

**АГРОИНЖЕНЕРНАЯ НАУКА БЕЛАРУСИ – 80 ЛЕТ РАЗВИТИЯ**

**Дашков В.Н., д.т.н., профессор,**  
**Севернев М.М., академик НАН Беларуси, д.т.н., профессор**  
*Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск*

*В статье рассмотрены исторические аспекты становления и развития агроинженерной науки в Беларуси, основные результаты исследований за последние годы, перспективные направления создания новых конкурентоспособных технических средств.*

**Введение**

Земледельческая механика, получившая свое название от корня слов "земля" или "земледелие", изначально формировалась, опираясь на фундаментальные положения теоретической механики – статику и кинематику механизмов, динамику материальной точки, системы материальных точек, абсолютно твердого тела, сплошных сред, к которым примыкает теория упругости и в целом механика материалов. Изучение закономерностей преобразования сельскохозяйственных материалов и сплошных сред рабочими органами машин относится к теории технологических процессов – одному из важнейших разделов земледельческой механики, которое проверялось опытным путем – методами натурных исследований и испытаний.

Важную роль в развитии сельскохозяйственных орудий и машин в начале XX столетия сыграли кафедры сельскохозяйственного машиноведения при Харьковском технологическом институте (1897 г.) и сельскохозяйственных машин при Киевском политехническом институте (1898 г.) с машиноиспытательной станцией при ней. Кафедра сельскохозяйственных машин в Киеве имела два отделения: сельскохозяйственное машиноведение и конструирование машин. Здесь, под руководством профессор К.Г. Шиндлера, приглашенного на эту должность из Московского сельскохозяйственного института (Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева), вплоть до Первой мировой войны проводились изыскания и испытания рациональных форм рабочих поверхностей и апробация плугов для обработки различных типов почв. Основная научная деятельность кафедры в то время была направлена на проведение испытаний сельскохозяйственных машин и орудий. С этой целью под Киевом (село Грушки) в 1900 г. была открыта фактически первая в России, постоянно действующая станция по испытанию сельскохозяйственных машин и орудий, которая сыграла большую роль в деле совершенствования сельскохозяйственной техники, выпускаемой в то время. Следует отметить, что после испытаний станция, как правило, оставляла у себя образцы испытываемых машин для изучения их студентами, благодаря чему на кафедре была собрана значительная коллекция машин и орудий. Проведение испытаний позволило профессору К.Г. Шиндлеру составить фундаментальный атлас сельскохозяйственных машин и орудий, использовавшийся в учебных целях.

Решающий вклад в формирование основ машиноведения и земледельческой механики внес выдающийся ученый, академик ВАСХНИЛ и почетный академик АН СССР Василий Прохорович Горячкин (1868–1935 гг.). В 1896 г. он приступил к чтению курса "Учение о сельскохозяйственных машинах и двигателях" в Московском сельскохозяйственном институте. Такой курс читался впервые, и молодой профессор В.П. Горячкин самостоятельно разработал теоретические основы расчета и построения сельскохозяйственных машин и орудий, обосновал технологические процессы. В отличие от предшественников и современников, использовавших исключительно описательный метод, он в своих лекциях и теоретических построениях широко применял законы теоретической механики и высшей математики.

### Краткая историческая справка

За последние сто лет производство основных продуктов (хлеба, картофеля, мясной и молочной продукции) в расчёте на одного жителя Беларуси возросло в 3,3 раза: с 22,4 до 75 пудов [1]. В этом немаловажная роль принадлежит индустриализации сельскохозяйственного производства, превращению его в высокомеханизированную отрасль народного хозяйства.

Становление и развитие в Беларуси как сельскохозяйственного машиностроения, так и сельскохозяйственной механики неразрывно связаны с механизацией сельского хозяйства и созданием сельскохозяйственных научных учреждений в России.

Можно выделить следующие основные этапы развития агроинженерной науки в республике Беларусь:

1. Зарождение работ по механизации производства сельскохозяйственной продукции (1930 – 1941 гг.).
2. Организация в БССР первых системных исследований по агроинженерии в рамках общесоюзной системы аграрной науки (1946 – 1960 гг.).
3. Становление агроинженерной науки Беларуси, как устойчивой, самодостаточной структуры в рамках общесоюзной аграрной науки (1960 – 1980 гг.).
4. Преобразование агроинженерной науки Беларуси в самостоятельное звено, обеспечившее основу создания зонального сельхозмашиностроения (1980 – 1990 гг.).
5. Развитие агроинженерной науки Беларуси и переход в статус одного из основных составляющих элементов национальной аграрной науки, обеспечивающего создание и становление в республике сельхозмашиностроения, как самостоятельной отрасли промышленности (с 1990 г. – по н/вр).

