

80 ЛЕТ ОТДЕЛЕНИЮ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ

Отделение физико-технических наук Национальной академии наук Беларуси (ОФТН НАН Беларуси) создано в 1940 г. (в 1947–1963 гг. – Отделение физико-математических и технических наук, в 1988–1998 гг. – Отделение физико-технических проблем машиностроения и энергетики). Отделение возглавляли академики А. К. Красин (1962–1969 гг.), Ф. П. Винокуров (1969–1970 гг.), Е. Г. Коновалов (1970–1973 гг.), К. В. Горев (1974–1976 гг.), П. И. Ящерицын (1976–1987 гг.), С. А. Астапчик (1987–1997 гг.), Г. А. Анисович (1997–2002 гг.), член-корреспондент Ю. М. Плескачевский (2002–2003 гг.), академик С. А. Жданок (2004–2009 гг.), член-корреспондент В. М. Федосюк (2010–2014 гг.). С 2014 г. академиком-секретарем Отделения является академик А. П. Ласковнев.

Научно-исследовательскими учреждениями ОФТН НАН Беларуси созданы и реализованы крупные разработки в области современного материаловедения, машиностроения, выполняются важные и актуальные комплексные работы в области энергетики.

Разработаны и применяются в промышленности многофункциональные и специализированные материалы, технологические процессы и оборудование для их обработки с использованием высокоэнергетического воздействия. Значимые научные и практические результаты получены в области машиностроения, разработки новой конкурентоспособной продукции (автомобили, автопоезда, тракторы, автобусы, комбайны и т. п.). Получили широкое применение новые методы и приборы неразрушающего контроля и технической диагностики материалов, изделий и промышленных объектов. Разработаны энергоэффективные и экологически безопасные технологии и техника, аппараты и приборы, внедренные на предприятиях энергетики и машиностроения, агропромышленного комплекса, стройиндустрии и других отраслей промышленности. Ведутся масштабные работы по научно-техническому обеспечению Белорусской АЭС, разработке нормативно-технической базы безопасного развития атомной энергетики. Разрабатывается и поставляется белорусским предприятиям и на экспорт высокоэффективное современное оборудование на основе лазерных, плазменных, гидроабразивных технологий и др. Практически все разработки защищены патентами.

Крупный вклад в развитие науки внесли ученые Отделения. За исключительные заслуги в социально-экономическом и научно-техническом развитии Республики Беларусь звание «Герой Беларуси» присвоено академику М. С. Высоцкому, профессору, доктору технических наук П. Л. Мариеву. Лауреатами Ленинской премии стали академики А. К. Красин и Р. И. Солоухин. Государственной премии СССР были удостоены восемь членов Отделения. Научные достижения ученых Отделения отмечены Государственными премиями БССР и Республики Беларусь (более 30), другими престижными наградами.

Результаты научных и прикладных исследований, проводимых в учреждениях Отделения, публикуются в международных журналах и ежегодных сборниках, издаваемых Отделением и институтами. Так, в 2021 г. отметит 65-летие журнал «Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук». В Институте механики металлополимерных систем имени В. А. Белого издаются «Трение и износ» (англоязычная версия «Journal of Friction and Wear» выпускается в США и имеет высокий импакт-фактор) и «Полимерные материалы и технологии». Объединенный институт машиностроения выпускает международный научно-технический журнал «Механика машин, механизмов и материалов», ежегодный сборник научных трудов «Актуальные вопросы машиноведения» (с 2012 г.). При Институте тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова работает редакция «Инженерно-физического журнала», переводной версии которого («Journal of Engineering Physics and Thermophysics», издательство Springer) присвоен квартиль Q1.

В состав Отделения входят: Научно-практический центр по материаловедению (включает Институт прикладной физики, Физико-технический институт, Институт технологии металлов, Институт технической акустики, Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого), Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии (включает Институт порошковой металлургии имени О. В. Романа, Молодечненский завод порошковой металлургии, Центр утилизации авиационных средств поражения, Центр утилизации артиллерийских и инженерных боеприпасов), Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова, Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны, Объединенный институт машиностроения, Институт энергетики, Институт жилищно-коммунального хозяйства, Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов, Центр радиотехники НАН Беларуси, открытые акционерные общества (ОАО) «НПО Центр», «Приборостроительный завод «Оptron», «ОКБ Академическое».

Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению» обладает высоким научно-техническим потенциалом, что позволяет осуществлять комплексные научные исследования, результаты которых широко применяются в различных сферах народного хозяйства Республики Беларусь, а также поставляются на экспорт.

Разработаны и освоены технологии создания многослойных электромагнитных и радиационных экранов для защиты интегральных микросхем, которые прошли успешные испытания на ОАО «Интеграл» и востребованы за рубежом, в частности обеспечивают высокоэффективную защиту и электромагнитную совместимость бортовых блоков международного космического аппарата «Беги-Коломбо» (миссия на планету Меркурий).

Развиты энергоресурсосберегающие технологии синтеза сверхтвердых материалов – искусственного алмаза и кубического нитрида бора, с использованием которых создан обрабатывающий инструмент, широко применяемый на предприятиях машиностроительного комплекса, таких как Минский тракторный завод (МТЗ), Минский моторный завод (ММЗ), Минский завод автоматических линий имени П. М. Машерова и др.

Разработана технология создания композиционного магнитомягкого материала с нанометровыми диэлектрическими покрытиями и освоен выпуск изделий на его основе – магнитопроводов для трансформаторов, электродвигателей и электрогенераторов; элементов топливных фильтров для автотракторной техники. Технология востребована за рубежом.

Изучен ряд перспективных магнитных материалов, обладающих гигантским магниторезистивным и магнитоэлектрическим эффектом, что открывает новые возможности для синтеза материалов с высокими температурами ферромагнитного упорядочения для применений в спинтронике.

