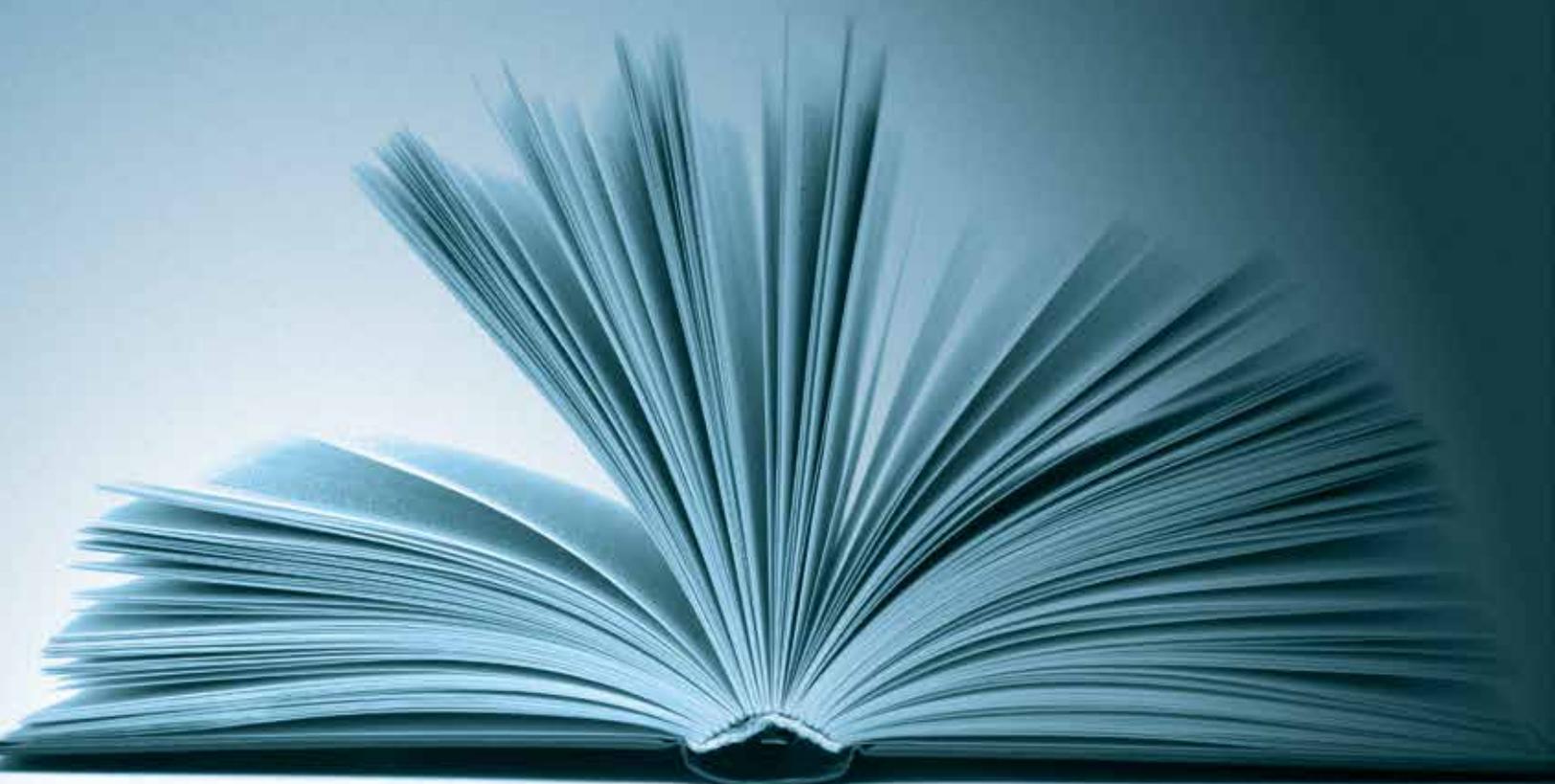


СОЗДАВАЯ
ФУНДАМЕНТ
БУДУЩЕГО

➔ Специальный выпуск



*С 1926 года вместе
с белорусской
наукой*



МИР НАУЧНОЙ КНИГИ

Издательский дом «Белорусская наука»

ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск, Беларусь
+375 17 369 94 02 • +375 17 369 83 27 • info@belnauka.by • <http://belnauka.by>

СОДЕРЖАНИЕ

Владимир Гусаков Императивы новой промышленной революции и интеллектуализации общества	2
Игорь Карпенко Образование – синоним развития нации	9
Александр Шумилин Инновационные отрасли завтрашнего дня	14
Валерий Малашко Эффективный инструмент охраны здоровья граждан	19
Виталий Вовк Промышленность и наука – мощный тандем для экономического роста	24
Валентин Орлович Физика и информатика в технологиях будущего	29
Александр Ласковнёв Цифровое производство – точка опоры	34
Сергей Усанов Современные тенденции в химии	42
Михаил Никифоров Перспективы биологических исследований	49
Александр Сукало, Николай Сердюченко Стратегия развития отечественной медицинской науки	56
Александр Коваленя Гуманитарное знание: сохранение национальных духовно-культурных ценностей и государственности	61
Петр Казакевич Инновационные разработки АПК Беларуси	65
Сергей Гапоненко Наука как миссия человека во Вселенной	69



Императивы новой промышленной революции и интеллектуализации общества



Наука не является и никогда не будет являться законченной книгой. Каждый важный успех приносит новые вопросы. Всякое развитие обнаруживает со временем все новые и более глубокие трудности.

Альберт Эйнштейн



Владимир Гусаков,

Председатель Президиума
НАН Беларуси, академик

Национальная академия наук – уникальная сфера для генерирования новых научных идей и инновационных решений. Сегодня она концентрирует самый элитный научный потенциал и работает в контексте мировых исследований.

При правильной постановке задач и создании действенных стимулов перед учеными Академии наук не существует проблем в решении любых по сложности задач. Достаточно посмотреть на результаты в различных областях, чтобы убедиться в сказанном. Это разработка офисного суперкомпьютера, способного выполнять до 20 трлн операций в секунду; проведение широкого круга космических исследований, запуск спутника дистанционного зондирования земли, управление им и работа над новым – с уникальными характеристиками; создание собственной полярной станции в Антарктиде и выполнение широкого круга сложнейших исследований; разработка макета электромобиля и малого персонального электротранспорта, открывающего немалые возможности рыночных продаж, а также разработка собственного супернакопителя энергии; создание белорусской национальной системы идентификации маркирования и сопровождения товаров и транспортных средств, что позволяет избежать фальсификации; разработка ДНК-паспортизации человека, дающей возможность редактировать генный механизм; создание серии высокоэффективных лекарственных препаратов на основе собственного синтеза; создание многих сортов сельскохозяйственных растений и всей линии сельскохозяйственных машин, позволяющих исключить импорт, занимающих доминирующее положение

на внутреннем рынке и формирующих немалый экспортный потенциал. И этот ряд можно продолжать.

