



ЮБИЛЕЙ ИНСТИТУТА

С.Н. ПОДДУБКО, канд. техн. наук, доц.
генеральный директор¹
E-mail: bats@ncpmm.bas-net.by

О.М. ЕЛОВОЙ, канд. техн. наук
заместитель генерального директора по научной работе и инновационной деятельности¹
E-mail: omy@bk.ru

¹Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 10.05.2022.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ — ВЕДУЩИЙ КЛАСТЕРНЫЙ ЦЕНТР МАШИНОВЕДЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

DOI: <https://doi.org/10.46864/1995-0470-2022-2-59-5-15>

Объединенному институту машиностроения Национальной академии наук Беларуси в 2022 году исполняется 65 лет.

Как юридическое лицо с таким названием институт создан в 2006 году постановлением Президиума НАН Беларуси от 17 мая 2006 г. № 45 [1]. Данным решением Институт механики и надежности машин (ИМИНМАШ), в основе кадрового состава — «наследник» Института надежности машин, был реорганизован путем присоединения к нему научно-инженерного республиканского унитарного предприятия «Белавотракторостроение». Генеральным директором института назначен Герой Беларуси, академик М.С. Высоцкий.

Исторически днем образования института считается 17 августа 1957 г., когда постановлением Совета Министров БССР был создан Институт машиноведения АН БССР [2]. Толчком для его создания послужило мощное развертывание работ по укреплению народного хозяйства Советского Со-

юза, тогда еще не полностью восстановившегося после опустошительной войны, но впечатлявшего весь мир своими успехами и мобилизационной мотивацией развития экономики. И поскольку важнейшим направлением советской промышленности было машиностроение (прежде всего, автомобиле-, трактор-, станкостроение), то научно-техническое обеспечение этих отраслей возлагалось на отраслевые союзные НИИ. Таким отраслевым центром машиноведения и должен был стать Институт машиноведения АН БССР. Первым директором был назначен кандидат технических наук Г.К. Горанский (1957–1960). Важно отметить, что в то время коллектив института насчитывал 39 человек, а его лаборатории и отделы располагались на площадях профильных заводов [3]. Тогда это было веление времени. Но в последствии такой факт стал «хребтовым» и основополагающим — машиноведческая и машиностроительная наука опиралась на производство, чем и по сей день объясняется взаимная диффузия между промышленностью и наукой в области механики машин. Здесь также уместно отметить, что в 1975 году создан Академический отдел проблемных исследований грузовых автомобилей (ОГрА) двойного подчинения, в котором с 1986 года функционировала академическая лаборатория «Надежность и ресурс автомобилей» двойного подчинения ИНДМАШ–МАЗ под руководством члена-корреспондента Л.Г. Красневского.

Надо заметить, что институт часто менял свое официальное название. В 1963 году он был передан в состав Госкомитета по машиностроению





при Госплане СССР и получил новое название — Институт машиноведения и автоматизации Госкомитета по машиностроению Госплана СССР [4]. В 1966 году включен в состав Министерства Станкостроительной и инструментальной промышленности СССР [5, 6] и переименован в Экспериментальный научно-исследовательский институт машиноведения (ЭНИИМаш) [7].

С 1971 года он снова в составе Академии наук как Институт надежности и долговечности машин (ИНДМАШ) [8, 9]. В этот период директорами института были: член-корреспондент В.Н. Трейер (1960–1965), кандидат технических наук Ф.Е. Счастливленко (1965–1973), член-корреспондент И.С. Цитович (1973–1978), член-корреспондент О.В. Берестнев (1978–2002).

В СССР техническая политика формировалась отраслевыми министерствами и отраслевыми НИИ. Ярким примером может служить и ИНДМАШ, специализация которого на научных проблемах надежности соответствовала глобальным принципам межрегионального разделения в масштабах народного хозяйства всей страны. По данному направлению ИНДМАШ был практически единственным в СССР и достиг в развитии теории и практики исследования и обеспечения надежности машин и технических систем значительных результатов

и неоспоримого авторитета в консолидации с ведущими предприятиями республики и научными центрами Советского Союза. А к моменту распада СССР машиностроительный комплекс Беларуси насчитывал около 500 предприятий и организаций, но не имел специализированных НИИ и, таким образом, остался без научной базы, адекватной его промышленному потенциалу. Отраслевая наука здесь была представлена заводскими конструкторскими и технологическими подразделениями и экспериментально-исследовательскими службами.

В этих условиях и в целях расширения и концентрации исследований в области теории и практики машиностроительного комплекса республики Академия наук в 1992 году создает Научный центр проблем механики машин (НЦ ПММ) на правах академического института. Организатором и первым директором центра был академик М.С. Высоккий, который в тот период был также вице-президентом АН Беларуси и главным конструктором ПО «БЕЛАВТОМАЗ». Создание НЦ ПММ стало закономерным результатом развития многолетних связей Академии наук и ПО «БЕЛАВТОМАЗ». Развивая взаимодействие с предприятиями отрасли, НЦ ПММ в 1995 году выступил инициатором, разработчиком и головной организацией государствен-



ной программы фундаментальных исследований «Механика», а также государственной научно-технической программы «Белавтотракторостроение». Обе программы были предложены и разработаны впервые, а 2-я из них с различным наименованием уже 6-ю пятилетку является крупнейшей в республике ГНТП. С позиций сегодняшнего дня становится очевидной та огромная роль, которую сыграли эти программы для поддержки машиностроения республики и сохранения научно-технического потенциала белорусского машиноведения.