Исследования радиационного дефектообразования в полупроводниковых материалах микроэлектроники, таких как кремний и арсенид галлия, привели к созданию эффективных радиационных технологий управления параметрами полупроводниковых приборов (внедрены на ОАО «Интеграл», ОАО «Электромодуль»).

Созданы новые магнитные метаматериалы – магнитоплазмонные кристаллы, представляющие собой металло-диэлектрические гетероструктуры, которые обладают рекордным значением магнитооптического эффекта для разработки сверхточных фотонных устройств.

В кооперации с Физико-техническим институтом НАН Беларуси, Белорусским государственным университетом информатики и радиоэлектроники, Белорусским государственным университетом создан и испытан полномасштабный сверхпроводящий ниобиевый резонатор, который является базовым элементом международного линейного ускорителя электронов и протонов (Япония).

Разработана обладающая мировой новизной технология получения графеноподобного углерода (наноматериала на основе графита), с его использованием созданы образцы накопителей электрической энергии большой емкости – суперконденсаторы.

Развита оригинальная технология и налажено производство синтетических драгоценных камней – кристаллов изумруда.

Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого НАН Беларуси – ведущий научный центр в области полимерного материаловедения и трибологии, металлополимерных изделий, управления фрикционными и антифрикционными свойствами полимерных материалов и покрытий с использованием ионизирующих излучений, электрических и магнитных полей.

В области полимерного материаловедения разработаны методы управления структурой, реологическими и техническими характеристиками термопластов и термоэластопластов, созданы технологии и десятки марок конкурентоспособных полимерных композиционных материалов для машиностроения, электротехнического комплекса, железнодорожного транспорта, агротехнического комплекса и других отраслей промышленности. В области трения, изнашивания и смазки, механики контакта созданы методики и модели фрикционного контакта, тепловой динамики трения, компьютерного моделирования взаимодействия твердых тел, диагностики изнашивания машин. Разработан ряд новых приборов для анализа поверхностных слоев материалов (атомно-силовые микроскопы, адгезиометры, трибометры), созданы и внедрены композиты для узлов трения тяжелого машиностроения, материалы для скоростных железнодорожных трасс, самосмазывающиеся покрытия и смазочные материалы для узлов трения современной техники.

Институту принадлежит одно из трех открытий в области трения и смазки, зарегистрированных за время существования СССР и СНГ: «Свойство синовиальной среды обеспечивать высокую антифрикционность хрящей в суставе посредством реализации в зоне трения мезоморфного нематического состояния смазки» (1998).

В учреждении функционирует секция «Полимерные материалы» Научного совета по новым материалам Международной Ассоциации академий наук.

Физико-техническим институтом НАН Беларуси (ФТИ) выполняются крупные комплексные работы, востребованные в машиностроении, микроэлектронике, оборонной промышленности, медицине, строительной индустрии и других отраслях производства. Разрабатываются теоретические основы и высокоэффективные технологии получения и обработки материалов, в том числе сверхтвердых, с применением лазерных, ионных и электронных пучков, плазменных потоков, потоков тепловой энергии и электромагнитных полей; создания новых многофункциональных и специализированных материалов и покрытий с повышенными механическими, износо-, коррозионно-, жаростойкими и другими специальными свойствами; нанесения защитных, защитно-декоративных, упрочняющих, износостойких и биосовместимых покрытий на детали машин, металлообрабатывающий, штамповый и измерительный инструмент, медицинские имплантаты.

В числе разработок института:

- в области *индукционных технологий*: универсальные установки для высокочастотной поверхностной термообработки зубчатых колес сельскохозяйственной техники (поставлены на ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш»); технология закалки длинномерных деталей длиной до 5 м и массой более 3 т, которая освоена на ОАО «Белвторчермет»; технологии и оборудование для создания упрочненных слоев деталей гидромеханических трансмиссий, редукторов мотор-колес и тормозных систем автомобилей БЕЛАЗ грузоподъемностью до 450 т; технологии, автоматизированная установка для пайки и термической обработки инструмента ОАО «Оршанский инструментальный завод»; производство полупроводниковых генераторов и индукционных установок для нагрева металла под пластическую деформацию и термообработку;

- в области *технологий химико-технической обработки*: промышленное оборудование для ионно-плазменной обработки; производство автоматизированного оборудования ионно-плазменной цементации поверхности деталей в интересах организаций машиностроения (ОАО «Могилевлифтмаш» и др.).

- в области *электронно-лучевой сварки*: технология электронно-лучевой сварки рабочих поверхностей образцов сверхпроводящих ниобиевых резонаторов;

- в области *обработки металлов давлением*: автоматизированный комплекс для точного формообразования наружных поверхностей несущих осей сельскохозяйственной техники ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш»; не имеющие аналогов в мировой практике технологии получения полуфабрикатов компонентов эндопротеза коленного сустава; технология и единственное в Беларуси производство облегченных бронежилетов на основе бронекomпозиционных панелей, обеспечивающих защиту по Бр5 классу;

- в области *магнитно-импульсных технологий*: магнитоимпульсный пресс с числовым программным управлением для ОАО «Белорусский автомобильный завод» (ОАО «БЕЛАЗ»);
- в области *формирования покрытий различного назначения*: технологии нанесения защитных и просветляющих алмазоподобных углеродных покрытий ИК-диапазона на поверхность оптических изделий, формирования многослойного покрытия на электромагнитных экранах, в том числе прозрачных; технологические процессы формирования для НП ООО «Медбиотех» и ООО «Проекция» защитно-декоративных покрытий на основе оксидов титана на имплантатах из титановых сплавов;
- в области *композиционных материалов*: технология и производство на ОАО «Обольский керамический завод» строительной керамики с улучшенными термомеханическими и цветовыми характеристиками, огнеупоров и защитных термостойких покрытий;
- в области *литейных технологий*: литейный участок для внедрения технологических процессов изготовления новой продукции для различных отраслей экономики и поставки на экспорт; технология проката конструкционных сталей для машиностроительных предприятий с учетом государственных и европейских стандартов.