Однако это уже результаты состоявшейся науки, то есть результаты прошлого научного труда. Но еще больший интерес вызывают те сферы, которые формируют науку будущего. Так, Академия наук формирует базис таких новых отраслей, как биосфера и биотехнологии, наноиндустрия, композиционные материалы и аддитивные технологии, современные энергетические системы и др. В этой связи важен поиск новых идей и решений. Для таких целей в Академии наук создано множество поисковых кластеров в различных сферах науки, которые призваны определять направления прорывных исследований еще до формирования фундаментальной тематики и проблематики. То есть они задают векторы фундаментальных исследований, где возможны крупные результаты, и позволяют исключить безрезультатные научные поиски.

Одним из перспективных направлений, которое сейчас активно развивается в мире, является информатизация. Надо сказать, что это достаточно широкая сфера, охватывающая такие понятия, как создание информационных технологий, разработка искусственного интеллекта и базы для цифровой экономики, формирование системы роботизации промышленности, образование целой инфраструктуры технических средств по мехатронике, создание сферы промышленного Интернета и др. Здесь перспективы для ученых Национальной академии наук только открываются.

Поэтому дальнейший разговор в данной статье пойдет вокруг проблематики формирования основы для перехода к новой промышленной революции и для последовательной информатизации



и интеллектуализации общества, которые будут определять научно-технический прогресс в мире, в том числе в Беларуси, в течение ближайших десятилетий.

Надо подчеркнуть, что ускоренное становление искусственного интеллекта, широкая роботизация промышленности, внедрение Интернета вещей (Internet of Things – IoT), способного превращаться

Мир стоит на пороге глобальных изменений, в основе чего – суперинтеллектуальное пространство и общество, которое предлагается называть Общество 5.0

в Интернет всего (Internet of Everything – IoE), становление цифровой экономики образуют базу перехода к четвертой промышленной революции, называемой Индустрия 4.0. Мир стоит на пороге глобальных изменений, в основе чего – суперинтеллектуальное пространство и общество, которое предлагается называть Обществом 5.0.

Конечно, впервые поименование процесса перехода к новой промышленной революции под термином «Индустрия 4.0» появилось в Германии, а формирование интеллектуального общества в форме Общества 5.0 – в Японии. В этой связи некоторые отечественные исследователи и специалисты стали предлагать ввести свою белорусскую терминологию, отвечающую национальным особенностям индустриализации и интеллектуализации. Но изучение показало, что этапность развития белорусской промышленности и общественного развития почти ничем не отличается от этапности этих процессов в Германии или Японии, которые в настоящее время служат образцами промышленной инновационности и общественной рациональности. Поэтому полагаем, что вводить в этих областях кукуку-то свою, отличительную белорусскую терминологию совсем необязательно. В противном случае это может лишь привести к путанице в понятиях и усложнить применение сравнительных критериев и показателей. Беларуси важно заниматься не столько самоидентификацией промышленного и общественного развития, сколько выработкой

стратегии и тактики быстрого выравнивания темпов и показателей промышленного и общественного прогресса с развитыми странами, конечно, с учетом некоторых национальных и региональных особенностей.

Итак, эволюция социально-экономических парадигм в мире имеет глубокую историю. Известно, что Общество 1.0 и Общество 2.0 связаны с развитием животноводства, растениеводства, ирригации и ремесла, приобретением оседлого образа жизни и созданием первых поселений, включая иерархическое устройство управленческой системы. Эти образования принято называть в основном аграрными обществами, но их прогресс обусловлен достижениями ремесла и промышленности. В данной связи Общество 3.0 стало возможным в результате индустриальной революции, в том числе – изобретения парового двигателя, а также массового использования промышленного производства. Четвертая ступень социально-экономического развития – Общество 4.0 – это период компьютеров и распространения компьютеризации. Компьютеры, программное обеспечение и роботы обеспечили оптимизацию и рационализацию производственных процессов и информатизацию экономики. Общество 5.0, о котором сейчас много разговоров, логически следует за информационным обществом, оно означает широкое становление экономики знаний и ее интеллектуализацию. Так, Общество 5.0 будет представлять не только рационализацию производства и ресурсов, но и оптимизацию и интеллектуализацию всей инфраструктуры развития социума – производственной, социальной, потребительской, информационной, образовательной, окружающей среды, коммуникационной и т.п.

Как известно, последними достижениями в ИТ-индустрии явились Интернет вещей и Интернет всего, которые позволяют создать систему сквозных и всеобщих информационных связей. Фантастические возможности возникают при использовании вместе с этими технологиями больших массивов информации, или Big Data. Это, если так можно выразиться, базовая





составляющая Общества 5.0. Но по сути Общество 5.0 распространяет свое влияние гораздо дальше отраслей промышленности, охватывает все сферы функционирования социума и формирует знания о перспективах государства. Следовательно, надо полагать, что Индустрия 4.0 станет частью Общества 5.0, но эти понятия тесно взаимосвязаны и неразделимы. Хотя в рамках Общества 5.0 создаются условия для взаимодействия социума, промышленности и интеллектуализации, которое называется киберфизическими технологиями.

Предполагается, что информация обо всех процессах, происходящих в стране, включая различные отрасли экономики и сферы производства, в виде Big Data через IoT и IoE будет отправляться в киберпространство. Высочайшие технологии искусственного

Беларусь должна быть нацелена на сквозное и комплексное развитие информационных технологий и искусственного интеллекта

интеллекта проанализируют эту информацию, найдут эффективное решение для общества (социума) и различных отраслей промышленности, включая финансовые и материальные ресурсы, и вернут обратно в реальное пространство. Как видим, все сводится к масштабам внедрения новейших цифровых технологий. Именно в этом состоит основное различие между Индустрией 4.0 и Обществом 5.0. В последнем цифровые технологии будут охватывать все сферы функционирования социума, а не только промышленность. Однако применение цифровых технологий должно основываться на высоких достижениях искусственного интеллекта. Ведь от уровня искусственного интеллекта зависит обработка Big Data и выработка решений, которые также станут генерироваться в киберпространстве. Вместе с тем надо осознавать, что для освоения IoT и IoE необходима развитая инфраструктура информационно-коммуникационных технологий, например соответствующие блоки и линии связи, Wi-Fi, включая сети нового поколения 5G.

