

МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭНЕРГЕТИКА

В.Н.Дашков, директор Института механизации сельского хозяйства НАН Беларуси, кандидат технических наук
И.С.Нагорский, академик НАН Беларуси и РАСХН, доктор технических наук, профессор
М.М.Севернев, академик НАН Беларуси и РАСХН, доктор технических наук, профессор
 УДК 631.3:001(476)

От сохи до программированного комбайна: становление и перспективы агроинженерной науки Беларуси

Рассмотрены исторические аспекты становления и развития агроинженерной науки в Беларуси, основные результаты исследований за последние годы, перспективные направления создания новых конкурентоспособных технических средств, а также объективные трудности решения этой проблемы.

The article considers the historical aspects of the establishment and the development of the Belarusian agro-engineering science, the main results of the research in recent years, perspective directions of creating new technical means as well as objective difficulties of solving this matter.

Введение

Конкурентоспособную продукцию растениеводства и животноводства невозможно получать без высокого уровня механизации технологических процессов. Для успешного создания, производства и использования новой техники необходимы агроинженерные исследования, в первую очередь разработка перспективных ресурсосберегающих механизированных технологий, прогнозирование рациональных параметров машин, агрегатов и оборудования, формирование оптимальных составов и планов использования машинно-тракторного парка.

Становление и развитие в последние 70-75 лет сельскохозяйственной инженерии в Беларуси – это прежде всего история создания и деятельности Республиканского унитарного предприятия "Институт механизации сельского хозяйства Национальной академии наук Беларуси".

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. В этом немаловажная роль принадлежит индустриализации сельскохозяйственного производства, превращению его в высокомеханизированную отрасль народного хозяйства.

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

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. На этой станции проходили испытания и апробирование первые сельскохозяйственные машины, создававшиеся в СССР.

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 Мацепуро, возглавлявшему институт более 20 лет – с 1947 по 1967 г. [2].

М.Е. Мацепуро 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). Им обоснованы экспериментально-теоретические подходы к созданию новой техники для комплексной механизации сельскохозяйственного производства. Его монографии [3, 4], изданные в 1956 и 1959 г., положили начало серии научных трудов по проблемам земледельческой, а затем (с 1963 г.) сельскохозяйственной механики – теоретического базиса, способствующего развитию технического прогресса как в сельском хозяйстве, так и в сельскохозяйственном машиностроении. Развитие научных идей академика М.Е.Мацепуро отражено в многотомной коллективной монографии "Вопросы земледельческой (сельскохозяйственной) механики". Обобщены также результаты изучения физической сущности многих технологических процессов [5]: деформации, перемещения и резания почвогрунтов, посева и уборки зерновых колосовых культур, уборки, сушки и хранения зелёных кормов, кормоприготовления в животноводстве, возделывания и уборки льна.

Будучи незаурядным организатором науки, академик М.Е.Мацепуро 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 основных сельскохозяйственных культур, но и "кузница кадров". Его ученики, защитив диссертации, продолжали направление работ своего учителя, а также 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 он внес в развитие сельского хозяйства Беларуси, подготовку ква-

лифицированных кадров для отрасли, возглавляя долгое время Белорусскую государственную сельскохозяйственную академию. И здесь им была сформирована научная агроинженерная школа, из которой вышли такие известные ученые, как член-корреспондент НАН Беларуси В.А. Шаршунов, доктора технических наук А.В. Клочков, А.Н. Карташевич, В.Р. Петровец.

Практическим результатом научных разработок доктора технических наук Рувима 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.

В настоящее время в институте работает целая плеяда известных ученых, вносящих значительный вклад в развитие нашего общества.

Много результативных научных направлений у академика НАН Беларуси и РАСХН Михаила Максимовича Севернёва и его научных школ:

- ♦ 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, химические составы и технология защиты их 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, естественного холода, биомасс и других источников.

Подтверждением мирового признания его фундаментальных работ служит то, что подготовленная им и его учениками в 1973 г. монография "Износ деталей сельскохозяйственных машин" дважды переиздавалась за рубежом: в 1975 г. в Индии и в 1995 г. 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 19 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, П.П. Казакевич известны научной общественности и специалистам-практикам республики, стран СНГ и за его пределами как крупные специалисты в области механизации земледелия и животноводства.

В 1961 г. БелНИИМСХ был преобразован в Центральный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Нечернозёмной зоны СССР, а в 1984 г. становится головной организацией созданного научно-производственного объединения "Белсельхозмеханизация". В настоящее время он снова в составе Национальной академии наук Беларуси, возглавляя в республике работы по механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства.