Ежегодно на базе института проводится Международная научно-техническая конференция «Современные методы и технологии создания и обработки материалов».

Институт технологии металлов НАН Беларуси ведет научную и научно-техническую деятельность в области теплофизики и гидродинамики специальных видов литья, управления процессами формирования структуры и свойств металлов и сплавов при их кристаллизации и затвердевании, создания новых материалов и технологий их получения, обработки и упрочнения. Более 1000 разработок ученых защищены авторскими свидетельствами СССР, патентами Республики Беларусь и зарубежных стран. Создано и внедрено в производство более 80 наименований инновационных технологий и оборудования, в частности не имеющая мировых аналогов технология непрерывно-циклического литья «намораживанием» высокоизносостойких деталей из чугуна, поставляется широкая номенклатура деталей более чем 200 покупателям из различных стран, в том числе США, Германии, Франции. За создание и промышленную реализацию нового метода присуждена Государственная премия Республики Беларусь 2010 года в области науки и техники. Разработаны и поставлены около 20 линий для непрерывного горизонтального литья цветных металлов и сплавов и чугуна, 10 из них – за рубеж. За разработку и внедрение способа наклонно-горизонтального литья ученые института были удостоены Государственной премии БССР 1990 года.

Для оборонной промышленности создана не имеющая аналогов в мире технология и оборудование для изготовления литой катодной ленты для использования в химических источниках тока большой мощности. Технологические линии поставлены компаниям России, Индии и Китая.

Разработанный технологический процесс изготовления горячекатаных цинковых анодов из отходов гальванического производства Белорусского металлургического завода (БМЗ) позволил получить суммарный экономический эффект свыше 1 млн долл. США.

Институт участвует в создании и модернизации литейных производств предприятий республики. За последние 10 лет разработано и изготовлено 12 видов технологического оборудования, выпущено импортозамещающей продукции на сумму свыше 5 млн долл. США, на экспорт поставлено продукции на сумму около 2 млн долл. США.

Институт технической акустики НАН Беларуси является ведущей организацией страны по созданию научных основ, разработке оборудования и технологий использования мощного ультразвука в процессах деформирования, термической обработки, сварки и обработки различных материалов для предприятий машино- и приборостроения, легкой промышленности, энергетики, медицины и др.

В области *мощного ультразвука* разработаны и внедрены: оборудование и технология ультразвукового тиснения по коже, тканым и нетканым материалам, термопластичным полимерным материалам (СООО «Белвест»); технология ультразвуковой упрочняющей поверхностно-чистой обработки деталей из сталей, чугунов, цветных металлов и сплавов (ОАО «558-й АРЗ»); ультразвуковой инструмент для резки полотна автомобильных шин, полимерных и других материалов (ОАО «Белшина»); запаиватель ультразвуковой для герметизации контейнеров систем для сбора, хранения и переработки крови (учреждения здравоохранения Республики Беларусь); технология и оборудование ультразвуковой сварки полимерных материалов (ОАО «Инвет»,

ООО «Тридо Тойз», ОАО «Руденск», ОАО «Витязь» и др.); ультразвуковое оборудование для сварки респираторов и медицинских масок (ОАО «Техника связи», ООО «Смоленский электро-технический завод», Российская Федерация).

В области *энерго- и ресурсосбережения* разработаны и внедрены: датчики объема топлива для автотракторной промышленности, позволяющие проводить оценку сортности нефтепродукта (ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов»); автоматизированные системы счетчиков электрической энергии (РУП «Витебскэнерго»), учета мазута в резервуарах (РУП «Витебскэнерго», РУП «Брестэнерго»).

В институте создана научная школа по термоупругим фазовым превращениям, исследования свойств интеллектуальных материалов на основе TiNi-сплавов легли в основу разработки технологий их обработки для изготовления изделий технического и медицинского назначения. Одной из значимых разработок в этой области является конструкция и технология изготовления стентов колоректальных из TiNi-сплава, предназначенных для лечения злокачественных новообразований. Разработка не имеет аналогов в Республике Беларусь, странах СНГ и успешно прошла клинические испытания на базе учреждений здравоохранения.

За разработку научных основ использования мощного ультразвука в процессах обработки материалов институту присуждена Государственная премия БССР 1984 года.

Государственное научно-производственное объединение порошковой металлургии (ГНПО ПМ) – ведущий межотраслевой центр в Республике Беларусь по созданию широкого класса новых материалов и изделий методами порошковой металлургии, 3D-печати, взрывной обработки, нанесения защитных и функциональных покрытий, специальными методами сварки, резки, пайки и наплавки, а также выполняющий важные для республики работы по утилизации боеприпасов.

В числе важнейших результатов: композиционные материалы на основе карбида кремния для оптической и оптоэлектронной промышленности, а также спектрографов и лазерной техники (ТОП 10 за 2016 г.); технологии термоградиентного газофазного уплотнения и получения сплава на основе W–Ni–Fe, которые успешно применяются при выполнении специальных программ «Гроза» и «Топаз»; разработка и промышленное производство тепловых труб с капиллярно-пористой порошковой структурой, применяемых для эффективного охлаждения элементов электронных и электротехнических устройств (Объединение является европейским лидером по данному вопросу, подобные изделия производятся только в Японии, Китае и США); разработка высокопрочных деталей из порошковых легированных сталей; оборудование и технологии ионно-плазменной химико-технической обработки – цементации и нитроцементации, меднения, обеспечивающие повышение качества обрабатываемых изделий и их эксплуатационных характеристик; новые технологии получения биметаллов электротехнического назначения, синтеза ультрадисперсных алмазов, нанопорошков сверхтвердых материалов на основе высокоэнергетических методов воздействия; композиционные порошки с использованием механоактивации и СВС-процессов, технологии нанесения защитных покрытий для широкого применения в энергетике.