Искусственный интеллект – это новая ступень развития общества, в связи с чем потребуются создавать многоуровневые ИТ-системы. От этого станут зависеть решения, создаваемые в киберпространстве.

В настоящее время Республика Беларусь должна быть нацелена на сквозное и комплексное развитие информационных технологий и искусственного интеллекта. Следует ускорить и углубить сотрудничество всех имеющихся в стране структур (научных и учебных учреждений, частных компаний) для создания потенциальной базы развития IoT, IoE, цифровой экономики, искусственного интеллекта и интеллектуализации экономики, то есть всех отраслей – промышленности, здравоохранения, энергетики, агропромышленного комплекса, строительства, транспорта, финансовых структур и государственного сектора. Известно, что Республика Беларусь, как и другие развитые страны, сталкивается с большим количеством проблем – недостаточными темпами роста производительности

труда, старением общества, трудностями с формированием человеческого капитала и др. Есть уверенность, что концепция Общества 5.0, основываясь на киберпространственных технологиях выработки решений, способна автоматически находить оптимальные пути решения указанных проблем.

Беларуси следует, по примеру развитых стран, таких как Германия, Эстония, Южная Корея, Израиль, составить долгосрочную программу экономического развития, в том числе интеллектуализации общества по примеру Индустрии 4.0 и Общества 5.0. Основными критериями данной программы выступают:

- оценка существующего потенциала страны для формирования Индустрии 4.0 и Общества 5.0 и этапность их становления;
- разработка концепции Индустрии 4.0 и Общества 5.0, включающей систему научных подходов, инновационных идей и экономических возможностей их реализации;
- разработка механизмов, моделей и методов интеграции усилий государства, науки, образования и частных структур;
- принятие системы мер стратегической индустриализации, стандартизации и интеллектуализации промышленности, экономики и общества; широкое внедрение роботизации и мехатроники на базе электронных, коммуникационных и безлюдных технологий;
- создание экосистемы и специализированных компаний, способных стать точками ускоренного роста, повысить производительность всех отраслей экономики

и общества и вывести экономику страны на траекторию устойчивого роста и развития;

- создание максимальных стимулирующих условий для развития всех форм крупного, среднего и малого бизнеса, налаживание тесной интеграции между ними, включая сотрудничество со стартапами;

- образование крупных сквозных кооперативно-интеграционных объединений и кластерных структур в ведущих отраслях промышленности и экономики (страновых, транснациональных, региональных и отраслевых), способных устойчиво конкурировать в стране и за рубежом с ведущими мировыми компаниями; включение белорусских компаний в структуру мировых и создание возможностей для участия мировых компаний в структуре белорусских; продвижение и интеграция национальной экономики в мировое экономическое и товарно-сбытовое пространство;

- разворачивание широкого спектра научных исследований в области Индустрии 4.0 и Общества 5.0 и интеграция национальной белорусской научно-исследовательской инфраструктуры в мировое научное пространство;

- создание системы обучения кадров на основе международных стандартов и достижений в области Индустрии 4.0 и Общества 5.0;

- выработка и принятие действенных мер государственного регулирования системы интеллектуализации экономики и общества, перехода к Индустрии 4.0 и Обществу 5.0; широкое становление государственно-частного партнерства.

Республика Беларусь еще только формирует базу перехода на новый этап экономического и социального развития, тем не менее научные и организационные возможности для этого уже имеются, и достаточно неплохие. Главное – необходимо изменить уровень общественного мышления, но этот путь сложный и его нельзя осуществить без заинтересованности Правительства и общества. Например, в настоящее время каждое промышленное предприятие в отдельности имеет свою программу инновационного развития в виде исходной базы Индустрии 4.0. Но в Обществе 5.0 должна быть совершенно другая система: необходимо будет иметь всеобщую и сквозную стратегию инновационного развития всей

промышленности страны. Сбор и обработка больших массивов информации в перспективе должна происходить на базе Интернета вещей или Интернета всего. То есть это будет удаленное обслуживание и принятие решений по всеобщей инноватизации, причем не только в области производства, но и всех других сфер жизни общества. Эту стратегию должны понять и принять все участники Общества 5.0 – от предприятий и товаропроизводителей до непосредственных потребителей материальных и социальных благ. Можно предполагать, что реализация программы становления Индустрии 4.0 и Общества 5.0, где в центре будет трансформация менталитета общества, займет не менее двух-трех десятилетий.

Чтобы понять сложность предстоящих изменений, приведем такой упрощенный пример. Допустим, что имеется несколько миллиардов вещей с интернет-детекторами, вся информация собирается в IoT, формируется Big Data и ведется анализ больших массивов с помощью сети мощных компьютеров. Здесь же станут выработываться решения для Правительства, государственных органов управления, предприятий и организаций. В данном случае будет иметь место сложное сочетание ряда пространств: киберпространства, производственного, управленческого, физического и ментального, общественного и др. Все эти пространства должны будут работать в режиме самоорганизации и автоматизации, возможен только дистанционный контроль, даже если это будут локальные ситуации. Но дистанционное обслуживание и выработка решений, как и послание целесообразных указаний, будут проходить без участия человека. То есть речь идет о создании масштабного виртуального пространства. В этом и состоит смысл Индустрии 4.0 и Общества 5.0.

Конечно, сегодня это трудно воспринять. Но ряд стран уже на пути к такой системе, например Эстония, Корея, Чехия, Финляндия, Германия и др.

Смысл изменения ментального общества будет состоять в преодолении ряда стереотипных препятствий, называемых «стенами». Так, в первую очередь необходимо будет преодолеть следующие «стены»:

- «стену» законодательства и права, включая нормативы.