Корни белорусской аграрно-технической науки уходят в 1930 г., когда начало работу белорусское отделение Всесоюзного научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства. На его базе в 1933 г. была организована Белорусская научно-исследовательская станция механизации сельского хозяйства, занимавшаяся проблемами эффективного использования средств механизации в природно-производственных условиях республики.

Накопленный опыт научных исследований и сформировавшийся в послевоенные годы коллектив специалистов стали основой для создания в 1947 г. в структуре Академии наук Белорусской ССР республиканского института по научно-техническому обеспечению сельскохозяйственного производства – Белорусского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (БелНИИМСХ). Большая заслуга в становлении БелНИИМСХ принадлежит академику Академии наук БССР и ВАСХНИЛ, доктору технических наук, профессору Михаилу Ефремовичу Мацелуро, возглавлявшему институт более 20 лет – с 1947 по 1967 г. [2].

М.Е.Мацелуро развил идеи основоположника теории сельскохозяйственных машин и операций академика Василия Прохоровича Горячкина о задачах земледельческой механики (познание физико-механических свойств сельскохозяйственных сред и материалов в аспекте технологических воздействий; разработка вопросов повышения производительности и снижения энергоёмкости машин; формализация знаний, рациональная организация и обработка опытов). Его монографии [3,4], изданные в 1956 и 1959 гг., положили начало серии научных трудов по проблемам земледельческой, а затем (с 1963 года) сельскохозяйственной механики – теоретического базиса, способствующего развитию технического прогресса как в сельском хозяйстве, так и в сельскохозяйственном машиностроении. Развитие научных идей академика М.Е.Мацелуро отражено в многотомной коллективной монографии «Вопросы земледельческой

(сельскохозяйственной) механики» первые 10 томов которой были отмечены Ленинской премией.

Будучи незаурядным организатором науки, академик М.Е.Мацелуро много сделал для воплощения в жизнь своих научных идей, внимательно относился к подготовке и воспитанию кадров. Многие его ученики стали докторами наук и, в свою очередь, сформировали научные школы, получившие признание.

Крупным теоретиком был профессор Виталий Викторович Кацыгин. Его научные интересы распространялись от глубокого изучения деформаций грунтов рабочими органами сельскохозяйственных машин и движителями тракторов до обоснования концепции мобильного энергетического средства. Обладая большой эрудицией, он в своих изысканиях иногда выходил за рамки сельскохозяйственной механики. Так, известны изобретения В.В.Кацыгина в областях медицины и космонавтики.

Научная школа профессора Анатолия Тимофеевича Вагина – это не только широкий спектр исследований процессов взаимодействия рабочих органов машин с почвой, результаты которых были использованы и продолжают использоваться при создании новых и совершенствовании существующих технологических операций обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур, но и «кузница кадров». Его ученики, защитив диссертации, продолжали направление работ своего учителя и становились руководителями новых актуальных направлений.

Существенный вклад в теоретические основы сельскохозяйственной механики внесен академиком Сергеем Ивановичем Назаровым, труды которого развивают механику сыпучих материалов и сплошных сред, теорию пневмотранспорта различных по физико-механическим свойствам материалов и другие направления применительно к механизации технологических процессов в животноводстве, хотя и не ограничиваются рамками этой отрасли. Его научной школой проведены обстоятельные исследования, результаты которых использованы при разработке систем удаления, накопления и утилизации навоза, машин для транспортирования и внесения навоза, торфа, компостов, для подготовки и внесения различных видов туков и пестицидов. Значительный вклад внес он в развитие сельского хозяйства Беларуси, подготовку квалифицированных кадров для отрасли долгое время возглавляя Белорусскую сельскохозяйственную академию. И здесь им была сформирована научная агроинженерная школа, из которой вышли такие известные ученые как член-корреспондент НАН Беларуси В.А. Шаршун, доктора технических наук А.В. Клочков, А.Н. Карташевич, В.Р. Петровец.

Практическим результатом научных разработок доктора технических наук Руви́ма Лазаревича Турецкого и его учеников является комплекс машин для проведения на объектах мелиорации культуртехнических работ, которые в то время велись в широких масштабах. В частности, были разработаны и поставлены на производство плуги для торфяно-болотных почв, машины для разделки пласта, глубокорыхлители, орудия для очистки мелкой осушительной сети и систем гончарного дренажа, фрезы для обработки закустаренных земель и другие машины.