Новые перспективные направления ГНПО ПМ – сварка трением с перемешиванием, технологии получения порошков для 3D-печати, радиопоглощающих покрытий.

В Объединении функционируют аккредитованные в национальной системе сертификации Республики Беларусь испытательный центр металлических и неметаллических материалов и изделий из них, контрольно-испытательная лаборатория сварочной продукции, орган по сертификации пиротехнических изделий, взрывчатых веществ и др. При Объединении работают два национальных технических комитета: ТК-8 «Порошковые, композиционные, сверхтвердые материалы и изделия, взрывчатые вещества» и ТК-5 «Сварка и родственные процессы», которые обеспечивают координацию работ в республике по разработке государственных стандартов.

Ежегодно ГНПО ПМ проводит крупные международные форумы: научно-техническую конференцию «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка» и симпозиум «Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы, сварка».

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси является ведущей научной организацией страны, обеспечивающей разработку машин, материалов и технологий, их испытания и сертификацию, сопровождение постановки на производство, повышение надежности,

ресурса и качества машин и оборудования. Деятельность института основана на концепции «цифрового производства» по следующим фундаментальным и прикладным направлениям:

- машиноведение, механика, надежность и безопасность машин и технических систем; проектирование, моделирование и испытания машин и механизмов; управление структурой и свойствами материалов, изделий машиностроения;
- разработка автомобилей, колесных тягачей и автопоездов, в том числе с электрическими и гибридными силовыми установками; автобусов и электробусов; тракторной, комбайновой, дорожно-строительной, коммунальной техники, карьерных самосвалов грузоподъемностью до 500 т; роботизация и электронизация мобильных машин.

Институт – межотраслевой центр, который выполняет роль кластера машиноведения в авто-тракторокомбайностроении и секторе высокотехнологичного оборудования, на протяжении 25 лет является головной организацией по крупнейшим государственным программам в данной области. Институт координирует работу научно-технического центра карьерного транспорта НАН Беларуси – ОАО «БЕЛАЗ», научно-производственного центра ОАО «БМЗ» – НАН Беларуси. Сотрудники института входят в научно-технические советы семи крупных холдингов, возглавляют три технических комитета Госстандарта. Институт аккредитован в Национальной системе подтверждения соответствия Республики Беларусь как техническая служба E28Q Женевского соглашения и как орган по сертификации продукции и услуг, систем менеджмента качества «АКАДЕМ-СЕРТ».

В состав института входит уникальный для нашей страны полигон для испытаний мобильных машин, которых на территории бывшего СССР только два, включающий динамометрическую дорогу 3,3 км под осевую нагрузку до 20 т и специальный корпус для испытаний.

Институт выполняет крупные отраслевые проекты развития промышленности, в том числе по новой технике Минского автомобильного завода (МАЗ), БЕЛАЗ, МТЗ, двигателям ММЗ и «Могилевлифтмаша», электротехнологиям для транспорта, проблемам надежности и качества техники.

Выполнен ряд актуальных разработок, в том числе созданы: макетный образец электромобиля на базе серийного прототипа GEELY SC-7; образцы тяговой аккумуляторной батареи электромобиля, электронные системы управления тяговой батареей и электродвигателем, образец отечественного электродвигателя легкового электромобиля; экспериментальный образец электромобиля на базе автомобиля JOYLONG EF5; макетный образец электромобиля каркасно-панельной конструкции; 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, электро-механическая силовая установка электрогрузовика МАЗ-4371; конструкторские и дизайнерские решения малогабаритной коммунальной машины и автобуса для перевозки пассажиров в аэропортах; программно-аппаратное обеспечение системы вибромониторинга трансмиссионных узлов автотракторной техники; травмобезопасные мобильные прицепные демпферные устройства для машин дорожных служб; образцы модульных программно-управляемых средств для скоростной прецизионной механической обработки для базового оборудования ОАО «Планар».

Разработанная в институте спецсталь (20ХНЗМА) принята к серийному производству всего типоряда крупногабаритных зубчатых колес для самосвалов БЕЛАЗ; технология динамической стабилизации фрикционных дисков освоена в ОАО «БЕЛАЗ», технологии инженерии поверхности реализуются в России, Корее, Китае; разработки по тракторной электрогидравлике обеспечили импортозамещение для МТЗ и позволят выйти на международный рынок (Россия, Украина и др.).

В институте действуют две уникальные отраслевые лаборатории по исследованиям и испытаниям автокомпонентов и мобильных машин и по проектированию и испытаниям электромо- билей и компонентов электропривода.

Основные крупные проекты на 2020–2025 годы: разработка, испытания и сертификация опытных образцов компонентов электросиловых установок (электродвигатели, накопители энергии, системы управления, силовая электроника) для легкового и грузового электротранспорта; создание экспериментальных производств электромо- билей типа минивэн, каркасно-панельных электромо- билей различного назначения, накопителей энергии на основе энергетических ячеек. Это основа для новой индустрии в белорусском машиностроении, экологический имидж и возможность участия в международной кооперации.

Институт прикладной физики НАН Беларуси является ведущим научным центром в Республике Беларусь в области физики неразрушающего контроля и технической диагностики материалов, изделий, промышленных объектов, создания научных основ информационных технологий непосредственно для промышленных предприятий Республики Беларусь, что позволяет повысить качество и конкурентоспособность национальной продукции, надежность и безопасность функционирования промышленных объектов.