Здесь необходима разработка стимулирующих законов для внедрения IoT и IoE, Индустрии 4.0 и Общества 5.0;

- «стену» органов государственного и хозяйственного управления. Предполагается разработка Программы создания Индустрии 4.0 и Общества 5.0, концепции и национальной стратегии интеллектуализации общества, внедрения цифровой экономики и интернетизации страны;

- «стену» инновационных технологий и инвестиций в ИТ-страну. Означает быстрое развитие науки и образования в сфере интернетизации, концентрацию ИТ-потенциала и его мобилизацию. Наука и образование должны стать локомотивами интеллектуализации общества;

■ «стену» общественного восприятия Индустрии 4.0 и Общества 5.0. Необходимо активное вовлечение всех слоев общества в новую экономическую и виртуальную реальность. Должна произойти интеграция интернет-технологий и общества.

Безусловно, это революция. И не только в области промышленности, но и в сознании людей. Но революция, вызывающая новые витки развития общества. Конечно, данное состояние еще сложно полностью интерпретировать, а тем более обосновать. Ведь еще совсем не ясно, какой будет организация общества и промышленности: единое сконцентрированное и удаленное регулирование или применение некоторых локальных схем и нанопераций. Не исключается, например, выявление и использование некоторых скрытых возможностей человеческого интеллекта, в том числе для поддержания здоровья человеческого общества.

В этой связи предстоит решать, например, проблему борьбы со многими заболеваниями человека и человеческого возраста. Это не фантастика. Уже сейчас в мире экспериментально прорабатываются целые системы модернизации человеческого организма. А в концепции Общества 5.0 люди должны получить новые возможности для трудовой деятельности независимо от состояния здоровья и возраста

Основной тезис Индустрии 4.0 и Общества 5.0 – человек должен больше трудиться, творчески и созидательно

посредством виртуальных технологий, которые станут упрощать трудовой производственный процесс. Одним из таких решений может быть использование робототехники и мехатроники и удаленное регулирование трудовых процессов.

Совместная деятельность человека и робота, создание человекоподобных роботов, передача роботам трудовых функций человека (в различных сферах) станут гармонизировать и оптимизировать трудовой процесс. Сейчас к роботам сохраняется еще настороженное и даже враждебное отношение. Но это, надо полагать, со временем будет преодолено. Впереди поколение роботов, которые станут автономно выполнять человеческую работу, самостоятельно идентифицировать свои функции и даже распознавать замыслы человека. Человек и роботы научатся сосуществовать и не посягать на пространство друг друга.

Если рассматривать перспективы соединения машины и человека, то открываются безграничные возможности. Правда, человеческий организм надо еще во многом приспособлять под взаимодействие человека и робота. Ведь человеческий организм, и особенно человеческий мозг, до сих пор представляют собой большую загадку. Не исключается

возникновение проблемы не только физической, но и умственной совместимости. Уже сейчас появляются сложные вопросы психологической отрешенности (изоляция) человека при превышении своих возможностей работы на компьютерах. Это важно предусмотреть заранее и выработать механизм исключения подобных явлений. Сосуществование человека и компьютера, человека и робота должно быть комфортным прежде всего для человека, не иметь негативных последствий для человеческого организма. Следовательно, параллельно необходимо отработать альтернативные системы физической и умственной занятости человека для поддержания долготы, физической и умственной работоспособности.

В Европейском союзе уже серьезно рассматривается вопрос: считать или не считать роботов, наделенных высоким интеллектом, компьютерными личностями с регистрацией их под соответствующими персональными номерами и паспортами. Это приводит к необходимости этики во взаимоотношениях человека и робота.

Сегодня еще считается, что человеческий организм и мозг повторить невозможно, но последние изобретения ученых часто утверждают обратное. Не только роботы все более будут похожи на человека, но и человек уже начинает рас-

сматриваться с точки зрения комплектации его различными более совершенными органами и системами, построенными с применением биополимерных компонентов, роботизации, автоматизации и компьютеризации, особенно если свои истинно биологические дают сбой.

Каждый человек в Обществе 5.0 будет иметь идентификационную карту, с помощью которой не только станет обеспечивать оптимизацию своего трудового процесса, а также взаимодействие, например, с системой здравоохранения, банковской системой, торговой сетью и другими социально-экономическими институтами, но в равной степени – и возможность регулировать взаимодействие с роботами и виртуальными системами. Бесспорно, человек в любом случае должен остаться



доминантой общества, его интеллект пока сложно пре-
взойти по мыслительным процессам. Но многие тех-
нические преимущества могут и должны принадле-
жать электронным системам, в этом нет ничего опас-
ного, хотя сложные мыслительные процессы должны
оставаться прерогативой человека.

При формировании Общества 5.0 очень важно
иметь превосходный уровень науки, образования
и культуры. Только это позволит обществу творче-
ски развиваться и изобретать новые системы индус-
триализации и интеллектуализации, не теряя при-
оритетности самого человека. Ведь не исключается,
что через несколько десятилетий возникнет необходи-
мость формирования Индустрии 5.0 и Общества 6.0.
Мир не стоит на месте, прогресс набирает обороты.
Достаточно сказать, что уже сейчас есть положитель-
ные эксперименты, когда с помощью новейших изоб-
ретений нанороботов и их имплантации в челове-
ческие органы, в том числе в мозг, можно не только
успешно побеждать многие трудные заболевания
человеческого организма и обеспечить его нормаль-
ную жизнедеятельность, но и резко усиливать интел-
лектуальные и мыслительные процессы. Например,
ускорить изучение иностранных языков, усилить
литературные дарования, расширить масштабы ана-
литических процессов и др.

Основной тезис Индустрии 4.0 и Общества 5.0 –
человек должен больше трудиться, творчески и сози-
дательно. Новая промышленная революция и интел-
лектуализация не должны «выбросить» людей и пре-
вратить их во вспомогательный элемент сплошной
роботизации. Напротив. Предполагается, что твор-
ческая и интеллектуальная напряженность человека

должны возрастать так же, как и система интерне-
тизации, а востребованность каждого человека – уси-
ливаться. Конечно, интенсификация человеческого
труда не должна привести к перегрузкам. Важно
сохранить качество жизни. Сделать это предпола-
гается с помощью новейших технологий, таких как
IoT и IoE, робототехники, киберфизических и интер-
активных систем. Все это должно стать базой кон-
цепции Общества 5.0, предполагающей оптимиза-
цию всех видов ресурсов – материальных, трудовых,
финансовых, природных, инвестиционных и др.
Иначе говоря, Индустрия 4.0 и Общество 5.0 – это
та экономика и общество, где будет доминировать
атмосфера сотрудничества и взаимодействия, инте-
грации усилий и интеллекта. Можно сказать и так,
что в результате новой промышленной революции
и интеллектуализации общества каждый участник
трудового процесса будет вносить вклад в соот-
ветствии со своими возможностями и потреблять
в соответствии со своими интересами. Во мно-
гом это, конечно, напоминает коммунистический
лозунг, реализовать который не удалось. Тому была
масса причин, но это тема другого разговора. Они
не в поле глобальной интерне-тизации. Здесь же
следует только подчеркнуть, что Индустрия 4.0
и Общество 5.0 должны создать для человека мак-
симально комфортные условия. Нельзя строить
новую экономику и внедрять новые технологии
в общественное сознание, если они будут прино-
сить дискомфорт и противоречия. Любой процесс
должен быть во имя человека. Общество – это сово-
купность людей, и его достижения и блага должны
быть доступны всем. ■



