



ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКИ,
МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

НАУКА – НЕИСЧЕРПАЕМЫЙ ИСТОЧНИК ИННОВАЦИЙ



Александр Шумилин,
академик-секретарь
Отделения физики,
математики и
информатики НАН
Беларуси, доктор
экономических наук

История одного из старейших в НАН Беларуси Отделений – физики, математики и информатики – ведет свой отсчет с 1963 г. Сегодня оно объединяет 9 организаций, где работает около 1,5 тыс. сотрудников, среди них 67 докторов и 200 кандидатов наук. В Отделении ежегодно производится продукции на сумму свыше 50 млн руб., по экспортным контрактам выполняются работы примерно на 3 млн долл. Несомненно, в системе Национальной академии наук Отделение занимает передовые позиции в фундаментальных исследованиях и разработках, обладающих мировым уровнем.

Среди наиболее значимых научных достижений последних лет, отмеченных в том числе в номинациях топ-10 результатов ученых НАН Беларуси, следует назвать ряд работ Института физики им. Б.И. Степанова. Учеными Института создана теория и экспериментально реализован искусственный импульсный нейрон, моделирующий свойства биологических нейро-

нов, что представляет интерес для развития наук биодиагностики и тераностики. Установлен механизм летального действия света видимой области спектра на патогенные микроорганизмы, суть которого заключается в эффекте накопления определенного числа фотоповреждений жизненно важных молекул-мишеней. Этот результат является основой для разработки новых фототерапевтических технологий эффективной инактивации патогенных микроорганизмов. Экспериментальное подтверждение получила выдвинутая исследователями Института физики гипотеза о наличии в алмазе с NV-центрами множества положений изотопического углерода, наиболее подходящих для практической реализации квантово-информационных устройств памяти, что представляет собой серьезный задел для квантовых компьютеров и вычислений.

Немало знаковых научных исследований выполнено учеными Объединенного института проблем информатики. В частности, ими совместно с медиками обнаружено 5 соединений – потенциальных ингибиторов коронавируса SARS-CoV-2, что нашло свое применение при проведении биомедицинских исследований. Научным коллективом Института выполнен полногеномный анализ ассоциаций на наборе данных, состоящем из 1257 полных геномов микобактерии туберкулеза с известным статусом устойчивости к лекарственным препаратам, разработан программный комплекс для анализа данных полногеномного секвенирования клинических изолятов микобактерии туберкулеза. Данная разработка

используется белорусскими медиками для получения индивидуального таргетного мутационного профиля, необходимого для поддержки принятия решений о назначении адекватной антимикробной химиотерапии.

РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ – ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мощным импульсом для развития космических исследований и создания перспективных технологий в этой области в нашей стране стал запуск Белорусского спутника дистанционного зондирования Земли. Спутник находился на орбите 10 лет при гарантийном сроке эксплуатации 5 лет и стал рекордсменом среди аналогичных аппаратов в мире, что свидетельствует о качестве и надежности отечественной целевой аппаратуры. К тому же запуск спутника не только вывел Беларусь в клуб космических держав и создал новую сферу экономики, но и позволил развивать на новом уровне цифровую картографию и геоинформатику. В частности, исследователями Объединенного института проблем информатики была предложена методика использования ансамблей нейронных сетей для идентификации изображений, получаемых со спутника, и модели для их анализа. Как результат – построен алгоритм распознавания состояния растительности на базе двух сверточных нейронных сетей по данным аэрофотосъемки, что существенно снижает влияние шумовых факторов (освещение, сол-

нечные блики) на качество карт пораженной растительности. Технология важна для развития точного земледелия.

Над получением высокоточных фотоснимков земной поверхности работает предприятие «Геоинформационные системы». Им создан опытный образец многоуровневой Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли с использованием космических, авиационных и наземных средств, который позволяет осуществлять предварительную и тематическую обработку фотоматериала и поставку его потребителям (Министерство по чрезвычайным ситуациям, Министерство обороны, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Государственный комитет по имуществу). Предприятием совместно с Объединенным институтом проблем информатики начата работа по созданию наукоемких элементов перспективной космической техники. В настоящее время идет подготовка инфраструктуры для сборки наноспутников.