Учеными института созданы следующие инновационные разработки:

- для метрологического обеспечения магнитных измерений в Республике Беларусь три Национальных эталона единиц магнитной индукции: постоянного магнитного поля, слабого постоянного магнитного поля и переменного магнитного поля; научные и метрологические основы для сертифицированных испытаний широкого класса магнитомягких материалов;

- серия толщиномеров для измерения толщины различных покрытий, в том числе ультразвуковой метод и устройство ИЧ-31 для измерения глубины упрочненных слоев с точностью 0,1 мм, не имеющий аналогов в мире;

- серия вихретоковых приборов и устройств, включающая толщиномеры, а также дефектоскопы и автоматизированные дефектоскопические комплексы с высокой чувствительностью к нарушениям сплошности материала;

- портативный радиолокатор для визуализации структуры строительных конструкций, обнаружения неоднородностей в них, содержащий сверхширокополосную антенную систему и радиолокационный тракт с пониженным уровнем помех, что позволяет обнаруживать мелкие неоднородности в бетонных конструкциях;

- ряд приборов для контроля физико-механических свойств материалов, в том числе портативный твердомер ТПЦ-7 для неразрушающего измерения твердости изделий из сталей, обладающий малыми габаритными размерами и массой; измеритель свойств чугуна ИФМЧ – уникальный специализированный прибор для неразрушающего контроля физико-механических характеристик чугуна различных марок;

- программно-аппаратный комплекс ИСУМ-1 для измерения твердости и модуля упругости углеродных и графитовых материалов, индикатор И4-М для определения внутренних механических напряжений в резьбовых соединениях;

- для электротехнической промышленности установка для испытаний магнитопроводов трансформаторов тока, включая трансформаторы коммерческого учета электроэнергии.

На таких знаковых объектах Республики Беларусь, как «Минск-Арена», «Минск-Чижовка», Центр фристайла, высотные здания «Парус» и «Грин-Сити» в г. Минске внедрена разработанная в институте система автоматического мониторинга, предназначенная для непрерывного наблюдения за состоянием несущих конструкций зданий и сооружений в ходе их строительства и эксплуатации, включающая прецизионные датчики, системы цифровой передачи данных к вычислительному серверу, программное обеспечение для обработки сенсорных данных и систему оценки безопасности строительных конструкций.

Разработан метод реконструкции динамических полей концентрации электронов в ионосфере, позволяющий осуществлять реконструкцию по данным высокоорбитальных навигационных систем ГЛОНАСС/GPS.

Развиваются новые направления исследований в области неразрушающего контроля, в частности предложен метод определения толщины тонких магнитных пленок, применяющихся в микроэлектронике и вычислительной технике.

Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси является ведущим научным центром Республики Беларусь в области фундаментальных и прикладных проблем тепломассопереноса, механики жидкости, газа и плазмы, химической физики, горения и взрыва, физики экстремальных состояний вещества, энергетики. Деятельность института направлена на создание энергоэффективных и экологически безопасных технологий и техники, аппаратов и приборов для энергетики и машиностроения, агропромышленного комплекса и стройиндустрии, медицины, химической, электронной, радиотехнической, пищевой промышленности, космической отрасли.

Получены важные фундаментальные результаты по теплофизике и гидрогазодинамике явлений и процессов переноса энергии и вещества в средах различного агрегатного состояния при наличии фазовых и химических превращений в условиях воздействия физических полей и параметров процессов. Разработаны принципы модернизации оборудования для термической обработки металлов, технологии и установки высокоточного магнитореологического полирования оптических деталей, башенной испарительной градирни ТЭЦ с улучшенной аэродинамикой паровоздушного потока, технологии и установки для получения наноматериалов, диагностические комплексы на базе атомного силового микроскопа, технологии и оборудование для переработки отходов, высоковольтные источники питания для создания низкотемпературной плазмы барьерного разряда и др. эффективные разработки.

В числе важнейших разработок:

- широкий типоряд электропечей сопротивления (рабочие температуры до 1600 °С), обеспечивающих снижение энергопотребления и повышение качества термообработки металлов. Барановичским станкостроительным заводом ЗАО «АТЛАНТ» изготовлены совместно разработанные энергоэффективные электропечи сопротивления для потребителей Республики Беларусь и на экспорт;
- технологии и оборудование для магнитореологического полирования оптических элементов из оптических и полупроводниковых материалов с плоской, сферической и асферической формой поверхности размерами 10–2500 мм;
- научные основы и технологии высокоэффективного сжигания биотоплив в циклонно-слоевых топках с повышенным КПД и минимальными выбросами;
- модули для оптического, флуоресцентно-оптического и контактно-зондового анализа живых клеток *in vitro*;
- автоматизированная система контроля и управления процессом газовой цементации, позволяющая сократить общее время цементации на 10–20 % и повысить качество обработки;
- установка комбинированной термолизно-плазменной газификации для экологически безопасной переработки или утилизации широкого спектра отходов с преобладающей органической частью;
- новая многостадийная технология производства и опытные образцы подложек зеркал для космических телескопов диаметром 200 мм на основе композитного материала Si/SiC, обладающего одним из лучших в мире сочетанием физико-механических свойств.

Высокоэффективные разработки института в течение последних 10 лет обеспечивали ежегодный объем экспорта 2,5–4,5 млн долл. США.

Институт является организатором ряда крупных научных конференций – Минского международного форума по тепло- и массообмену, международных конференций «Тепловые трубы, тепловые насосы, холодильники, новые источники энергии», Минского международного коллоквиума по физике ударных волн, горения и детонации, «Методологические аспекты сканирующей зондовой микроскопии», «Фуллерены и наноструктуры в конденсированных средах».