Образование – синоним развития нации



Игорь Карпенко,
министр образования Республики Беларусь

Национальная система высшего образования за время существования Республики Беларусь на мировой арене в качестве независимого суверенного государства прошла непростой, но достаточно успешный путь своего становления. Удалось не только сохранить многое из позитивного, что было накоплено в предыдущий период, но и достигнуть определенных новых положительных результатов. Этому способствует взвешенная политика государства, направленная на модернизацию системы образования. В частности, такие стратегические документы, как Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г., одобренная Президиумом Совета Министров Республики Беларусь от 2 мая 2017 г., и Государственная программа «Образование и молодежная политика» на 2016–2020 гг., утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.03.2016 г. №250, ставят целью повышение конкурентоспособности национальной системы образования, интеграцию ее в международное образовательное пространство и предполагают решение следующих ключевых задач:

- организация высокоэффективного непрерывного образования в течение всего жизненного цикла посредством формирования многоступенчатой системы подготовки специалистов;
- укрепление интеграции между производством, наукой и системой высшего образования посредством создания университетских учебно-научно-производственных комплексов с учетом инновационных векторов экономики;
- развитие Национальной системы квалификаций, внедрение профессиональных и нового поколения образовательных стандартов.

Политика государства, направленная на развитие экономики знаний, включает мероприятия по созданию интеллектуальной среды за счет реализации различных программ и стимулирования научной активности. Это предусматривает развитие сферы образования, фундаментальной и прикладной науки, формирование благоприятных условий для производства научных знаний и технологий в различных секторах экономики, обеспечение авторских прав на интеллектуальную собственность, усиление социальной защиты ученых, сохранение национальной научной элиты и развитие социальной инфраструктуры.





Белорусская экономика фактически является частью мировой системы экономики знаний, а ускорение процессов глубокой интеграции в общемировое образовательное и научно-техническое пространство будет способствовать формированию модели развития, ориентированной на инновационный рост, повышение значимости нематериальных активов, расширение глобальной деятельности.

Фактором, способствующим разворачиванию экономики знаний в республике, можно считать вклад образования в формирование человеческого капитала за счет сохранения традиций фундаментальной подготовки в системе образования, а также накопленный научный потенциал, характеризующийся эффективной деятельностью белорусских ученых. Развитие экономики знаний возможно при условии успешной коммерциализации разработок.

Современный и перспективный высококвалифицированный специалист должен обладать комплексом важных компетенций, среди которых можно выделить:

- многоуровневое решение проблем;
- понимание социума;
- кросскультурность;
- гибкость мышления;
- мультидисциплинарность;
- аналитическое мышление и способность к разработке;
- виртуальное сотрудничество;
- новую медиаграмотность;
- управление когнитивными функциями.

Формирование инновационных профессиональных компетенций возможно в рамках новой организации деятельности высшей школы, основанной на реализации трех основных миссий: образовательной (обучение и воспитание), научной, предпринимательской. Обозначенные миссии определяют новый формат работы учреждений высшего образования как «Университет 3.0».

Современный университет должен готовить своих выпускников к работе в динамично меняющемся мире, где смена технологических укладов происходит в течение «жизненного цикла» одного

поколения. В таких условиях ведущие международные университеты достаточно быстро осуществляют переход от парадигмы трансляционного образования к деятельности, основанной на следующих перспективных технологиях и средствах:

- гибкие, интенсивные, модульно выстроенные образовательные программы, обеспечивающие мобильность обучения;
- активные и интерактивные технологии образования: имитационно-деятельностные игры, анализ кейсов, разработка проектов, дискуссии, обучение с помощью симуляторов, тренажеров;
- технологии самоопределения, «личностного вызова» для запуска собственной образовательной активности человека;
- тренинги личностного развития (изменения идентичности, самосознания, мотивации, самоорганизации и др.);
- образовательные ресурсы (учебные тексты, видеолекции, виртуальные лаборатории, мультимедийные материалы) с дистанционным доступом через Интернет;
- образовательные среды: молодежные, «деловые клубы» (с участием предпринимателей, управленцев, экспертов);
- организационные технологии и программы международного образования: межвузовские обмены студентами, обучение за рубежом в отдельных семестрах;
- образовательные технологии, учитывающие психологические особенности взрослых людей;
- программы повышения квалификации, ориентированные на высший уровень профессионализма.

Эти новации ставят на повестку дня вопрос о пересмотре привычных форм организации учебного процесса в белорусских университетах, смене существующей парадигмы содержания и методов обучения в высшем образовании, поиске новых философских подходов к образованию в целом.

Мир интенсивно меняется, и вслед за ним эволюционирует сфера образования.

образовательные программы и линейный способ передачи информации. Студенты смогут обучаться в любом месте и в любое время. Вузы расширяют свое присутствие в виртуальной реальности посредством облачных технологий, в том числе в формате сетевого партнерства с распределенным управлением.

Университеты интегрируются на международном уровне. Республика Беларусь с 2015 г. является полноправным членом Европейского пространства высшего образования. Оно представляет собой набор идей и технологий организации обучения, сформулированных совместно государствами-участниками и внедряемых в национальные системы образования. Мы придерживаемся подхода, согласно которому введение таких инструментов в национальную высшую школу должно быть не формальным, а иметь позитивный практический результат и усиливать белорусское высшее образование, создавать новые условия для движения вперед.

Участие нашей страны в Европейском пространстве высшего образования направлено на повышение международного престижа отечественной высшей школы и развитие экспорта образовательных услуг, на использование всех доступных возможностей для стратегического поступательного становления нашей системы образования в целях реализации национальных интересов.

В настоящее время Министерством образования в экспериментальном режиме внедряется практика перехода университетов к новой модели. Ее особенностями являются нацеленность на инновации и предпринимательство путем коммерциализации разработок университетских ученых.

