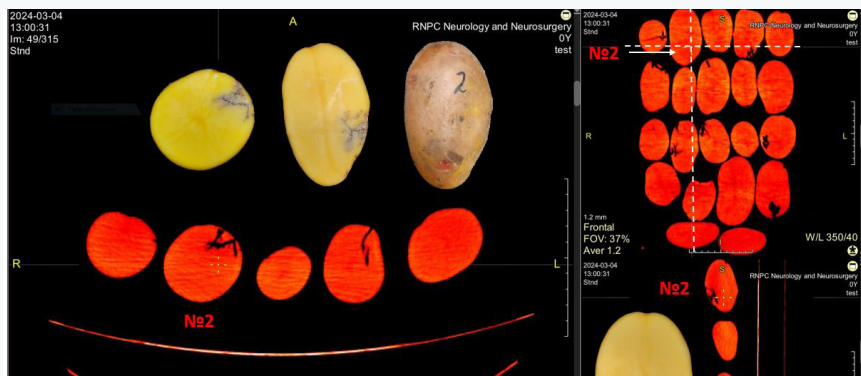


Рис. 4. Выявление внутренних дефектов клубней картофеля с помощью рентгеновского излучения

проведены исследования по выявлению внутренних дефектов клубней картофеля при помощи ядерного магнитного резонанса и рентгеновского излучения (рис. 4).

В настоящий момент научные интересы лаборатории сосредоточены на автономных роботизированных транспортных средствах для аграрной отрасли. Их использование позволяет внедрить ряд инновационных решений для таких процессов, как мониторинг культур и оценка их состояния, точная посадка и посев, автоматизированное управление поливом, обнаружение и борьба с вредителями и сорняками, уборка урожая, анализ почвы и контроль питательных веществ.

Если масштабная автономная техника максимально эффективна в крупных сельхозорганизациях, то малые электрические мобильные роботы способны улучшить результативность небольших и средних хозяйств. Эффективность агрегатов может быть повышена за счет совместной работы нескольких роботов. Ключевым моментом здесь является то, что управлять ими на поле в состоянии один специалист.

Разработана автономная роботизированная платформа для внесения пестицидов (рис. 3), позволяющая исключить человека из технологического процесса при междурядных обработках пропашных культур и тем самым обеспечить его здоровье. Согласно данным ВОЗ, ежегодно в мире происходит от 500 тыс. до 1 млн отравлений пестицидами, до 20 тыс. человек в результате интоксикации погибают. Около 50% отравлений и 75% смертей приходится на людей, которые непосредственно контактируют с химическими веществами – в основном работники сельского хозяйства.

В лаборатории ведутся исследования, направленные на создание и совершенствование основных подсистем платформы: исполнительной, информационной (сенсорной), управляющей, коммуникационной. Первая включает ходовую часть, системы внесения пестицидов, питания и безопасности движения. Информационный блок состоит из датчиков внутренней информации, конструктивно встроенных в ходовую систему, и внешней –

о состоянии окружающей среды (видеокамеры, лидары и др.). Подсистема управления включает преобразователи информации, контроллеры и программное обеспечение, а также средства интерфейса оператора. Коммуникационное устройство имеет каналы прямой и обратной связи внутри роботизированной платформы и внешнего интерфейса для взаимодействия с оператором.

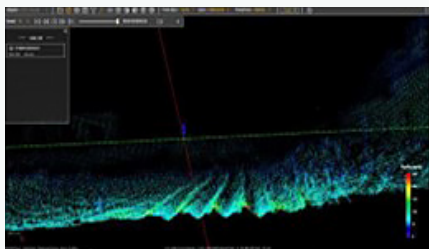
На основе методов наземного лазерного сканирования ученые лаборатории исследуют способы построения навигационной кривой для движения сельскохозяйственной автономной роботизированной платформы (рис. 5) и интеграции сенсорных данных от лидара и стереокамеры для повышения эффективности позиционирования машины. Совместно с ООО «Робототехника и облачные технологии» разработан сервер-администратор и программное обеспечение для дистанционного управления и визуализации статуса платформы при работе в междурядях.

Считаем целесообразным и далее совершенствовать способы локального и глобального позиционирования автономных сельскохозяйственных агрегатов, разрабатывать концепции безопасности при эксплуатации автономных машин, исследовать технологические основы управления их группой. Перспективные направления лаборатории на 2026–2030 гг. в области механизации технологических процессов при производстве овощей и корнеклубнеплодов связаны с 6- и 8-рядными картофелесажалками, специализированными погрузочно-разгрузочными транспортными системами для перевозки корнеклубнеплодов с поля, отечественным комплексом машин для сахарной свеклы. ■

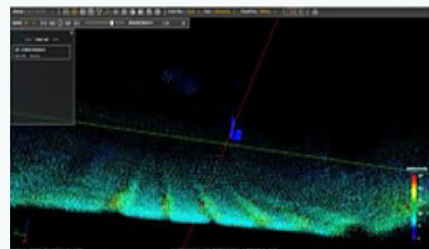
Посевы сахарной свеклы



Облака точек, собранные лидаром



Гребневая поверхность



Ровная поверхность

Рис. 5. Получение облака точек лидаром на посевах сахарной свеклы