Во все время своего существования институт оказывал значительное влияние на развитие сельского хозяйства. В 50-60-е годы разработанные в его стенах машины, среди которых запарники кормов ЗСК-10, культиваторы КОН-2,8, котлы-парообразователи, многочисленные машины для культуртехники и мелиорации, производились десятками тысяч штук. В 70-80-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 большими сериями. Так, тираж производства измельчителя кормов ИСК-3, удостоенного золотой медали Международной выставки в Брно, превысил 200 тыс. штук.

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 и одобрена коллегией Минсельхозпрода Республики Беларусь Концепция развития механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства Республики Беларусь на период до 2000 г.

Концепция содержала анализ состояния механизации и автоматизации производственных процессов в растениеводстве и животноводстве, прогнозные данные и основные направления технической политики на перспективу, основополагающие взгляды на стратегию и практику проектирования системы машин, технического оснащения сельского хозяйства, формирования состава машинно-тракторного парка хозяйств и использования техники.

На основе Концепции, с учетом приоритетов механизации производственных процессов в отраслях, а также

имеющихся в республике финансов, промышленного и научного потенциала, разработана и одобрена Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 7 февраля 1998 г. №199 Республиканская программа создания сельскохозяйственной техники, машин и оборудования для производства и переработки сельскохозяйственной продукции на 1998-2000 гг.

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.

Белорусский НИИ механизации сельского хозяйства являлся ответственным исполнителем 66 заданий, которыми предусматривалось создание новых машин для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции (81% всех заданий программы).

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 освоено выпуск тракторов модели МТЗ-1522 и созданы образцы его гусеничной модификации.

Другая важнейшая задача – это создание отечественного шлейфа машин к новым тракторам МТЗ-1221 и МТЗ-1522. Всего в рамках программы создано 8 новых технических средств к трактору 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 Лидаагропромаш" 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. Эти комбайны 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 используемой 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.

Широкое внедрение перспективного комплекса машин обеспечило условия для повышения производительности труда на 25-30%, снижения затрат труда – на 51, топлива –

на 36, металла – на 39%, сокращения в 2-3 раза числа проходов техники по полю, существенного улучшения качества обработки почвы и посева, что позволит повысить урожайность на 10-15% и более.

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, институтом 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 утверждена Советом Министров Республики Беларусь. В ней, с учётом технического состояния средств механизации и возможностей предприятий сельхозмашиностроения, предусматриваются:

системный подход к разработке и производству техники, сориентированный на полнокомплектную поставку технических средств для законченных 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;

организация крупных механизированных отрядов на основе современных высокопроизводительных машин.

Используя богатый багаж научных разработок и сохраняя традиции целенаправленно доводить их до внедрения, коллектив института создал комплекс машин для возделывания, уборки и послеуборочной обработки зерна. Это чизельные культиваторы, типоразмерный ряд комбинированных агрегатов для предпосевной обработки почвы, пневматическая сеялка в полуприцепном варианте, почвообрабатывающе-посевной агрегат, машины для внесения минеральных и жидких комплексных удобрений, энергосберегающие зерносушилки и другие машины, признанные специалистами хозяйств и сельскими механизаторами.

Для механизации возделывания картофеля разработан новый комплекс машин, который включает малообъёмный протравливатель клубней, полунавесную картофелесажалку элеваторного типа, культиватор-окучник с регулируемой геометрией корпуса, копатель-погрузчик, двухрядный картофелеуборочный комбайн и передвижной сортировальный пункт. Все эти машины ориентированы на минимальное травмирование клубней при высокой производительности и малой ресурсоёмкости.

Для заготовки кормов, обеспеченность которыми является важнейшим фактором повышения объёмов про-

изводства, качества и снижения себестоимости животноводческой продукции, разработаны фронтальная ротационная косилка к реверсивному трактору МТЗ класса 2, имеющая производительность 25-30 га за смену, и адаптеры к самоходной косилке, выпускаемой ПО "Гомсельмаш", грабли-ворошилки, ворошитель валков скошенных трав и оборудование для внесения консервантов.

Учитывая важность для республики льна как одной из реальных экспортных культур, в рамках белорусско-русской программы "Лён" разработан комплекс машин для раздельной уборки льна в составе льнотеребилки и подборщика-очёсывателя-оборачивателя. Применение нового технологического комплекса машин для уборки льна обеспечивает в расчёте на гектар экономию 12-18 чел-ч живого труда, 48-55 кг горючего и 5-7 кг металла. Для первичной переработки льна созданы размотчик рулонов, куделеприготовительная и трясильная машины.

В животноводстве должное внимание уделяется механизации приготовления и раздачи кормов, совершенствованию систем микроклимата, созданию оборудования для доения и первичного охлаждения молока с использованием озонобезопасных хладагентов. В качестве примера достижений в этом направлении можно привести типоразмерные ряды оборудования для приготовления комбикормов в условиях хозяйств (производительностью от 0,5 до 10 т/ч).