В связи с высокой ответственностью и большими объемами работ по заданиям ГНТП «Белавтотракторостроение», выполняемых академическими, вузовскими и промышленными организациями, в 2000 году на базе хозрасчетных подразделений НЦ ПММ было создано одноименное предприятие — НИРУП «Белавтотракторостроение», к которому перешли функции головной организации по программе. Директором был назначен академик М.С. Высоцкий. Ряд исследовательских подразделений НЦ ПММ вошел в состав ИМИНМАШ, директором которого в 2002 году стал член-корреспондент Л.Г. Красневский (2002–2006).

ГНТП «Белавтотракторостроение» (в последующем ГНТП «Машиностроение», «Инновационное машиностроение и машиностроительные технологии») стала одной из первых программ, нацеленных на разработку, создание и освоение конечной продукции. В ее рамках создан ряд новых и модернизированных моделей автотрактор-

ной техники, освоено их производство, обеспечен небывалый объем экспорта машиностроения. Программа «Механика» стала ее основной научной базой. Научным руководителем обеих программ долгое время был академик М.С. Высоцкий, который возглавлял институт с 2006 по 2012 год.

Надо отметить, что институт с гордостью выполняет возложенную на него ответственную миссию, оставаясь головной организацией по подпрограмме «Автотракторокомбайностроение» ГНТП «Инновационное машиностроение и машиностроительные технологии», где сосредоточены проекты отраслевого развития (новые конструкторские и технологические решения задач научного обеспечения машиностроения при создании и постановке на производство новой автотракторной техники и ее компонентов), подпрограмме «Механика» ГПНИ «Механика, металлургия, диагностика в машиностроении» (вопросы динамики, теории расчета и проектирования машин и материалов, исследование их надежности и ресурса, установление новых закономерностей и свойств).

Дальнейшую прикладную направленность института во многом обеспечивали его руководители с серьезным опытом работы в заводских КБ. В их числе кандидат технических наук А.А. Дюжев (директор с 2012 по 2014 год), и кандидат технических наук С.Н. Поддубко, возглавивший институт в декабре 2014 г. Институт продолжает и укрепляет традиции и свою роль как ведущей научной организации, обеспечивающей разработку наукоемких машин, материалов и технологий машиностроения, их испытания и сертификацию, сопровождение постановки на производство.

Сегодня Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси — ведущая исследовательская организация страны, занимающаяся фундаментальными и прикладными исследованиями в области машиноведения, теории проектирования, мехатронных, электрических компонентов и систем машин и механизмов, новых материалов, в том числе нано- и микроструктурированных. Научно-техническая деятельность института направлена на научное сопровождение, организацию и координацию работ по созданию экспортоориентированной автотракторной и комбайновой техники, высокотехнологичного оборудования, многоуровневых интегрированных электронных систем адаптивного управления и диагностики узлов и агрегатов, интеллектуальных устройств, высокоэнергонасыщенных тракторов и комбайнов, грузовых автомобилей и автопоездов, автобусов (в том числе с электрическими и гибридными силовыми установками), карьерной, лесозаготовительной, дорожно-строительной, коммунальной техники, городского электротранспорта. В современной трактовке задач, стоящих перед машиностроительными производствами, фактически это — компьютерная и технологическая механика, в основе которой лежат



надежность, ресурс и качество машин и оборудования. Институт является организатором ежегодной международной научно-технической конференции «Инновации в машиностроении», Белорусского конгресса по теоретической и прикладной механике «Механика», издателем международного научно-технического журнала «Механика машин, механизмов и материалов» и сборника научных трудов «Актуальные вопросы машиноведения».

Научные исследования и разработки Объединенного института машиностроения НАН Беларуси имеют комплексный характер. Основными их потребителями являются ведущие предприятия машиностроения, а также предприятия, выпускающие оборудование, компоненты и комплектующие для машиностроения и смежных отраслей: ОАО «БЕЛАЗ», ОАО «МАЗ», ОАО «МТЗ», ОАО «МЗКТ».

Мировой уровень результатов подтверждается публикациями в ведущих международных научных журналах, наращиванием экспорта конкурентоспособной отечественной техники, создаваемой с использованием разработок института, в том числе в рамках государственных научно-технических программ. По нашей оценке доля разработок института в объеме экспорта новой техники, созданной только в рамках ГНТП, составляет от 9 до 12 % в стоимостном выражении. Эти результаты используются при выполнении НИОКР по разработке и освоению производства новой конкурентоспособной, импортозамещающей и экспортноориентированной продукции машиностроительных предприятий.

За последние 5–7 лет выполнен целый ряд разработок фундаментального и прикладного характера, в том числе не имеющих зарубежных аналогов, которые внедрены и используются в промышленности. Основные из них следующие.