В Объединенном институте энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси (ОИЭЯИ – Сосны) стратегическими направлениями научных исследований и разработок являются исследования и разработки в областях:

- атомной энергетики, научного сопровождения строительства АЭС в Республике Беларусь;
- ядерных и радиационных технологий в интересах различных отраслей народного хозяйства;
- обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом;
- ядерной физики, физики элементарных частиц, физики высоких энергий.

Для проведения фундаментальных исследований и решения прикладных задач в институте создана уникальная экспериментальная база. Для экспериментальных исследований физики нейтронных размножающих систем, физических характеристик активных зон перспективных ядерных энергетических установок предназначены универсальный критический стенд «Гиацинт» и критический стенд «Кристалл». Создана и введена в эксплуатацию система нагрева уран-водных сборок для экспериментальных исследований температурных эффектов реактивности. Для исследований физики и кинетики подкритических систем, управляемых внешним источником нейтронов, создан и эксплуатируется ядерно-физический подкритический комплекс «Яліна». Комплекс научно-исследовательских и опытно-промышленных работ выполняется на

мощной изотопной гамма-установке УГУ-420, ускорителе электронов УЭЛВ-10-10, установке по переработке жидких радиоактивных отходов.

Институтом проведены технико-экономические исследования, разработано научно-техническое обоснование, выполнена стратегическая экологическая оценка и разработан проект Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской АЭС, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22.08.2019 № 558.

ОИЭЯИ – Сосны получена первая в Республике Беларусь лицензия на право проведения экспертизы безопасности при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии. Более 30 сотрудников имеют в установленном порядке допуски к проведению экспертиз, создан и функционирует соответствующий экспертный совет. С 2012 г. выполнен большой объем работ по проведению экспертиз документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии в части размещения, сооружения, ввода в эксплуатацию Белорусской АЭС, экспертиза результатов целевой переоценки безопасности Белорусской атомной электростанции (стресс-тестов).

В институте создан Экспертный научно-технический центр НАН Беларуси, осуществляющий научно-техническую поддержку системы ситуационных кризисных центров в области принятия решений по защите персонала и населения в случае ядерных и радиационных аварийных ситуаций.

Большая и ответственная работа проводится в ОИЭЯИ – Сосны по выполнению Республикой Беларусь международных обязательств в рамках Договора о нераспространении ядерного оружия, Соглашения о гарантиях МАГАТЭ о непереключении ядерных материалов с мирной на военную деятельность, Конвенции о физической защите ядерных материалов, Конвенции о ядерной безопасности, Объединенной конвенции о безопасности обращения с отработавшим топливом и о безопасности обращения с радиоактивными отходами.

По инициативе Объединенного института энергетических и ядерных исследований — Сосны НАН Беларуси проводятся ежегодные международные конференции «Нелинейные явления в сложных системах» и «Атомная энергетика, ядерные и радиационные технологии XXI века».

Институт энергетики НАН Беларуси выполняет научные исследования и разработки в рамках решения научных задач обеспечения энергетической безопасности государств; разработки методологии планирования развития энергетического комплекса; научно-технического обеспечения использования местных видов топлива и возобновляемых источников энергии; энергетических обследований предприятий и организаций (энергоаудиты), разработки норм расходования топливно-энергетических ресурсов, энергосберегающих мероприятий и планов их реализации; разработки и внедрения энергоэффективных технологий и оборудования.

В числе основных результатов работы института:

- разработан программный комплекс поддержки принятия решений по стратегии развития энергетике, определены основные угрозы энергетической безопасности страны;
- определен теоретически и технически возможный потенциал увеличения электропотребления при переходе к строительству многоквартирных жилых зданий с системами отопления и горячего водоснабжения на основе использования электроэнергии;
- разработана автоматизированная система лучистого обеспечения технологических условий для создания индивидуальных параметров микроклимата в помещениях или отдельных участках в промышленности, сельском хозяйстве, на объектах социального назначения, позволяющая уменьшить затраты энергии на обогрев в 1,5–2 раза;
- создан экспериментальный гелиоэнергетический стенд для эксплуатационных исследований фотоэлектрических модулей и гелиоколлекторов в природно-климатических условиях Беларуси;
- разработано пиролизное оборудование по производству древесного угля, обеспечивающее высокую энергоэффективность процесса;
- создано оборудование для утилизации как органических, так и опасных отходов с возможностью использования полученной тепловой энергии для отопления жилых и нежилых помещений.

Центром коллективного пользования Института по энергоаудиту проведено свыше 70 энергетических обследований крупнейших организаций республики («Полимир» ОАО «Нафтан», ОАО «Мозырский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «МАЗ», ОАО «Беларуськалий», ОАО «БМЗ», ОАО «МТЗ», ОАО «Белорусский цементный завод» и др.).

В 2018 г. создан **Институт жилищно-коммунального хозяйства НАН Беларуси**, целью деятельности которого является проведение научных исследований в области развития жилищно-коммунального хозяйства, формирования отраслевой научной и инновационно-технической политики.

Основные направления деятельности института: экономика жилищно-коммунального хозяйства; «умные» технологии эксплуатации объектов жилищного и коммунального хозяйства; новые методы и системы управления коммунальными ресурсами и обращения с отходами.

Институтом в 2018–2020 гг. разработаны:

- теоретические основы совершенствования системы управления водоснабжением и водоотведением в жилищно-коммунальном хозяйстве Республики Беларусь;
- концепция автоматизированной системы безопасной эксплуатации помещений различного назначения на основе газовых сенсоров, интегрированных в действующую систему предупреждения возникновения пожаров в Республике Беларусь;
- теоретико-методологические основы развития жилищного хозяйства, обоснованы и систематизированы методологические подходы к классификации объектов жилищного фонда по степени внедрения информационных технологий, экологической состоятельности, энергетической эффективности и соответствия уровню развития цифровой экономики.
- проект реестра эффективных технологий по обращению с твердыми коммунальными отходами для условий Республики Беларусь;
- совместно с Министерством жилищно-коммунального хозяйства Стратегия научно-технического и инновационного развития жилищно-коммунального хозяйства Республики Беларусь на 2021–2025 годы.