Эффективность полученных результатов можно проиллюстрировать следующим примером. Так, за счёт внедрённых в хозяйства в 1991-1995 гг. разработок, выполненных только по программе "Механизация", сэкономлено 16 тыс. т условного топлива, 93 млн. кВт·ч электроэнергии, 7 тыс. т металла, 7,7 млн. чел-ч затрат труда [6].

Институт активно взаимодействует как с технологическими институтами, высшими учебными заведениями республики, так и с научными организациями агроинженерного профиля в ближнем и дальнем зарубежье. Примером творческого международного научного сотрудничества является комплексная работа по выполнению совместной белорусско-русской программы "Молоко", которой предусмотрена разработка доильного оборудования, машин и агрегатов для охлаждения молока, сервисного обслуживания доильной техники и переработки молока в качественную молочную продукцию. В ней участвуют 27 организаций, в том числе 4 научно-исследовательских института и 7 заводов Беларуси. Институт механизации сельского хозяйства НАН Беларуси является головным координатором и исполнителем работ, выполняемых белорусской стороной.

В активе института большой объём научной продукции: получено более 1100 авторских свидетельств и патентов на изобретения; опубликованы серии научных трудов ("Вопросы сельскохозяйственной механики" – 28 выпусков, "Механизация и электрификация сельского хозяйства" – 37, сборники научных работ института и материалов международных конференций – 27), ряд монографий, большое число статей в аграрных журналах. Достижения института отмечены большим числом медалей и дипломов ВДНХ БССР и СССР, международных выставок, удостоены Ленинской и трёх Государственных премий.

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 2010 г. 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.*

Для решения этой задачи необходимо совместно с учёными технологических институтов и вузов сосредоточить усилия на следующих направлениях:

провести фундаментальные исследования закономерностей взаимодействия рабочих органов машин со средами и материалами, математическое моделирование и оптимизацию процессов функционирования сельскохозяйственных машин, агрегатов, технических комплексов и энергетических систем в растениеводстве и животноводстве, как основу создания новых технических средств;

выполнить прикладные исследования технологических процессов почвообработки, химизации сельского хозяйства, уборки сельскохозяйственных культур с целью обоснования минимальных негативных воздействий технических средств на биоценоз, уменьшения потерь при уборке и повреждений клубней, плодов, ягод, овощей и другой продукции растениеводства, что сократит на 10-15% отходы при хранении и переработке, обеспечения экологической безопасности населения; научно обосновать новые технологические процессы заготовки кормов и механизации животноводства, обеспечивающие получение животноводческой продукции с меньшими (на 15-20%) удельными затратами энергии за счёт расширенного использования возобновляемых источников энергии, а также естественного холода при её хранении и переработке;

на основе фундаментальных разработок институтов физико-технического профиля Национальной академии наук Беларуси выполнить комплекс исследований по повышению надёжности и долговечности сельскохозяйственной техники, качества и стабильности выполнения технологических процессов, что обеспечит её конкурентоспособность.

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.

Научно-организационные трудности

➤ Самую серьёзную озабоченность вызывает потеря научных кадров, основной причиной которой является ухудшение социального статуса учёных-исследователей.

Динамика изменения численности научных кадров УП "БелНИИМСХ" (рис.) показывает, что штат научных работников в последние годы прошлого столетия сократился по сравнению с 1970 г. в 4 раза. По состоянию же на 1 октября 2003 г. при списочном составе института 251 чел. в нём работают 76 научных сотрудников, в том числе 6 докторов и 31 кандидат наук (48,7% от численности научных сотрудников).

Беспокоит тот факт, что средний возраст докторов наук 66,8, а кандидатов – 53 года. Поэтому настоятельно необходимо пополнение состава кадров молодыми учёными.

➤ Второй серьёзной трудностью проведения агроинженерных исследований является слабая оснащённость приборами и оборудованием: нет современной портативной тензометрической аппаратуры, крайне мало вычислительной техники, используемой в качестве пилотных установок при обосновании конструкции, параметров и режимов работы новых сельскохозяйственных машин и агрегатов на стадии их проектирования, систем автоматизированного проектирования экспериментальных и опытных образцов.