Для ОАО «БЕЛАЗ» решен важный вопрос — разработанная в институте спецсталь принята к серийному производству всего типоряда крупногабаритных зубчатых колес. «Виртуальное литье» позволило уже в первой опытной партии отливок получить 100 % заготовок, пригодных

для дальнейшего производства без повторных натурных испытаний. Внедрение стали на серийно выпускаемых карьерных самосвалах БЕЛАЗ обеспечило увеличение их гарантированного пробега в 1,5 раза, снижение числа аварийных отказов проблемных деталей и узлов, что позволило достичь срока службы несущих систем, равного жизненному циклу самосвала. Эффект от внедрения составляет около 900 тыс. долл. США. Бортовая система автоматизированного вибромониторинга трансмиссионных узлов большегрузных самосвалов БЕЛАЗ не имеет аналогов на постсоветском пространстве. Предназначена для контроля технического состояния трансмиссионных узлов мобильных машин в процессе их эксплуатации. Оригинальность разработанных методов диагностирования и новизна технических решений подтверждена рядом патентов. Система апробирована в эксплуатационных условиях в карьерах. Разработаны опытные образцы модульных средств для скоростной прецизионной механической обработки панелей для печатных плат. Этими средствами ОАО «Планар» оснащает оборудование, идущее на рынки Кореи и Японии. Решен вопрос импортозамещения систем сложной и дорогостоящей электрогидравлики BOSCH для тракторов МТЗ. Экономия от внедрения составляет около 1,4 тыс. евро на трактор. В перспективе это позволит выйти на рынки России, стран Восточной дуги. В ОДО «ДОРМАШЭКСПО» изготовлен опытный образец комбинированной коммунальной машины, начато серийное производство. Мингорисполком поддерживает предложения института о создании такой машины на электроприводе. Соответствующий проект сформирован совместно с ОАО «БЕЛАЗ». В СЗАО «Завод Сантэкс» освоено производство травмобезопасных мобильных прицепных демпферных устройств для машин прикрытия дорожных служб легкой и тяжелой серии. Разработаны и внедрены технологии инженерии поверхности для придания продукции машиностроения заданных свойств в заданных условиях работы, в том числе для защиты от биокоррозии (в разы дешевле аналогов, простота и надежность



эксплуатации). Потребители — предприятия России, Кореи, Китая. Модернизированной технологией динамической стабилизации решена проблема качества и ресурса фрикционных дисков для самосвалов БЕЛАЗ. Поставлено 2 установки для АО «Концерн «Уралвагонзавод» в рамках сотрудничества с российским производителем. С этой технологией институт планирует войти в Рособоронзаказ. Нанодисперсные биоразлагаемые пластичные и жидкие смазочные материалы, лабораторный комплекс легирования базовых масел функциональными присадками для получения нанодисперсных биоразлагаемых смазочных материалов и выделения жирных кислот из триглицеридов рапсового масла КЛМ 30-01 внедрены в ООО «Евразия лубрикантс» и ОДО «Спецсмазки».

В процессе формирования и становления Объединенного института машиностроения НАН Беларуси зародились и получили дальнейшее развитие научные школы, многие ученые и специалисты которых и сегодня составляют кадровый костяк института.

Научной школой, основоположниками которой являются члены-корреспонденты И.С. Цитович и О.В. Берестнев, получившей развитие под руководством профессора В.Б. Альгина, созданы научные основы прогнозирования, нормирования и обеспечения надежности, безопасности и долговечности изделий машиностроения, развивается ресурсная механика мобильных машин. Это исторически сложившееся «магистральное» направление научной деятельности Объединенного института машиностроения НАН Беларуси. Школа функционирует на основе научно-технических центров «Карьерная техника», «Сельскохозяйственное машиностроение» и «Технологии машиностроения и технологическое оборудование».

Школой докторов физико-математических наук М.И. Гитгарца и В.А. Кукарко развиваются физические основы прочности и износостойкости материалов. Школой доктора технических наук В.И. Моисеенко создаются технологии получения литых заготовок со свойствами проката и рециклинга конструкционных материалов. Школой доктора технических наук М.А. Белоцерковского разрабатываются технологические процессы и оборудование для получения высокопрочных и износостойких покрытий. Одной из самых авторитетных в области усталости машиностроительных конструкций стала школа доктора технических наук Е.К. Почтенного. Школой члена-корреспондента Л.Г. Красневского развивается теория и системы управления многоступенчатыми трансмиссиями мобильной техники.

Одним из важных и перспективных направлений деятельности института является создание и развитие основ цифрового проектирования машин и компонентов. Это направление пред-



ставлено широко известной научной школой академика М.С. Высоцкого, является одним из ключевых в концепции формирования цифровых производств будущего, так как отвечает за наиболее сложную и наукоемкую стадию — разработку нового изделия с учетом комплекса технических и экономических требований. Научной школой академика П.А. Витязя развивается перспективное направление разработки новых алмазосодержащих материалов и формирования защитных покрытий на основе нанотехнологий. Школой профессора Л.А. Сосновского созданы научные основы трибофатики и механотермодинамики — новых направлений на стыке механики разрушения, трибологии и термодинамики.

Специалистами Объединенного института машиностроения НАН Беларуси освоено применение цифровых технологий: 3D-печати, реверс-инжиниринга, прямого 3D-моделирования и работы с поверхностями произвольной формы, виртуальной реальности, виртуального моделирования различного вида испытаний машин и компонентов, включая быстропротекающие процессы (краш-тесты), расчеты усталости конструкций при случайном эксплуатационном нагружении, выполнение междисциплинарных исследований, разработки и совершенствования алгоритмов управления мехатронных систем. Разработанные и апробированные методики и подходы охватывают полный цикл проектирования машиностроительной продукции в цифровом виде (от дизайна новой продукции, разработки и проверки компоновочных решений, моделирования и анализа прочностных и эксплуатационных свойств, оптимизации конструкций, отладки алгоритмов систем управления до разработки программ форсированных испытаний и оценки долговечности в прогнозируемых условиях эксплуатации). Разрабатываемые программы и методики проведения экспериментальных исследований и испытаний машин и их компонентов позволяют в десятки раз сократить временные и денежные затраты на создание техники.