Много результативных научных направлений у академика НАН Беларуси и РАСХН Михаила Максимовича Севернёва им вместе с научной школой:

Успешно разработана проблема изнашивающей способности и коррозионной активности сред, типичных для работы сельскохозяйственных машин. Им и его учениками изучен механизм абразивного изнашивания рабочих органов почвообрабатывающих машин, контактирующих с почвой, а также установлены закономерности коррозионных процессов в средах минеральных, органических удобрений и пестицидов, разработаны методы расчёта долговечности деталей сельскохозяйственных машин и практические рекомендации по защите от коррозии и коррозионно-механического износа.

Под его руководством и при непосредственном участии выполнен цикл работ по обоснованию ремонтно-обслуживающей базы для сельскохозяйственной техники.

С учётом трудностей сельскохозяйственного производства, обусловленных нехваткой материально-энергетических ресурсов, выполнены и продолжают проводиться исследования по ресурсосбережению, изысканию альтернативных источников энергии, вовлечению в энергетический баланс солнечной и ветровой энергии, естественно-го холода, биомассы и других источников.

Подтверждением мирового признания его фундаментальных работ служит то, что подготовленная им и его учениками в 1973 году монография «Износ деталей сельскохозяйственных машин» дважды переиздавалась за рубежом: в 1975 году в Индии и в 1995 году в Голландии.

Научная школа академика Игоря Станиславовича Нагорского – это решение вопросов автоматизации средств механизации сельского хозяйства и математическое моделирование сельскохозяйственных машин и агрегатов с целью обоснования на стадии их проектирования рациональных параметров конструкции и режимов работы, обеспечивающих качественное выполнение технологического процесса, высокую производительность и минимальную энергоёмкость. Воспитанники его научной школы – 6 докторов и 17 кандидатов наук работают сегодня в НИИ, преподают в БГАТУ и БГПА, успешно ведут научную работу за рубежом.

Доктора технических наук: В.И. Передня, Л.Я. Степук, И.И. Пиуновский, известны научной общественности и специалистам – практикам республики, стран СНГ и за его пределами как крупные специалисты в области механизации земледелия и животноводства.

Во все время агроинженерная наука республики оказывала значительное влияние на развитие сельского хозяйства. В 50-е – 60-е годы, разработанные машины, среди которых запарники кормов ЗСК-10, культиваторы КОН-2,8, котлы-парообразователи, многочисленные машины для культуртехники и мелиорации производились десятками тысяч штук; в 70-е – 80-е годы наиболее известные разработки: оборудование для кормоцехов КОРК-15 и ЛОС-3, культиваторы чизельные КЧ-5,1 и КЧН-5,4, жатки валковые ЖСК-4, комплекты комбикормового оборудования КН-5 и другие машины также выпускались многосерийно, а тираж производства измельчителя кормов ИСК-3 (удостоенного золотой медали Международной выставки в Брно) превысил 200 тысяч единиц.

#### **Результаты научных разработок на рубеже столетий**

После распада СССР в 1991 г. при становлении государственного суверенитета Республики Беларусь одной из крупнейших проблем развития материально-технической базы сельского хозяйства страны стало его техническое оснащение. Расположенные на территории республики заводы производили всего около 13% номенклатуры сельскохозяйственных машин, использовавшихся в отрасли. Возникновение границ между республиками, распад единого рублевого пространства и единого рынка нарушили систему обеспечения техникой. Поэтому для исправления ситуации в 1996 г. была разработана на основе научных идей, предложенных доктором технических наук И.Н. Шило и одобрена коллегией Минсельхозпрода Республики Беларусь Концепция развития механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства Республики Беларусь на период до 2000 г.

На основе Концепции с учетом приоритетов механизации производственных процессов в отраслях, а также имеющихся в республике финансов, промышленного и научного потенциала была разработана и одобрена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 7 февраля 1998 г. №199 Республиканская программа соз-

дания сельскохозяйственной техники, машин и оборудования для производства и переработки сельскохозяйственной продукции на 1998...2000 годы.