Выводы

1. Белорусская агроинженерная наука и её флагман – коллектив УП "Институт механизации сельского хозяйства НАН Беларуси", который является в республике основным разработчиком сельскохозяйственной техники, внесли существенный вклад в развитие сельского хозяйства Беларуси и бывшего СССР. В сложных условиях переходного периода институт не утратил 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 сейчас задачей является подготовка кадров высшей квалификации, так как рождения принципиально новых творческих идей, а в итоге создания кон-

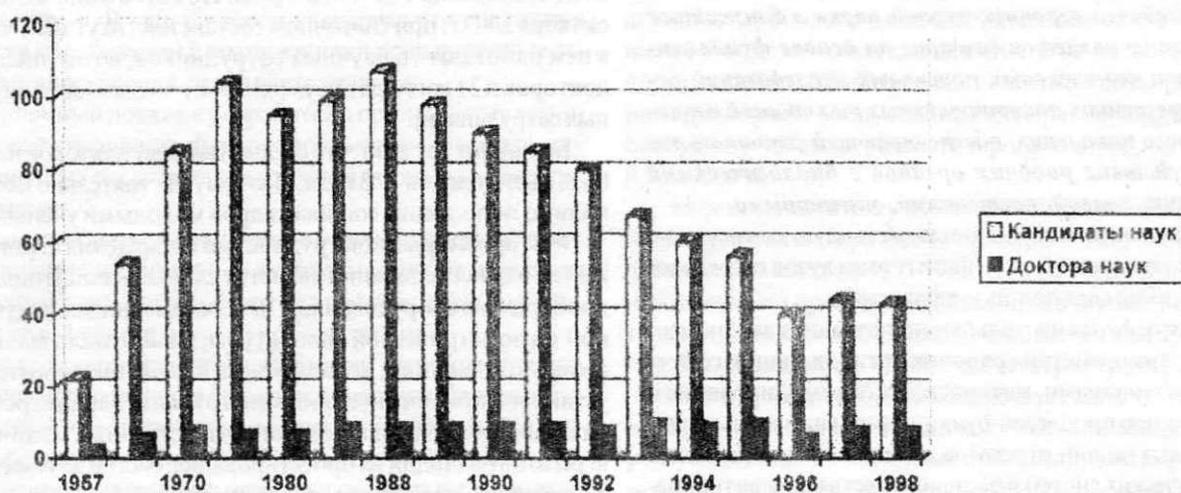
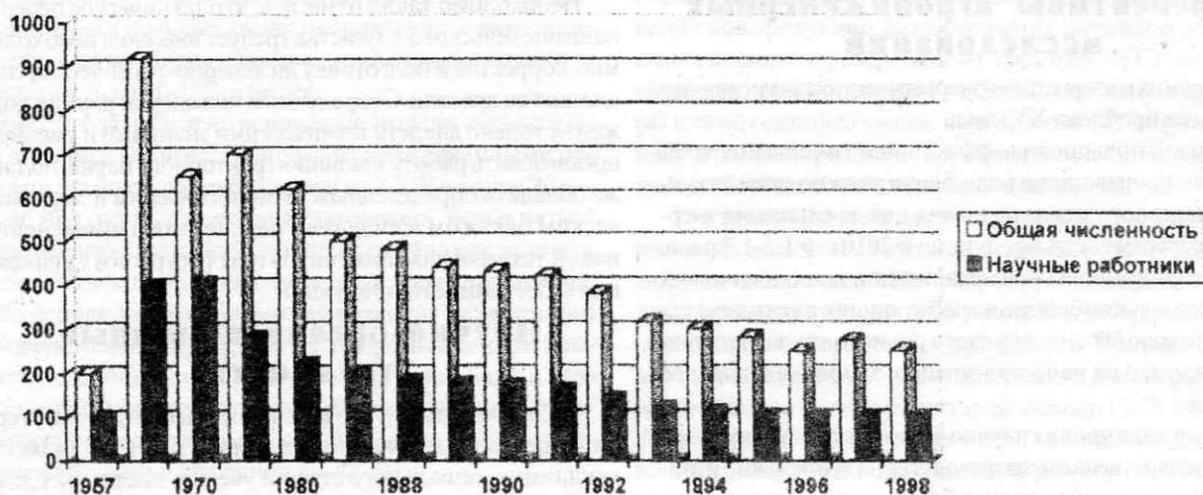


Рис. Динамика изменения численности научных кадров УП "БелНИИМСХ"

курентоспособной 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 Академії аграрних наук Республіки 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 обла-

сти механизации, электрификации и автоматизации сельского хозяйства: Сб. научн. докл. Международной научно-практической конференции. – Минск, 2002. – Т. 1. – С. 12-25.

3. Мацепуро М.Е. Творческое применение учения академика В.П.Горячкина в научных исследованиях по механизации сельского хозяйства. – Минск, 1956. – 208 с.

4. Мацепуро М.Е. Вопросы земледельческой механики. – Минск: Гос. изд-во БССР, 1959. – Т. 1. – 386 с.

5. Вопросы технологии механизированного сельскохозяйственного производства: В 2 т. / ЦНИИМЭСХ; Под ред. В.В.Кацыгина. – Минск: Гос. изд-во с.-х. литер. БССР, 1963-1964. – Т.1-2.

6. Севернёв М.М., Нагорский И.С. Механизация сельского хозяйства / Наука Беларуси в XX столетии. – Минск: Белорусская наука, 2001. – С. 792-800.