Республика Беларусь всегда славилась сильной математической школой. В Институте математики разработан и проходит стадию внедрения на предприятии «Пеленг» оригинальный, не использующий коммерческих библиотек программно-моделирующий комплекс для расчета тепловых режимов узлов космического аппарата и теплового моделирования полетов по круговым и эллиптическим орбитам. Создан программный продукт для трехмерного моделирования на суперкомпьютерах процессов внешнего обтекания тел, движущихся



в турбулентном потоке сжимаемых сред, который позволяет сократить материальные и временные затраты при проектировании летательных аппаратов, автомобилей, перспективных ядерных реакторов. Результат востребован для решения актуальных задач в Объединенном институте энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси.

В интересах реального сектора экономики

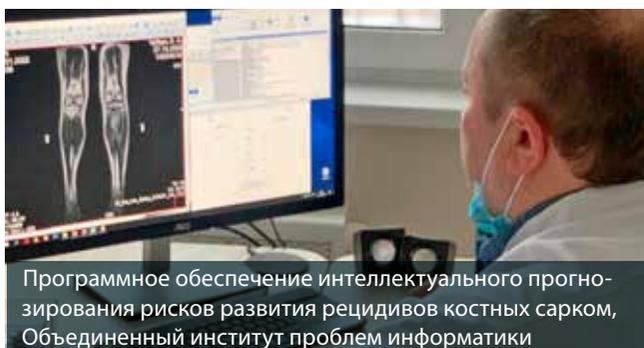
Научное знание в современном мире все больше определяет экономическое развитие, а фундаментальные исследования и поисковые НИР являются основой для будущих разработок. По высказыванию лауреата Нобелевской премии Ж.И. Алферова, все научные разработки в конечном итоге могут найти применение в реальном секторе экономики.

В Объединенном институте проблем информатики сформированы научно-методические и программно-технические предпосылки внедрения в народнохозяйственном комплексе страны прорывных информационных технологий проектирования, моделирования и оптимизации конкурентно способных объектов новой техники, устройств

и систем. В рамках союзных программ создан суперкомпьютер «СКИФ-ГЕО-ЦОД-РБ» и офисный суперкомпьютер «СКИФ-ГЕО-ОФИС-РБ», прикладное ПО «СКИФ-НЕДРА» и опытный образец аппаратно-программного комплекса для более эффективного поиска и разработки полезных ископаемых. Кластер «СКИФ-ГЕО-ЦОД-РБ» занял 37-е место в рейтинге вычислительных систем СНГ в 2018 г. Примером успешной координации действий академической науки, медицинских и фармацевтических организаций стала первая в СНГ республиканская автоматизированная информационная система «Электронный рецепт», к которой сегодня подключено более 600 учреждений здравоохранения, 70 различных аптечных сетей. Суточное количество транзакций составляет порядка 12,7 млн операций (около 170 в сек.). Всего с использованием данной системы уже выписано более 20 млн электронных рецептов. Еще одним впечатляющим результатом в области медицины стала разработка программного обеспечения прогнозирования рисков развития рецидивов костных сарком у детей и молодежи с учетом экспрессии молекулярных маркеров в опухолевой ткани.

В ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» выпущен опытный образец оптоэлектронного генератора СВЧ с волоконно-оптической линией задержки и оптическим усилением для систем радиолокации измерительной СВЧ-техники. Он отличается от современных опорных генераторов модульного исполнения сверхнизким фазовым шумом и по своим характеристикам превосходит многие мировые аналоги. Изделие уже востребовано как в нашей стране, так и в Российской Федерации. В интересах Государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь разработан аппаратно-программный комплекс лазерно-оптического сканирования для автоматизированной баллистической идентификационной системы. Он обеспечивает получение цифровых данных по трехмерному (3D) микрорельефу поверхности объектов баллистической экспертизы (пули и гильзы со следами выстрела из нарезного огнестрельного оружия) с высоким разрешением (до 1,5 мкм). Это уникальный инструмент для криминалистов.