Программой предусматривалось разработать и освоить производство 136 наименований машин и оборудования, в том числе 72 вида техники для производства сельскохозяйственной продукции, 9 – для первичной обработки и хранения и 55 – для промышленной переработки продукции. Одной из основных задач программы 1998...2000 гг. было воспроизводство на новом техническом уровне сельскохозяйственной техники, которая прежде поставлялась из других республик СССР и стран СЭВ. Так, в области тяговой энергетики основной задачей было освоение Минским тракторным заводом серийного производства тракторов класса 3 взамен Т-150К. Во исполнение этого решения освоен выпуск тракторов модели «Беларус» МТЗ-1522 и созданы образцы его гусеничной модификации.

Другая важнейшая задача – это создание отечественного шлейфа машин к новым тракторам «Беларус» МТЗ-1221 и МТЗ-1522. Всего в рамках программы создано 8 новых технических средств к трактору «Беларус» МТЗ-1221, что позволяет существенно повысить загрузку машин этого типа, поступающих в хозяйства республики в массовом масштабе.

В соответствии с программой 1998...2000 гг. в республике впервые и при этом в очень сжатые сроки было освоено производство зерноуборочных комбайнов "Лида-1300" на РУП «Фирма Лидаагропроммап» и КЗР-10, КЗС-10 и КЗС-7 ПО "Гомсельмаш" с объемом производства в 2003 г. около 1000 единиц чем заложены основы отечественного комбайностроения, имеющего перспективы не только в обеспечении потребностей хозяйств республики, но и экспорта в страны СНГ. Машины этих марок хорошо зарекомендовали себя в уборочные кампании 2000..2003 гг.

Оценивая итоги реализации Республиканской программы создания сельскохозяйственной техники, машин и оборудования для производства и переработки сельскохозяйственной продукции на 1998...2000 гг., надо отметить, что все ее задания были выполнены, главным результатом этого стало освоение предприятиями сельхозмашиностроения республики более 70% номенклатуры использующейся в отрасли техники. На 1.01.2003 г. на предприятиях республики производились машины 437 наименований, несмотря на нехватку финансовых средств у заводов-изготовителей для освоения производства новой техники.

Вместе с тем, многие освоенные модели сельхозмашин являлись лишь частично модернизированными образцами техники, разработанной в СССР в конце 80-х, начале 90-х годов. Эти машины закрывали «белые пятна» в обеспечении производства, но не позволяли поднять сельское хозяйство Беларуси на новый уровень развития.

На основе анализа тенденций развития механизации производственных процессов в агропромышленном комплексе республики и за рубежом и с учетом задач, стоящих перед отраслью, учеными БелНИИМСХ, под руководством доктора технических наук В.Н. Дашкова было предложено сформировать новую программу развития сельхозмашиностроения республики на период до 2005 г.

Республиканская программа создания сельскохозяйственной техники и оборудования для производства и переработки сельскохозяйственной продукции на 2002...2005 гг также была утверждена Советом Министров Республики Беларусь. В ней, с учётом состояния средств механизации и возможностей сельхозмашиностроения, предусматривалось:

системный подход к разработке и производству техники, ориентированный на полнокомплектную поставку технических средств для технологических процессов;

рациональное ограничение номенклатуры машин, сокращение материало- и энергоёмкости их на основе блочно-модульного построения типоразмерных рядов, агрегатной унификации и универсализации; поддержание работоспособности техники путём рационального сочетания технических центров заводов-изготовителей по её сервисному обслуживанию с базой ремонтно-обслуживающих организаций и самих хозяйств.

#### **Перспективы агроинженерных исследований**

Экономия материально-энергетических ресурсов – это глобальная проблема XXI века.

Основой повышения эффективности сельскохозяйственного производства республики должно стать техническое перевооружение отрасли с целью снижения энерго- и ресурсоемкости продукции к 2015 году в 1,2...1,3 раза, обеспечения комплексной механизации технологических процессов и высвобождения работающих в сельском хозяйстве (около 60%) от тяжелого ручного труда, негативно влияющего на качество жизни и здоровье сельского населения.

Повышение уровня научно-технического прогресса в сельскохозяйственном производстве на современном этапе, как и раньше, немыслимо без постоянного пополнения фонда научных знаний и творческого использования его в решении прикладных задач. Если иссякнут новые знания, то не будет и практических результатов, поэтому *главной задачей агроинженерной науки в ближайшее десятилетие является создание на основе фундаментальных и комплексных поисковых исследований ресурсосберегающих адаптированных технологий и техники нового поколения, обеспечивающей рациональное взаимодействие рабочих органов с биологическими объектами: почвой, растениями, животными.*

Необходимо также отметить, что техническое переоснащение сельского хозяйства требует внесения необходимых корректив в подготовку инженерно-технических специалистов для села. Современный инженер-аграрник должен не только владеть техническими знаниями и умением организовать работу машинно-тракторного парка, но также обладать определённым технологическим и экономическим багажом и видением перспективы применения новой техники для снижения затрат ресурсов и уменьшения себестоимости продукции.