Существует несколько причин, почему национальным университетам необходимо в ближайшее время переходить от модели, в рамках которой им присуща лишь функция обучения и исследования, к модели современного предпринимательского университета, представляющего собой драйвер научно-технологического и социально-экономического развития региона (кластера, отрасли):

- по некоторым направлениям мы догоняющая страна, технологический трансфер из развитых стран играет значительную роль;
- бизнес исторически слабо заинтересован в научной предпринимательской деятельности и обладает минимальным опытом коммерциализации научно-технических результатов;
- весьма ограничено количество частных компаний, готовых внедрять научно-исследовательские разработки и выводить их на рынок.

Именно в университетской среде у молодежи можно сформировать заинтересованность в карьере ученого и предпринимателя. Одной из главных задач университетов остается организация научных

Перспективой становится формирование «биоцифрового университета». Это обусловлено развитием платформ и аналитических приложений, новой промышленной революции. Изменение экосистемы общества влечет за собой изменение социального заказа. Уже сегодня можно наблюдать развитие образовательных хабов, сетевых сообществ и ряда других новейших форм организации жизнедеятельности университетов; получают стремительное развитие открытые образовательные ресурсы с вариативными комбинациями обучения. Цифровые приложения (скрипты) полностью адаптируются под потребности человека и вытесняют классические





исследований по приоритетным направлениям развития науки и технологий – в первую очередь как основы фундаментальной подготовки высококвалифицированных кадров и научных работников, а также для создания научно-технических заделов для осуществления инновационной деятельности.

Особую гордость среди достижений вузовской науки вызывают фундаментальные и прикладные разработки по прорывным направлениям. Хороший пример – проектирование и создание малых и сверхмалых космических аппаратов, которые являются реальной перспективой самостоятельного доступа к наиболее передовым космическим технологиям. Речь идет об университетском наноспутнике БГУ, в задачи которого входит изучение воздействия космической среды на оборудование и материалы

Министерством образования непрерывно ведется работа по вовлечению молодежи в профессию исследователя, пропаганда изобретательства и технического творчества, рационализаторства

аппарата, исследование алгоритмов управления его активной стабилизацией, радиационный мониторинг околоземного пространства. Уже создан центр управления спутником, разработана станция приема. Над проектом трудится более 20 представителей различных факультетов БГУ: радиофизики и компьютерных технологий, физического, механико-математического. В том числе студенты, магистранты, аспиранты, учащиеся Лицея БГУ. Основой проекта является опыт, накопленный в ходе выполнения программ Союзного государства «Космос СГ», «Космос НТ», «Мониторинг СГ», а также с 2010 г. подготовка студентов БГУ в рамках специальности «аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии». Помощь оказывают многие предприятия Беларуси. Среди них ОАО «Пеленг», «Витязь», «Интеграл», ООО «Полимастер», ЧП «NTLab», РУП «БелГИМ».

Данный проект позволяет развивать в Беларуси систему подготовки кадров в сфере космических технологий и разрабатывать университетские наноспутники. В результате будет создана сеть, к которой подключатся все белорусские университеты, а также будут организованы современные учебные курсы по проектированию малых спутников.

В декабре 2015 г. в УП «Унитехпром БГУ» было запущено модернизированное производство лекарственных субстанций и препаратов. Оно получило сертификат соответствия требованиям надлежащей производственной практики GMP №026/2016/GMP. На предприятии в интересах фармацевтического концерна «Белмедпрепараты» в рамках Государственной научно-технической программы «Новые лекарственные средства» разработан один из лучших препаратов на основе субстанции «Темодекс» и налажен его выпуск. Препарат предназначен для локальной химиотерапии опухолей головного мозга, вызывает гибель опухолевых клеток, предотвращает метастазирование, способствует уменьшению дозы цитостатика, снижает токсическую нагрузку на организм, обладает пролонгированным противоопухолевым действием. Аналога препарату «Темодекс» по форме выпуска и способу применения (гидрогель) не существует.

Заслуживает внимания научно-техническая и инновационная деятельность Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, направленная на разработку нового поколения радиоэлектронных систем, контрольно-измерительных приборов, комплектующих и устройств диапазонов СВЧ и КВЧ, технологий и программного обеспечения электромагнитной совместимости РЭС, аппаратуры гидроакустической связи, приборов и оборудования для измерений и контроля в мощных ультразвуковых полях, других приборов, устройств и систем.

Министерством образования непрерывно ведется работа по вовлечению молодежи в профессию исследователя, пропаганда изобретательства и технического творчества, рационализаторства. Ежегодно проводится конкурс по назначению стипендий Президента Республики Беларусь студентам, курсантам и аспирантам. Рассматриваются заявки на гранты для выполнения научно-исследовательских работ докторантами, аспирантами (адъюнктами), соискателями и студентами (курсантами, слушателями).

Благодаря системному подходу молодежная наука дает результаты: разработки имеют высокую научную направленность, носят прикладной характер и могут использоваться в экономике и социальной сфере. Например, магистрант Белорусского

государственного университета А.С. Логвинович в своей НИР «Металл-матричные композиты с управляемым выделением ингибиторов коррозии» разработал оригинальные защитные композиционные покрытия на основе слоистых оксидов, способных выполнять роль нанокапсул, из которых выделяются ингибиторы коррозии. Студент 4-го курса Гродненского государственного медицинского университета С.С. Мармыш в своей работе «Вариантная анатомия венечных артерий сердца человека» представил новый способ определения

Современный университет должен готовить своих выпускников к работе в динамично меняющемся мире, где смена технологических укладов происходит в течение «жизненного цикла» одного поколения

типа кровоснабжения сердца, основанный на математическом расчете сравнительного коэффициента для венечных артерий. Сведения о наличии «неблагоприятных» типов кровоснабжения сердца могут учитываться врачами диагностических кабинетов при оценке состояния здоровья пациента и при хирургической коррекции морфометрических параметров венечных артерий и их основных ветвей.

Во всех университетах страны проводится постоянная и целенаправленная работа, предусматривающая корректировку образовательных программ с учетом развития техники и технологий на всех этапах подготовки специалистов и проведение дополнительного обучения студентов. Большую роль в формировании их профессиональных навыков играет создание в университетах учебно-научно-производственных лабораторий, на базе которых функционируют образовательные центры. Тесная связь образования и промышленности осуществляется путем создания филиалов кафедр для проведения образовательного процесса, расширения баз практики, выполнения практико-ориентированных курсовых работ,

дипломных проектов. В 2016 г. в университетах функционировало 1048 филиалов кафедр (2014 г. – 971).