Имеющийся научно-технический задел в области цифрового проектирования машин и компонентов является базой для успешного освоения



и развития важных перспективных технологий, оказывающих значительное влияние на цифровизацию промышленности — цифровые двойники, промышленный интернет вещей, «облачные» технологии, искусственный интеллект, большие данные, беспилотные технологии, технологии виртуальной и дополненной реальности. Одним из примеров апробации развиваемых методов является разработанный специалистами института макетный образец электромобиля с кузовом каркасно-панельной конструкции, представленный Президенту Республики Беларусь 5 мая 2020 г. в ходе демонстрации достижений НАН Беларуси в области электротранспорта.

В промышленности осваиваются результаты ряда новых крупных проектов, выполненных и продолжающихся с участием института (фактически отраслевые проекты с ОАО «БЕЛАЗ», ОАО «МАЗ», ОАО «МТЗ», ОАО «Могилевлифтмаш», ОАО «УКХ «БЕЛКОММУНМАШ»): междугородний и аэродромный автобусы, грузовики повышенной грузоподъемности с евротребованиями по экологии; карьерные самосвалы особо большой грузоподъемности с новыми трансмиссиями и электросиловыми установками на борту. Они имеют успех на рынках — это подтверждает объем экспорта новой освоенной техники по нашим разработкам [10].

Наши главные цели НИОКР — новая автотракторная техника (ОАО «БЕЛАЗ», ОАО «МАЗ», ОАО «МТЗ», ОАО «МЗКТ», ОАО «Гомсельмаш», ОАО «УКХ «БЕЛКОММУНМАШ»), наукоемкие компоненты с высокой добавленной стоимостью (ОАО «Экран», ОАО «Измеритель»), в том числе для точного электронного машиностроения (ОАО «Планар»), технологическое оборудование ОАО «Могилевлифтмаш», ОАО «МЗАЛ им. П.М. Машерова».

Исходя из этих целей и задач выстраивается структура Объединенного института машиностроения НАН Беларуси под нужды промышленности, конкретные проекты, максимально охватывающая профильные отрасли: научные подразделения представляют собой научно-технические (НТЦ) и научно-инжиниринговые (НИЦ) центры. Специфика их работы — прямое взаимодействие с пред-

приятиями на принципах диффузии. В настоящее время в институте 7 центров, в которых работают около 230 человек, в том числе 10 докторов, 26 кандидатов наук. Ими за последнее десятилетие опубликовано более 40 монографий, около 2 тыс. научных статей и докладов, получено более 200 патентов, подано 170 заявок, действуют 3 товарных знака, заключено около 20 лицензионных договоров, выполнены десятки крупных инновационных проектов в рамках программ различных уровней, в том числе Союзного государства.

Создана и постоянно актуализируется электронная база данных объектов права промышленной собственности института, позволяющая осуществлять своевременный мониторинг и управление ОПС. Патентно-лицензионная деятельность института получила высокую оценку — в 2017 году Евразийское патентное ведомство наградило нас золотой медалью имени В.И. Блиникова «За вклад в изобретательское и патентное дело». О высоком качестве патентно-лицензионной деятельности свидетельствует факт 100-процентной выдачи охранных документов по заявкам в национальный и зарубежные патентные органы. Благодаря высокому уровню проводимых патентных исследований НЦИС включил институт в состав организаций, рекомендуемых для выполнения патентных исследований сторонним заказчиком. По оценке Евразийской патентной организации, за 30 лет патентной деятельности в Республике Беларусь наш институт входит в тройку лидеров среди всех организаций страны.

В 2011 году в Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси создан совет по защите диссертаций Д 01.15.01, действует аспирантура и докторантура. За последние 10 лет подготовлено более 30 специалистов и научных работников высшей квалификации, более половины — по заявкам предприятий. Из них защитили диссертации 22 человека (в том числе 12 сотрудников института).

На протяжении многих лет одним из основных направлений научной деятельности были и остаются работы в области создания, исследования, проектирования и расчетов силовых приводов мобильных машин и их компонентов: кинематика, динамика, прочность, долговечность, надежность мобильной техники. На современном этапе автоматизированные силовые приводы мобильных машин, работающие в комплексе со всеми типами современных силовых установок (тепловыми, электрическими или гибридными (комбинированными) источниками энергии), определяют технический уровень мобильной техники. Многолетний опыт участия в проектировании, исследованиях и испытаниях тяжелых трансмиссий в составе многоосных транспортных средств стал базой формирования компетенций института в области автоматизированных приводов с ГМП.

В рамках заданий ГПНИ «Механика» в Республике Беларусь сформировались и получили дальнейшее развитие исследования в области электрических и гибридных силовых установок (ГСУ) транспортных машин. Промежуточным результатом работ по данному направлению стали лабораторные макетные образцы и стендовое оборудование для исследования характеристик и алгоритмов управления компонентами электропривода и ГСУ. В 2017 году исследования Объединенного института машиностроения НАН Беларуси вышли на стадию практического внедрения в новые поколения силовых установок и автоматизированных приводов на машиностроительных предприятиях страны.