Также проведены исследования морфологического состава полимерных отходов в составе твердых коммунальных отходов и подготовлены предложения по их вторичному использованию.

Институт принимает активное участие в республиканских семинарах и международных научных конференциях. 3–4 октября 2019 г. институтом проведена I Международная научно-практическая конференция «Научно-технический прогресс в жилищно-коммунальном хозяйстве», которая стала ежегодным мероприятием.

ОАО «НПО Центр» является одним из ведущих разработчиков технологий и производителей оборудования для переработки рудных и нерудных материалов, уникальным производителем раскройного, литейного оборудования и центробежной техники, применяемой как в промышленности, так и в научных и медицинских целях. Структура предприятия позволяет осуществлять полный цикл работ: от научных исследований новейших достижений в области машиностроения, а также технологий переработки минеральных материалов до проектирования и серийного изготовления современных технологических комплексов.

Предприятие занимает ведущие позиции на внутреннем рынке, наладило серийные поставки технологического оборудования для переработки минерального сырья в Россию, Украину, Вьетнам, Гану, Индию, Казахстан, Узбекистан и др.

Импортозамещающие технологии ОАО «НПО Центр» нашли свое применение на предприятиях Республики Беларусь. Так, внедрение дробилок на ОАО «Беларуськалий» позволило обеспечить прирост товарного производства на 15 %. На ОАО «Белорусский цементный завод» впервые в республике начато производство высококачественной извести для цементных производств на отечественном оборудовании. Линия по использованию местных видов сырья (торфа) в производстве цемента разработана и внедрена на ОАО «Красносельскстройматериалы». Замена на ОАО «Полоцкстекловолокно» струйных мельниц для помола песка и эрклеза на измельчительные комплексы ОАО «НПО Центр» дала ежемесячную экономию энергозатрат на сумму более 100 тыс. долл. США.

Сегодня на РУПП «Гранит» (г. Микашевичи) более 70 % высококачественного кубовидного щебня (порядка 11 млн т в год) выходит из центробежно-ударных дробилок производства ОАО «НПО Центр». Оснащение двух крупнейших карьеров предприятия оборудованием научно-производственного объединения позволило организовать поставки качественного щебня для строительства Белорусской АЭС, а также наладить его экспортные поставки на рынки России, Украины и стран Европейского союза. В 2020 году ОАО «НПО Центр» разработана и введена

в эксплуатацию на РУПП «Гранит» первая в мире технологическая линия по получению высококачественного кубовидного щебня фракции 25–60 мм для балластного слоя высокоскоростных железнодорожных путей, которая позволит в промышленных масштабах получать крупнофракционный железнодорожный кубовидный щебень и существенно повысить качество и прочность железнодорожного полотна.

Важным проектом, реализованным научно-производственным объединением, стала разработка и изготовление комплексной технологической линии по производству синтетического гипса для нейтрализации кислых стоков ОАО «СветлогорскХимволокно», что позволило получить оптимально измельченный известняк и обеспечить качество получаемого синтетического гипса и полноту нейтрализации раствора серной кислоты.

Объединением разработан и освоен в производстве ряд современных автоматизированных комплексов плазменного и гидроабразивного раскроя листовых металлических и неметаллических материалов, которые позволяют исключить ряд последующих операций механической обработки за счет высокого качества и точности реза. Более 40 раскройных комплексов ОАО «НПО Центр» поставлены и успешно эксплуатируются на предприятиях республики.

Во исполнение поручений Главы государства в 2016 г. на базе ОАО «НПО Центр» создан уникальный для Беларуси Научно-производственный комплекс электронно-лучевой сварки. Предприятием наработан обширный опыт применения электронно-лучевой сварки при изготовлении сложотехнических изделий, в том числе оборудования для исследований в области термоядерного синтеза, проводимых в Российской Федерации. Разработка данной технологии позволила предприятию выполнить также широкий спектр опытно-конструкторских работ: от организации восстановительного ремонта мотор-колес ОАО «БЕЛАЗ» до изготовления шестерен новейших гидротрансформаторных коробок передач ОАО «АМКОДОР».

ОАО «НПО Центр» является единственным предприятием республики, обеспечивающим научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, разработку конструкторской и технологической документации, изготовление опытных образцов и наладку серийного выпуска таких технологически сложных и уникальных для Беларуси изделий, как пресс-формы для проекта производства пластиковых лыж Управления делами Президента Республики Беларусь.

Учитывая взятый республикой курс на развитие аэрокосмической отрасли, одним из перспективных направлений деятельности предприятия является проведение полного спектра комплексных испытаний, в том числе испытания на линейные перегрузки в сочетании с вибрацией, температурными и климатическими факторами на этапе проектирования и прототипирования, что делает возможным снижение стоимости разработки изделий авиакосмической отрасли более чем на 80 %.

Компетенции ОАО «НПО Центр» в разработке уникального испытательного оборудования и проведении испытаний объектов авиа- и ракетостроения СССР, а также сохранившаяся инфраструктура позволяют создать на базе НАН Беларуси единый многофункциональный межотраслевой испытательный комплекс, который позволит ускорить разработку и повысить надежность современной, в том числе и гиперзвуковой, аэрокосмической техники.