Какое же обличье обрела сельскохозяйственная техника в процессе своей 80-ти летней эволюции и фактически второй научно-технической революции (60–90 годы) создавшаяся в рамках достаточно обоснованной и утверждённой системы машин? Прежде всего, нужно отметить, что за это время сменилось 4 или 5 поколений техники, которая создавалась в рамках принятых систем машин.

На каждом этапе развития достигалось 1,5–2-кратное повышение энергонасыщенности и общей эффективности, возрастала ширина захвата машин, выросли мощность и рабочие скорости. Существенно выросла технологическая эффективность машин, их надёжность и долговечность. Мощность наиболее применимых тракторов возросла до 180–260, 300–350, 400–422 л.с., а уборочных комбайнов – до 200–260, 300–380 и даже 450–580 л.с.

#### **Выводы**

1. Белорусская агроинженерная наука внесла существенный вклад в развитие сельского хозяйства Беларуси и бывшего СССР. В сложных условиях переходного периода она не утратила ведущей роли в научном обеспечении сельскохозяйственного производства Беларуси.

2. Планируемые разработки позволят, наряду с повышением уровня механизации сельского хозяйства республики, довести долю собственного сельхозмашиностроения

до 85-90% по номенклатуре, что решит наиболее острые проблемы импортозамещения. Кроме того, освоение производства новой конкурентоспособной сельскохозяйственной техники даст возможность увеличить её экспорт.

3. Архиважной задачей является подготовка кадров высшей квалификации, так как рождению принципиально новых творческих идей, а в итоге создания конкурентоспособной техники для сельчан трудно ожидать, если не будет высококвалифицированных, имеющих широкий кругозор лидеров – докторов наук с их научными школами. Кроме того, техническое переоснащение сельскохозяйственного производства должно сопровождаться подготовкой новой генерации агроинженеров, а также активным обучением действующих кадров новым методам работы с использованием современных машин.

#### Литература

1. Скоропанов С.Г. «Крестьянский вопрос» в тысячелетнем зеркале / Весті Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь.- 1998.- № 2.- С.91-93.
2. Дашков В.Н., Нагорский И.С., Севернёв М.М. Этапы становления и перспективы сельскохозяйственной инженерии в Беларуси / Научно-технический прогресс в области механизации, электрификации и автоматизации сельского хозяйства. – Сб. научн. докл. Международной научно-практической конференции, Т. 1.- Минск, 2002.- С. 12-25.
3. Мацепуро М.Е. Творческое применение учения академика В.П.Горячкина в научных исследованиях по механизации сельского хозяйства.- Мн., 1956.- 208 с.
4. Мацепуро М.Е. Вопросы земледельческой механики.- Мн.:Гос. изд-во БССР, 1959.- Т. 1.- 386 с.
5. Вопросы технологии механизированного сельскохозяйственного производства: В 2 т. / ЦНИИМЭСХ; под ред. В.В.Кацыгина.- Мн.: Гос. изд-во с.-х. литер. БССР, 1963-1964.- Т.1-2.
6. Севернёв М.М., Нагорский И.С. Механизация сельского хозяйства / Наука Беларуси а XX столетии. – Минск: Белорусская наука, 2001.- С. 792-800.

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

Шило И.Н.<sup>1</sup>, д.т.н., профессор, Агейчик В.А.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент,  
Романюк Н.Н.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Матюшенко В.Ф.<sup>1</sup>, к.э.н., Агейчик А.В.<sup>2</sup>, Ph. D.

<sup>1</sup>Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

<sup>2</sup>Университетский колледж Лондона, г. Лондон, Великобритания

Совершенствование рабочих органов почвообрабатывающих машин - одно из важнейших условий повышения урожайности продукции и снижения потребления энергоресурсов, так как обработка почвы является наиболее энергоемким процессом в технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур, на которую расходуется до 40% энергетических затрат [1].

Учеными США разработано почвообрабатывающее орудие [2], в котором рабочие органы закреплены на раме жестко, а их стойка выполнена полой, состоящей из двух частей, связанных друг с другом кольцевым механизмом и пружиной сжатия. Недостатками данного орудия являются низкая надежность при повышенных боковых нагрузках, а также недостаточно быстрое возвращение рабочего органа в исходное положение.