В настоящее время передовые страны вошли в 4-ю промышленную революцию «Индустрия 4.0», связанную с широким внедрением «цифровых производств», в которых весь производственный и жизненный цикл изделия от разработки до утилизации основан на технологиях компьютерного инжиниринга, промышленного интернета, автоматизированного производства. Наш Республиканский компьютерный центр машиностроительного профиля (РКЦМП) готов к этому. За последнее десятилетие совместно с предприятиями Министерства промышленности РКЦМП выполнял НИОКР в рамках более чем 30 заданий ГНТП «Машиностроение и машиностроительные технологии», открыл для себя новое перспективное направление — по собственным разработкам совместно с партнерами создана малогабаритная коммунальная машина, не имеющая аналогов в СНГ по функциям и цене, которая уже осваивается в производстве и прекрасно зарекомендовала себя в эксплуатации.

НТЦ «Карьерная техника» фактически обеспечивает координацию работ НТЦ НАН–БЕЛАЗ (руководители — академик П.А. Витязь и генеральный директор ОАО «БЕЛАЗ» П.А. Пархомчик), в рамках которых разработаны и освоены в холдинге новые конструкционные материалы и технологии получения крупногабаритных деталей и агрегатов ответственного назначения для карьерной техники. Для реализации этих задач по инициативе Героя Беларуси, доктора технических наук П.Л. Мариева в 2007 году в институте создан данный НТЦ. В результате в металлургических, литейных и машиностроительных производствах (Беларуси, России, Евросоюза) освоены гамма новых сталей, конструкции агрегатов и технологии их изготовления для мобильных машин большой мощности. Это во многом позволило создать полностью локализованное в Беларуси производство крупногабаритных литосварных рам. В результате надежность и ресурс трансмиссии и несущих систем карьерных самосвалов БЕЛАЗ увеличены в разы, а по рамным конструкциям — более чем в 10 раз до пробега не менее 1 млн км. По этому показателю техника ОАО «БЕЛАЗ» сегодня не усту-

пает продукции мировых лидеров — Caterpillar (США) и Komatsu (Япония) — и гарантированно удерживает треть мирового рынка. Задача для Минпрома и науки — на основе этих технологий и сталей создать новые и альтернативные производства в ОАО «БЕЛАЗ» и ОАО «БМЗ».

Центр развивает направление «интеллектуальный карьер и мониторинг свойств техники» — прогнозирование ресурса отдельных агрегатов и узлов, оптимальные сроки службы карьерных самосвалов для правильного формирования программы техперевооружения парка и экономии материальных и финансовых средств добывающих предприятий, создания и оптимального обслуживания «умных» объектов сервисной инфраструктуры и транспортной навигации. Разработаны методы расчета реальной надежности технически сложных изделий. Кроме того, ученые центра составляют «мозговой костяк» Национального технического комитета по стандартизации «Надежность в технике» (ТК ВУ33).

Вопросы обеспечения технического уровня и надежности тракторов и сельхозмашин, поиск новых технических решений в конструкциях сельскохозяйственной техники возложены на НТЦ «Сельскохозяйственное машиностроение». Сотрудниками центра ведутся работы и в области нормирования надежности сельхозмашин. Ими разработан целый ряд стандартов и ТНПА в этой области. Фактически центр организует работу Национального технического комитета по стандартизации ТК ВУ11 «Тракторы и машины для сельскохозяйственных работ и лесоводства». Для тракторов производства ОАО «МТЗ» мощностью от 150 до 420 л. с. предложен типоразмерный ряд двухпоточных гибридных электромеханических трансмиссий семейства электрифицированных самоходных сельскохозяйственных машин малой мощности для использования в составе закрытых сельскохозяйственных объектов, новых тракторов для стран Юго-Восточной Азии, Африки и Латинской Америки, колесный трактор с прогрессивной энергосберегающей силовой передачей.

Институт активно осваивает новые направления и технологии, ставшие мировыми трендами. Это развитие и широкое внедрение тягового электропривода: гибридные силовые установки (комбинация ДВС и электропривода) и полностью электрические приводы, в том числе на топливных элементах; пошаговая интеллектуализация транспорта от внедрения систем помощи водителю до беспилотного транспорта с использованием современных бортовых интеллектуальных систем и возможностей спутниковых систем навигации и позиционирования (GPS и ГЛОНАСС).

Руководство государства и Правительства уделяют особое внимание развитию электроэнергетики и «зеленой» экономики. С выводом БелАЭС на полную мощность страна должна быть готова

к максимальному переходу на электропотребление, в том числе на современных видах транспорта. Здесь важно не упустить время, поэтому Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси запланировал и реализует крупные проекты по электротранспорту и гибридным технологиям. С 2017 года началась активная работа по формированию и наработке компетенций в области развития электротранспорта в Республике Беларусь и создания новых производств компонентов для электромобилей различного назначения. Разработку отечественного электромобиля осуществил НИЦ «Электромеханические и гибридные силовые установки мобильных машин», который под непосредственным руководством генерального директора института С.Н. Поддубко стал своего рода республиканским кластерным ядром электротехнологий.