ОАО «Приборостроительный завод «Оptron» является разработчиком технологий и оборудования в области персональных электротранспортных средств (ПЭТС) и их компонентов: мотор-колес, литий-ионных аккумуляторных батарей, блоков управления электродвигателями. На сегодняшний день разработан модельный ряд вентильных электродвигателей мощностью от 0,25 кВт до 30 кВт, контроллеров управления электросиловыми установками и других компонентов, на базе которых изготовлены опытные партии типовых представителей ПЭТС: двухколесный электровелосипед, трехколесный электровелосипед, электросамокат, электрифицированная приставка к инвалидному креслу, электроскутеры, электромотоциклы. Организован экспериментальный участок, на котором производится сборка литиевых батарей.

В числе основных направлений деятельности предприятия создание мехатронных систем, в том числе планетарно-цевочных редукторов и мотор-редукторов, которые обладают большей нагрузочной способностью, высокими КПД и кинематической точностью. Разработана методика прочностного расчета узлов и освоено серийное производство типоразмерного ряда планетарно-цевочных редукторов и мотор-редукторов, которые нашли широкое применение в таких областях, как точная механика и робототехника, в военно-промышленном комплексе,

сельскохозяйственной отрасли, машиностроительной и строительной отраслях. Освоено производство спасательной противопожарной техники: стволов пожарных ручных универсальных, предназначенных для тушения пожаров и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

РУП «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» является ведущим центром по проведению исследований и созданию разработок в областях: авиастроения, конструирования летательных аппаратов, авионики и управления полетом летательных аппаратов; беспилотных авиационных комплексов, включая аппараты самолетного типа и на базе дирижаблей, наземные пункты управления, аппаратно-программные и пилотажно-навигационные комплексы, а также тренажеры по подготовке операторов беспилотных летательных аппаратов (БЛА).

Предприятием выполнен ряд комплексных работ по созданию беспилотных авиационных комплексов (БАК) и их отдельных составных подсистем, тренажеров, стендового и другого оборудования; разработаны 10 типов и модификаций БАК («Бусел», «Ворон», «Бусел М», «Бусел М40», «Бусел М50», «Бусел МБ», «Буревестник», «Дрон», «Мишень», «Буревестник МН»).

На предприятии серийно производятся такие подсистемы БАК, как: оптико-электронные системы на гиостабилизированной платформе; малогабаритные пилотажно-навигационные комплексы; устройства запуска БЛА; наземные приемо-передающие комплексы; тренажеры для подготовки стрелков-зенитчиков ПЗРК и операторов беспилотных авиационных комплексов; комплексные испытательные моделирующие установки для моделирования полета различных БЛА и работы бортовых систем летательных аппаратов; динамические стенды для настройки и отработки параметров пилотажно-навигационных комплексов и др.

Предприятием разработаны и внедрены в производство: беспилотный авиационный комплекс «Буревестник» для МЧС Республики Беларусь; беспилотный авиационный комплекс мишеней для Министерства обороны Республики Беларусь; семейство БЛА «Бусел» различного назначения с радиусом применения до 70 км; беспилотный авиационный комплекс экологического мониторинга на базе дирижабля БАК ЭМ; тренажер для подготовки операторов БЛА.

Применение беспилотных летательных аппаратов, производимых предприятием, позволяет решать задачи дистанционного мониторинга местности и объектов в интересах обороны, оценки развития чрезвычайных ситуаций, решения задач охраны границ, лесных массивов, борьбы с браконьерством и др. Продукция Научно-производственного центра многофункциональных беспилотных комплексов положительно оценена потребителями из стран СНГ, Персидского залива, Юго-Восточной и Центральной Азии.

В **Республиканском научно-производственном унитарном предприятии «Центр радиотехники НАН Беларуси»** основными направлениями деятельности являются: фундаментальные и прикладные проблемы радиолокации и радиоэлектронной борьбы; разработка новых принципов и алгоритмов работы перспективных систем и устройств радиолокации и радиоэлектронной борьбы; создание современных систем и устройств радиолокационных станций и средств радиоэлектронной борьбы.

Предприятие является экспортно-ориентированным, аккредитовано в качестве научной организации и имеет все необходимые виды лицензий для выполнения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

В числе основных достижений предприятия можно назвать следующие:

- разработка теоретических основ создания и проведение моделирования воздействия многолучевых пространственно-распределенных помех на защищенные приемники современных пользователей систем глобальной навигации;
- результаты оценки свойств частотно-коррелированных, частотно-резонансных и многочастотных радиолокационных портретов целей при их использовании в задачах радиолокационного распознавания;
- разработка полевого радиолокатора для обнаружения наземных целей для применения в охране объектов;
- выполнение ряда важных научно-исследовательских работ по созданию фазированной антенной решетки, разработке системы мониторинга помеховой обстановки, статистических методов и способов обработки результатов измерений в радиотехнических системах.

Предприятие активно работает по развитию перспективных направлений деятельности, в том числе по обнаружению и визуализации живых существ за непрозрачными препятствиями, включая стены строений, разработке радиолокационных станций обнаружения сверхмалых подвижных наземных и низколетящих объектов (дронов) в широком секторе углов, другим новым направлениям.

Поздравляем коллективы Отделения физико-технических наук Национальной академии наук Беларуси, руководителей, ученых, специалистов, всех работников организаций Отделения с юбилейной датой. Желаем всем крепкого здоровья, дальнейших творческих успехов в развитии научных исследований, создании и практической реализации перспективных научно-инновационных разработок в целях расширения и углубления научно-технического потенциала Республики Беларусь.

*Академик-секретарь Отделения
физико-технических наук НАН Беларуси
академик А. П. Ласковнев*

*Заместитель академика-секретаря Отделения
физико-технических наук НАН Беларуси
доктор технических наук Т. Л. Талако*

*Заместитель академика-секретаря Отделения
физико-технических наук НАН Беларуси
доктор технических наук А. Г. Кравцов*

*Ученый секретарь Отделения
физико-технических наук НАН Беларуси
кандидат технических наук В. А. Гайко*