В Институте физики им. Б.И. Степанова разработан ряд уникальных лазерных систем с диодной накач-



Программное обеспечение интеллектуального прогнозирования рисков развития рецидивов костных сарком, Объединенный институт проблем информатики



Установка молекулярно-пучковой эпитаксии нитридов для роста гетероструктур, Институт физики им. Б.И. Степанова

кой со встроенными телескопическими приемными и передающими системами, которые применяются в самых новейших оптико-электронных комплексах различного назначения. В интересах научно-технического центра «ЛЭМТ» БелОМО разработан импульсный эрбиевый лазер, исключительные характеристики которого позволили получить инновационную дальномерную систему, по параметрам превышающую лучшие мировые разработки. Созданный учеными Института физики рамановский лидар контейнерного типа для зондирования атмосферы стал первым комплексом дистанционного мониторинга атмосферы в условиях Антарктиды. Лидар уже прошел испытания на открытых площадках Белорусской антарктической станции.

Немало сильных прикладных IT-решений создано Центром систем идентификации, который осуществляет комплексное информационно-технологическое обеспечение процессов идентификации, маркировки и контроля оборота изделий, производимых в Республике Беларусь, а также продукции, поставляемой в Российскую Федерацию и другие государства – члены ЕАЭС. В течение 2021 г. Центр

обеспечил сопровождение электронными ветсертификатами более 200 тыс. экспортных поставок на сумму более 2 млрд долл. из 525 предприятий Беларуси. Создан прототип информационной системы цифрового мониторинга маркированных RFID-метками объектов на основе технологий распределенных реестров (DLT/Blockchain) для применения в промышленных системах трассировки и прослеживаемости цепочек поставки продукции любого типа.

Научные результаты и разработки ученых Отделения показывают, что наша страна богата талантами, имеет высокий интеллектуальный капитал и способна генерировать уникальные продукты в разных высокотехнологичных сферах.

Отвечая на запросы времени

Перед наукой ставится задача повышать ее вклад в развитие экономики, ускорять инновационный цикл, заниматься вопросами импортозамещения. Для этих целей только за последние 2–3 года в организациях Отделения создан ряд отраслевых лабораторий, оснащенных самым современным оборудованием. Так, в отраслевой лаборатории молекулярно-пучковой эпита-

ции нитридных гетероструктур и испытаний лазерной и оптоэлектронной техники Института физики им. Б.И. Степанова разработана и оптимизируется технология высокотемпературной молекулярно-пучковой эпитакии слоев нитрида алюминия и нитрида алюминия-галлия в гетероструктурах на подложках сапфира и карбида кремния для создания транзисторной основы отечественной СВЧ и силовой электроники. Двойные гетероструктуры AlGaIn/GaN соответствуют лучшим мировым аналогам, а по ряду параметров превосходят их.

В лаборатории радиофотоники ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» налажен выпуск элементов и готовых приборных систем радиофотоники. Только в 2021 г. заказчикам было поставлено продукции на общую сумму порядка 1 млн руб. В целях импортозамещения в ОАО «Интеграл» совместно с сотрудниками ГНПО были разработаны базовые конструкции малогабаритных кремниевых лавинных фотодиодов и фотоумножителей, по ряду параметров превосходящие лучшие мировые аналоги, например, фотодиоды японской фирмы Hamamatsu. На ОАО «ИНТЕГРАЛ» налажен серийный выпуск





Аппаратно-программный комплекс лазерно-оптического сканирования, ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника»



Лазерно-оптический анализатор дефектов для контроля поверхности неструктурированных пластин, Институт физики им. Б.И. Степанова



Интегральные микросхемы на подложках арсенида галлия, Минский НИИ радиоматериалов

лавинных фотодиодов, а также идет подготовка к освоению фотоумножителей.

Созданная в Минском НИИ радиоматериалов (МНИИРМ) отраслевая лаборатория проектирования и разработки фотошаблонов для обеспечения производства изделий микро-, опто- и СВЧ-электроники и МЭМС-технологий благодаря внедрению ноу-хау технологии травления в индуктивно-связанной хлорной плазме – пока единственный в СНГ изготовитель фотошаблонов с размерами элементов 0,7 мкм. Выпускаемая продукция востребована как в Беларуси, так и Российской Федерации. В 2021 г. выпущено изделий на сумму более 550 тыс. руб., из них – поставки на экспорт на 400 тыс. руб. Лаборатория намерена наращивать темпы производства. На базе собственных электронных компонентов разработаны прецизионные высоконадежные датчики, предназначенные для систем контроля осевой нагрузки транспортных средств, системы мониторинга газов и метеорологические комплексы. В интересах объединения «МАЗ» в ближайшее время планируется наладить выпуск импортозамещающей продукции – систем мониторинга метана в критичных точках автомобиля. Интерес к данной теме проявляет и российское предприятие «КаМАЗ».