В компетенции центра — работы по созданию электромобилей, электропривода нового поколения на основе высокомоментной электромашинки переменного тока на постоянных магнитах для ОАО «БЕЛАЗ», электробуса и гибридного автобуса на базе машин ОАО «УКХ «БЕЛКОММУНАМАШ» с зарядкой на диспетчерских пунктах. Совместно с НПЦ НАН Беларуси по материаловедению создается новый эффективный материал для суперконденсатора и накопителей, которые дешевле и эффективнее дорогостоящих и тяжелых бортовых аккумуляторных батарей.

По результатам посещения 5 мая 2020 г. Главой государства Республиканского полигона для испытаний мобильных машин дана высокая оценка результатов исследований и разработок института в области машиностроения, в том числе достижений в создании отечественных компонентов электропривода для электротранспорта, перспективных задач в этой сфере, а также деятельности в части испытаний мобильных машин.

Одними из ярких достижений института в этой области за последние 5 лет можно отметить макетный образец легкового электромобиля на базе серийного прототипа GEELY SC-7; образцы тяговой аккумуляторной батареи электромобиля; электронные системы управления тяговой батареей и электродвигателем; образец отечествен-



ного электродвигателя легкового электромобиля; концепция и дизайнерские решения макетного образца электромобиля каркасно-панельной конструкции; экспериментальные образцы электромобиля типа минивэн, электромобиля типа родстер; компьютерные модели с исследованиями прочности, маневренности, тягово-скоростных свойств электромобиля, термодинамики вариантов системы охлаждения батарей электромобиля; конструкторская документация. Изготовлены детали конструкции макетного образца электромобиля, система расчета, принципы конструирования и испытаний электропривода, аккумуляторной батареи и силовой электроники под любой (заданный) кузов электромобиля, гибридная силовая установка карьерного самосвала БЕЛАЗ грузоподъемностью 90 т, электросиловая установка для электрогрузовика МАЗ-4381ЕЕ для городских и пригородных перевозок (в институте разработаны и изготовлены электродвигатель с коробкой передач, накопитель энергии, силовая и управляющая электроника и отдельные детали экстерьера кабины данного электромобиля), электропривод для льдозаливочного комбайна производства ОАО «МТЗ» (электродвигатель, силовая и управляющая электроника, накопитель энергии).

Центр также разворачивает работы по электрификации и роботизации мобильных машин, в том числе по беспилотному транспорту. Совместно с БГУИР и БНТУ создано беспилотное шасси на базе минитрактора МТЗ-132 Н для МЧС (пожаротушение, работа в зараженной местности). С использованием наработок и компетенций института за короткий срок создана и апробирована на тракторе производства ОАО «МТЗ» система беспилотного управления механизмами трактора и навесным агрегируемым оборудованием. Работа трактора в беспилотном режиме в 2021 году продемонстрирована Главе государства и получила высокую оценку. Совместно с ОАО «БЕЛАЗ» начинается проект создания роботизированного карьерного самосвала на основе беспилотных технологий. Успешное выполнение этого проекта к концу 2022 года закрепит заглавные позиции Академии наук в области беспилотных машин и фактически откроет для нашей страны новую



нишу рынка карьерной техники с локализацией таких технологий.

В 2008 году создан научно-технический центр автотракторной электроники и электромеханики, который в июле 2014 года реорганизован в НИЦ «Бортовые системы управления мобильных машин». Центр участвовал в разработке и подготовке производства в ОАО «Экран» систем активной безопасности и бортовых систем управления. За 15 лет в ОАО «Экран» выпущено более 200 тыс. комплектов АБС и АБС/ПБС на сумму свыше 200 млн долл. США. Разработанные принципы построения и конструкционные решения, предложенные учеными центра, позволили создать отечественную систему управления навесным устройством трактора, отказаться от дорогостоящих аналогов и освоить серийный выпуск компонентов в ОАО «Измеритель». Уже более 66 тыс. тракторов BELARUS оснащены этой системой. Автоэлектроника, сервисная инфраструктура, транспортная навигация (в том числе ГЛОНАСС) — это тоже компетенции центра, признанные в Союзном государстве. И в настоящее время ученые центра совместно с предприятиями России и Беларуси разрабатывают информационно-аналитическую систему определения местоположения автотранспортного средства и информирования об аварийной ситуации.

Научные исследования в области инженерии поверхностей позволили сотрудникам НТЦ «Технологии машиностроения и технологическое оборудование» создать оборудование и технологии нанесения покрытий, которые способны длительное время противостоять изнашиванию, сохраняя стабильность структурно-фазового состояния в условиях высоких нагрузок и температур. В настоящее время они внедрены более чем на 50 предприятиях Беларуси, России, Украины, Республики Корея, работают в условиях открытого космоса. Как показывает практика, внедрение новых технологий поверхностной инженерии обеспечивает многократное увеличение эксплуатационной стойкости деталей, узлов и агрегатов мобильных машин и технологического оборудования. В части новых материалов и технологий институт постоянно предлагает предприятиям материалы,



оборудование и технологии для улучшения механических свойств изделий машиностроения (защита поверхностей, композиционные и наноструктурированные материалы с заданными свойствами, испытательное оборудование).