Первый в республике студенческий инновационный центр профессионального развития – бизнес-инкубатор БГУИР предоставляет студентам возможность реализовать самые смелые идеи, в том числе в сфере наукоемких технологий. В БНТУ организован стартап-центр «От идеи до внедрения», деятельность которого направлена на содействие разработке и коммерциализации стартапов молодежи, обеспечение практико-ориентированного обучения студентов по вопросам подготовки, управления и реализации проектов. Стартап-движение активно развивается: в прошлом году в Минске и регионах страны проведено более 300 мероприятий, в которых приняли участие более 19 тыс. человек, представлено более 1,6 тыс. бизнес-идей.

Притоку молодых ученых в университетскую науку способствует привлечение студентов к работе в студенческих научно-исследовательских лабораториях, а также подготовка кадров в аспирантуре. В 2016 г. в университетах Минобразования работали 200 СНИЛ (2012 г. – 130), более 1000 научных тематических кружков, в целом увеличился выпуск из аспирантуры с предварительной экспертизой диссертации (78 человек) и с защитой диссертации в срок обучения (22). Закрепляемость выпускников аспирантуры в учреждениях высшего образования (или количество работников, продолжающих работать после защиты) составляет от 70 до 100%.

В структуре Министерства образования действуют 34 организации, которые имеют статус аккредитованных научных организаций, а также разветвленная сеть инновационных подразделений, в том числе 13 центров трансфера технологий, 3 инновационных центра, 3 центра маркетинга научно-исследовательских работ, 12 центров международного научно-технического сотрудничества, 2 инжиниринговых центра («SimTech» (БГУ), открыт в 2014 г.; технологии эластомерных материалов (БГТУ), открыт в 2016 г.). Функционируют 17 высокотехнологичных предприятий, 6 технопарков (БНТУ, ВГТУ, ПГУ, БГУ, ГрГУ, ПолесГУ). Технопарк БНТУ «Политехник» является учредителем 16 малых инновационных предприятий, здесь работает Центр поддержки предпринимательства.

Такая эффективная инновационная инфраструктура позволит отечественным университетам наладить тесное взаимодействие с бизнес-сообществом, сформировать заказ на подготовку научных работников высшей квалификации для реального сектора экономики, обеспечить их закрепление на местах, увеличить число рабочих мест. ■



Инновационные отрасли завтрашнего дня



Александр Шумилин,

председатель Государственного комитета
по науке и технологиям,
доктор экономических наук

Мир стоит на пороге шестого технологического уклада. Его контуры только начинают складываться в развитых странах мира, в первую очередь в США, Японии и КНР, и характеризуются нацеленностью на развитие и применение наукомких, или, как теперь говорят, высоких технологий. У всех на слуху био- и нанотехнологии, геномная инженерия, мембранные и квантовые технологии, фотоника, микромеханика, термоядерная энергетика. Синтез достижений на этих направлениях должен привести к созданию, например, квантового компьютера, искусственного интеллекта и в конечном счете обеспечить выход на принципиально новый уровень в системах управления государством, обществом, экономикой. Специалисты по прогнозам считают, что при сохранении нынешних темпов технико-экономического развития шестой технологический уклад окончательно оформится в 2020 г., а в фазу зрелости вступит в 2040-е гг.

Как отметил Президент Беларуси Александр Лукашенко, именно те страны, которые генерируют новые знания, имеют преимущество в коммерческом использовании этих идей, в экспорте высокотехнологической продукции, приносящей миллиардные прибыли. Более того, те, кто первым распространяет технологии, занимают лидирующие позиции в мире.

В Беларуси данная тема возникла не сегодня. Еще в 2007 г. в Директиве Президента от 14.06.2007 г. №3 «О приоритетных направлениях укрепления

экономической безопасности государства» была поставлена задача создать условия для наращивания выпуска инновационной и высокотехнологичной продукции, созданной с использованием технологий V и VI технологических укладов.

В республике значительная часть технологий относится к четвертому укладу, а почти треть – и вовсе к третьему. Отсюда понятна вся сложность стоящей перед отечественной наукой задачи: чтобы в ближайшем будущем наша страна смогла войти в число государств с шестым технологическим укладом, ей надо, образно говоря, перемахнуть через этап – через пятый уклад.

Все стратегии и программы, принятые на государственном уровне, а также международное сотрудничество направлены на поддержку инноваций и улучшение условий ведения бизнеса. Наибольшее внимание уделяется развитию высоких технологий и высокотехнологичных производств, основанных на разработках V и VI технологических укладов. Как результат, страна вышла на 38-е место из 190 экономик мира в рейтинге Doing Business Всемирного банка и является одним из самых активных государств по общему количеству реформ для улучшения делового климата. Беларусь расширяет сектор инновационно-коммуникационных технологий и входит в десятку наиболее интенсивно развивающихся стран мира. Положение республики в Глобальном индексе инноваций в отдельных категориях, оценивающих уровень человеческого капитала и исследований, также довольно высоко.

Достижения отечественных ученых в различных областях фундаментальной и прикладной науки признаны мировым сообществом. Ежегодно у нас создаются от 3 до 5 инноваций мирового уровня.

Ученые Национального центра физики частиц и высоких энергий Белорусского государственного университета принимали участие в экспериментах на Большом адронном коллайдере в Европейской организации ядерных исследований (CERN). Они контролировали работу одного из детекторов коллайдера – компактного мюонного соленоида (CMS). 19 белорусских физиков входят в число соавторов открытия бозона Хиггса на БАК – одного из наиболее значительных достижений современной фундаментальной физики.

Беларусь является одним из самых активных государств по общему количеству реформ для улучшения делового климата

Несомненным успехом можно считать запуск в 2012 г. белорусского спутника дистанционного зондирования Земли. Целевая аппаратура на спутнике отечественная, изготовлена ОАО «Пеленг» – ведущим проектно-конструкторским предприятием в области оптико-электронного приборостроения. Вес спутника составляет около 400 кг, разрешение в панхроматическом диапазоне – около двух метров.