В лабораториях Центра светодиодных и оптоэлектронных технологий разработана уникальная технология получения эффективных широкополосных светодиодов на основе оригинальных люминофоров. Разработанные светодиодные

тепличные излучатели завоевывают популярность в хозяйствах нашей республики и за ее пределами. Их преимущество – в низкой энергоемкости (в 1,5–2 раза по сравнению с традиционными тепличными облучателями) и возможности подбора оптимальных условий освещения растений, что позволяет повысить урожайность различных культур. Данная продукция хорошо себя зарекомендовала в России, Казахстане, Сербии, Северной Македонии, Китае и других странах.

Не только разрабатывать, но и производить

Ведущие научные центры Национальной академии наук Беларуси являются флагманами в стране в «производстве» новых знаний. Академическая наука – мощный источник инноваций, а ее продукты обладают новизной и высокой добавленной стоимостью. Однако сегодня мало иметь разработку, патенты, интеллектуальную собственность, важно уметь наладить производство по выпуску высокотехнологичной продукции. Именно поэтому для организаций Отделения коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, решение многих задач в интересах белорусской экономики всегда были и будут в приоритете. В частности, Институт физики им. Б.И. Степанова готов обеспечить промышленность новой лазерной терапевтической аппаратурой, лазерной аппаратурой для экспресс-анализа, в перспективе отечественными СВЧ- и силовыми транзисторами, элементами силовой электроники на AlGaN

гетероструктурах и другими научными разработками.

Объединенный институт проблем информатики в ближайшее время займется организацией республиканского центра высокопроизводительного программного обеспечения с сетевым доступом абонентов ко всем вычислительным ресурсам, формированием в его рамках отделов медицинских, биоинформационных, геоинформационных, космических и информационных технологий. Все это станет ядром IT-града «Академический» и послужит развитию ответственной IT-индустрии.

Предприятие «Геоинформационные системы» в следующем году начнет работы над новым спутником дистанционного зондирования Земли и займется разработкой технологий для сборки наноспутников.

Центр систем идентификации разработает технологии «умных» контрактов для систем прослеживаемости цепочек поставок, в том числе с привлечением технологий искусственного интеллекта, Интернета вещей и др.

Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий продолжит разработки по созданию комплекта оборудования для многоярусных установок выращивания растений, включая приборы для освещения, обеззараживания и борьбы с насекомыми-вредителями на основе светодиодов видимого и ультрафиолетового диапазонов.

Расширить номенклатурный ряд импортозамещающих датчиков в интересах промышленных предприятий для отечественных гигантов, таких как «МТЗ», «МАЗ», «Амкор»,

«Керамин», намерены в Минском НИИ радиоматериалов, где также планируется освоить производство корпусированных многокомпонентных интегральных схем X диапазона для комплектования изделий специального назначения.

В Центре геофизического мониторинга НАН Беларуси займутся формированием постоянной локальной сети сейсмических наблюдений для контроля стабильности параметров проектных основ и получением текущей объективной информации об изменениях геодинамической ситуации в районе расположения Белорусской АЭС.

И это планы только на 2023 г. Конечно, в среднесрочной перспективе – создание лаборатории искусственного интеллекта, промышленной робототехники, отраслевой лаборатории микроэлектроники, совместных лабораторий и центров с ближайшими зарубежными партнерами, развитие космических исследований. Это, несомненно, потребует создания новых научных объединений, расширения международного сотрудничества и, прежде всего, в рамках Союзного государства, ЕАЭС и СНГ, а также сотрудничества с такими авторитетными организациями, как Курчатовский центр, Объединенный институт ядерных исследований в Дубне, Сибирское отделение РАН, научные центры Санкт-Петербурга и др.

В Отделении сформированы известные научные школы, есть ученые и современные лаборатории, способные создавать выдающиеся разработки и инновации, в том числе достойные мирового признания. ■



Отраслевая лаборатория проектирования и разработки фотошаблонов для производства изделий микро-, опто- и СВЧ-электроники, Минский НИИ радиоматериалов



Участок сборки изделий электронной техники, Минский НИИ радиоматериалов



Лазерная установка многоцелевого назначения для формирования микроизображений, Минский НИИ радиоматериалов