В составе данного НТЦ функционирует Центр структурных исследований и трибомеханических испытаний материалов и изделий машиностроения, который аккредитован в области испытаний механических свойств и исследования структуры материалов и изделий машиностроения. Центр проводит анализ структуры, фазового состава, а также определение механических и триботехнических свойств конструкционных материалов (в том числе при высоких температурах) и упрочненных слоев для теплоэнергетического, химического, машиностроительного, строительного и другого оборудования. В центре выполняются уникальные биомеханические исследования имплантатов медицинского назначения, материалов, инструментов и предметов оборудования машиностроения.

Институт завоевал авторитет признанного лидера в сфере испытаний и сертификации. Этому способствовал крупномасштабный инвестиционный проект по строительству и вводу в эксплуатацию Республиканского полигона для испытания мобильных машин. Полигон аккредитован в национальной системе испытательных лабораторий. Ему присвоен статус технической службы E28Q в рамках Женевского соглашения 1958 года.

Полигон наращивает объемы работ по испытаниям автотехники и в настоящее время проводит испытания по 52 Правилам ООН, 125 национальным и межгосударственным стандартам. В компетенции полигона — исследования с последующим предоставлением заключения о безопасности как единичных, так и переоборудованных транспортных средств. Сегодня на полигоне испытывают продукцию крупнейшие машиностроительные предприятия Беларуси, России, Китая. В 2017 году совместно с китайскими коллегами начаты испытания систем экстренного реагирования на аварии (ЭРА-ГЛОНАСС, ЭРА-РБ). В целях расширения области аккредитации полигона и укрепления наших позиций на рынке испытаний

совместно с ОАО «Белшина» институт реализует проект по созданию инфраструктуры для испытаний и сертификации шин.

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси аккредитован в национальной системе аккредитации Республики Беларусь как орган по сертификации средств наземного транспорта, машин и оборудования и систем менеджмента. Это вопросы сертификации продукции машиностроения, автомобилестроения, сельхозмашиностроения, дорожно-строительной техники в рамках Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь, а также продукции машиностроения на соответствие требованиям ряда технических регламентов Таможенного союза. Данная сфера — основа деятельности института как органа по сертификации «АКАДЕМ-СЕРТ», который аккредитован по ТР ТС 07/2011, ТР ТС 010/2011, ТР ТС 018/2011, ТР ТС 031/2011, имеет команду профессиональных экспертов-аудиторов. Постоянными заказчиками услуг по сертификации являются машиностроительные предприятия и заводы-изготовители автокомпонентов Беларуси, России, Китая. На базе полигона организована работа Национального технического комитета ТК ВУ7 «Колесные транспортные средства».

В 2007 году начал выходить в свет международный научно-технический журнал «Механика машин, механизмов и материалов», учредителем которого стал институт. В 2012 году издан первый выпуск сборника научных трудов «Актуальные вопросы машиноведения». Оба периодических издания включены Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь в Перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований и в базу данных Российского индекса научного цитирования.

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси — активный участник в области выставочной деятельности. Среди новинок, представляемых на экспозициях, были: электромобиль GEELY ELECTRO; грузо-пассажирский минивэн JOYLONG EF5 ELECTRIC; каркасно-панельный электромобиль ACADEMIC ELECTRO; электромобиль ELECTRO ROADSTER; комбинированная коммунальная машина; мобильное прицепное демпферное устройство; компоненты тягового электропривода; услуги по расчету, дизайну, проектированию, моделированию, виртуальным испытаниям транспортных средств и их компонентов; услуги по исследованиям, проектированию и испытаниям электромобилей и базовых компонентов электропривода, испытаниям тяговых батарей и их компонентов; услуги по испытаниям и сертификации мобильных машин; технологии и оборудование инженерии поверхности; нанокпозиционные пластичные смазки различного функционального назначения; сверхтвердые композиционные материалы на основе микро- и нанопорошков кубического нитрида бора.

В институте в 2017 году созданы 2 отраслевые лаборатории: по исследованиям и испытаниям автокомпонентов и мобильных машин и по исследованиям, проектированию и испытаниям электромобилей и базовых компонентов электропривода. Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси обеспечивает деятельность 6 машиностроительных кластеров, созданных на его базе (в области карьерной техники, цифрового проектирования, инженерии поверхности, металлургии, электротранспорта, полигонных испытаний).

За последние годы в институте создана современная экспериментальная и методическая база, позволяющая выполнять исследовательские и сертификационные испытания компонентов электрических силовых установок (электродвигатели и тяговые преобразователи мощностью до 200 кВт, аккумуляторные накопители энергии, преобразователи напряжения) по оценке соответствия действующим требованиям безопасности (Правила ООН № 85 и № 100). Созданы производственные площадки для изготовления опытных и экспериментальных образцов — от отдельных систем и узлов до полной сборки легких электромобилей. С 2021 года на данных площадях реализуется сборочное производство силового электропривода льдозаливочных комбайнов BELARUS КЛ-418, выпуск которых организован в ОАО «МТЗ» по поручению Главы государства.

Плотная работа с техническими вузами позволяет создавать и развивать совместные кафедры. Это способствует, но не решает задачу подготовки современных кадров для машиностроения. Для этого нам нужна двухсторонняя диффузия в системе «вузы — институт — отрасли».

Подводя некоторые итоги, можно с уверенностью заявить, что деятельность института на всех этапах его развития находится в неразрывной связи с решением наукой масштабных народно-хозяйственных задач, способствует развитию машиностроительного комплекса и укреплению экономического потенциала страны.

В основном силами института подготовлен проект будущего «Национальный электротранспорт», который в принципе включает все важнейшие НИОКР и производства, планируемые к реализации в рамках различных программ. Также фактически силами института разработаны на период 2021–2025 годов подпрограмма «Развитие электротранспорта» Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника», Комплексная программа развития электротранспорта, подпрограмма «Автотракторокомбайностроение» ГНТП «Инновационное машиностроение и машиностроительные технологии», включающие ряд задач по новой электромобильной технике и компонентам электропривода.

Используя и развивая нарабатанные компетенции в данной сфере, институт может выступать

специализированной площадкой для выполнения заказных работ по созданию любой электромобильной техники, в том числе эксклюзивного характера и в экспортном исполнении (тюнинг-ателье).

Основываясь на кластерном развитии, ставится задача концентрации кадров на прорывных направлениях и критических технологиях и планируется в таких областях создание отраслевых лабораторий (беспилотные электротехнологии, сельхозмашиностроение, прецизионное технологическое оборудование). Это хороший инструмент оснащения современным оборудованием и фактически «мобильной кластеризации» НИОКТР и их активной апробации в производстве.

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси будет и в дальнейшем развивать научные школы, в которых он занимает лидирующее положение — теоретические основы надежности и качества техники, прогнозирование ресурса, цифровизация производства, двигатели и приводы для транспортных, технологических и космических систем, накопители энергии и системы управления, испытания и сертификация техники, инженерия поверхности, «умные» машиностроительные материалы и смазки. Являясь координатором в этих областях, институт решает ряд задач, используя обширные научно-технические связи.

Наши партнеры — целый ряд академических организаций (прежде всего ОФТН), вузов, конструкторских бюро, научно-практических и научно-технических центров, предприятий разных отраслей и ведомств. Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси выражает им признательность и уверенность в дальнейшем плодотворном сотрудничестве.

Список литературы

1. Постановление Президиума НАН Беларуси, 17 мая 2006 г., № 45.
2. Постановление Совета Министров БССР, 17 авг. 1957 г., № 528.
3. Доклад Горанского Г.К. О работе Института машиноведения АН БССР с периода организации // Отчет института за 1958 год. — С. 46–47.
4. О мерах по улучшению деятельности АН СССР и АН союзных республик: постановление Совета Министров СССР, 11 апр. 1963 г., № 436.
5. Постановление Совета Министров СССР, 17 дек. 1965 г., № 1083.
6. Приказ Министра Станкостроительной и инструментальной промышленности СССР, 9 февр. 1966 г., № 30.
7. Приказ Министра Станкостроительной и инструментальной промышленности СССР, 11 нояб. 1966 г., № 483.
8. Постановление ЦК Компартии БССР и Совета Министров БССР, 30 июля 1971 г., № 235.
9. Постановление Президиума Академии наук БССР, 19 окт. 1971 г., № 17.
10. Краткий отчет о деятельности НАН в 2021 году. — Минск: Беларус. навука, 2022. — 91 с.

PODDUBKO Sergey N., Ph. D. in Eng., Assoc. Prof.

Director General¹

E-mail: bats@ncpmm.bas-net.by

YELOVOY Oleg M., Ph. D. in Eng.

Deputy Director General for Research and Innovations¹

E-mail: omy@bk.ru

¹Joint Institute of Mechanical Engineering of the NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Received 10 May 2022.

JOINT INSTITUTE OF MECHANICAL ENGINEERING IS THE LEADING CLUSTER CENTER OF MACHINE SCIENCE OF THE REPUBLIC OF BELARUS

DOI: <https://doi.org/10.46864/1995-0470-2022-2-59-5-15>

References

1. *Resolution of the Presidium of the NAS of Belarus*. May 17, 2006, no. 45 (in Russ.).
2. *Resolution of the Council of Ministers of the BSSR*. August 17, 1957, no. 528 (in Russ.).
3. Report of Goransky G.K. About the work of the Institute of Machine Science of the Academy of Sciences of the BSSR since the organization. *The Institute's report for the year 1958*, pp. 46–47 (in Russ.).
4. On measures to improve the activities of the Academy of Sciences of the USSR and the Academy of Sciences of the Union Republics. *Resolution of the Council of Ministers of the Soviet Union*. April 11, 1963, no. 436 (in Russ.).
5. *Resolution of the Council of Ministers of the Soviet Union*. December 17, 1965, no. 1083 (in Russ.).
6. *Order of the Minister of Machine Tool and Tool Industry of the Soviet Union*. February 9, 1966, no. 30 (in Russ.).
7. *Order of the Minister of Machine Tool and Tool Industry of the Soviet Union*. November 9, 1966, no. 483 (in Russ.).
8. *Resolution of the Central Committee of the Communist Party of the BSSR and the Council of Ministers of the BSSR*. July 30, 1971, no. 235 (in Russ.).
9. *Resolution of the Presidium of the Academy of Sciences of the BSSR*. October 19, 1971, no. 17 (in Russ.).
10. *Kratkiy otchet o deyatelnosti NAN v 2021 godu* [Summary report on the activities of the NAS in 2021]. Minsk, Belorusskaya nauka Publ., 2022. 91 p. (in Russ.).