В числе инноваций мирового уровня, созданных в Республике Беларусь, можно назвать следующие:

- тест-система, позволяющая определить концентрацию белка-онкогена в образцах исследуемой ткани в режиме реального времени;
- искусственные клапаны сердца мирового уровня, но при этом стоимостью в 5 раз меньшей, чем зарубежные аналоги. Первый человек с искусственным клапаном прожил более 7 лет;
- технологии лечения стволовыми клетками, обеспечивающие заживление трофических язв человека, не поддающихся традиционным способам лечения;
- атомно-силовой микроскоп с программным обеспечением, позволяющий проводить измерения микро-механических свойств материалов и микроорганизмов на наноуровне;

- экологически чистое микроудобрение нового поколения «Наноплант» на основе наночастиц микроэлементов, которое увеличивает урожайность в 2–3 раза, обеспечивает быструю всхожесть и лучшую приживаемость рассады, но при этом улучшает плодородие почвы, останавливает эрозию, выводит остатки тяжелых металлов и химических удобрений, обогащает и оживляет почву;
- создание первого в мире большегрузного самосвала БелАЗ-75710 грузоподъемностью 450 т (занесен в книгу рекордов Гиннеса);
- разработка электробуса Е433 Vitovt Max Electro, главными отличительными особенностями которого являются передовая система накопителей электроэнергии на базе суперконденсаторов и улучшенные потребительские свойства по сравнению с зарубежными аналогами;
 - экспериментальный образец суперконденсатора для электротранспорта, преимуществами которого – легкость, компактность, быстрая зарядка, более долгий срок службы, с количеством перезарядок в 2–3 раза выше, чем у аналогов. Суперконденсатор состоит из графеноподобных материалов, разработанных в Республике Беларусь.

Одна из главных задач, стоящих перед Беларусью, – создание высокотехнологичной и наукоемкой экономики, способной конкурировать на международных рынках. Выполнение этой задачи возможно только путем повсеместного внедрения в производственном секторе научных решений и инноваций. Своего рода «локомотивом инноваций» в стране выступает сектор ИКТ, однако уже в ближайшее время к нему добавятся такие высокотехнологичные секторы, как микроэлектроника, фотоника, оптоэлектроника, светодиодная техника, тонкая химия, био- и нанотехнологии, высокоточное машиностроение.

Уже сейчас мы можем разрабатывать и поставлять за рубеж микроэлектронику для широкого перечня промышленных видов деятельности, специальное технологическое оборудование для радиоэлектроники, оптолазерной медицинской техники, средств коммуникации. Во всем мире известны и пользуются спросом наши энергонасыщенные тракторы и другие виды сельскохозяйственных машин, грузовики



и тяжелая карьерная техника, многофункциональные беспилотные летательные аппараты.

За счет становления высокотехнологичного сектора в ближайшей перспективе обновится ассортимент и повысится конкурентоспособность традиционных секторов промышленности, будут производиться новые виды металлопроката, экологичный и энергоэффективный коммунальный, железнодорожный и автомобильный транспорт уровня Евро-5 и Евро-6, новые виды карьерной техники с использованием технологий беспилотного управления, системы тягового электропривода собственной разработки, новые гидромеханические передачи и пр.

Дальнейшее развитие ИКТ и ИТ позволит создавать современные автоматизированные процессы и системы, технологии трех- и четырехмерного моделирования, технологии визуализации, 3D-печати. Они могут быть использованы при проектировании, разработке и изготовлении опытных образцов продукции, а также непосредственно в процессе ее производства.

Одна из главных задач, стоящих перед Беларусью, – создание высокотехнологичной и наукоемкой экономики путем повсеместного внедрения в производственном секторе научных решений и инноваций

С каждым годом Беларусь становится все известнее за рубежом как крупный центр медицинского туризма. Нашу страну посещают все больше иностранцев, которые приезжают за квалифицированной медицинской помощью, причем не только за пластическими процедурами, но и за сложными операциями в области онкологии, кардиологии, ортопедии, нейрохирургии и др.

Агропромышленный сектор республики обладает всеми предпосылками для выхода на мировой рынок с разработками новых сортов растений и пород животных на основе современных методов исследования, с использованием биотехнологических тест-систем и маркеров, ДНК-технологий,

позволяющих определять генетический статус и управлять наследственностью.

В этой связи нельзя не упомянуть проект по созданию Национального научно-технологического парка «БелБиоград» – современного кластера научных исследований и разработок в области фармацевтики, нано- и биотехнологий, способного объединить в себе передовую науку и бизнес и обеспечить выход Беларуси на новые рынки. Для этого у нас есть все базовые условия: благоприятный инвестиционный климат и режим ведения бизнеса, наличие серьезного научного задела в биоиндустрии, нанотехнологиях, медицине и фармацевтике, высокий уровень развития человеческого капитала и наличие квалифицированных кадров, которые позволят в обозримой перспективе иметь в стране мировой центр исследований в данной сфере.

Одним из ведущих инновационных ИТ-кластеров в Центральной и Восточной Европе по праву можно назвать ПВТ, где создана уникальная благоприятная среда для развития бизнеса в области информационных технологий, в которой беспрецедентные налоговые льготы сочетаются с наличием хорошо подготовленных специалистов для ИТ-отрасли. Они участвуют в ИТ-проектах любой сложности, начиная с системного анализа, консалтинга, подбора аппаратных средств и заканчивая конструированием и разработкой сложных систем.

Потребителями белорусского программного обеспечения, созданного резидентами ПВТ, являются известные мировые корпорации, такие как Microsoft, HP, Coca-Cola, Colgate-Palmolive, Google, Toyota, Citibank, MTV, Expedia, Reuters, Samsung, HTC, Mitsubishi, British Petroleum, British Telecom, Лондонская фондовая биржа, Всемирный банк и др. Белорусские айтишники вошли в топ-100 лучших аутсорсеров мира. В Беларуси зародились такие стартапы, как Вайбер, успешно конкурирующий со Скайпом, Маскарад, который был приобретен Фейсбуком, и, конечно, танковый шутер World of Tanks, в который играют более 120 млн игроков по всему миру.



Сейчас в Беларуси происходит переход сферы высоких технологий на новый этап. Идет работа над развитием системы, которая будет стимулировать создание собственных высокотехнологичных продуктов. Ведь в будущем почти все компании, работающие в самых различных областях, в том числе и крупные промышленные предприятия, будут айтишными.

С целью формирования экономики инноваций, основанной на деловой инициативе, личной заинтересованности в создании и повсеместном внедрении новых технологий и производств, в нашей стране реализуется Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг. Ее выполнение предполагает обеспечение концентрации ресурсов на инновационных проектах, базирующихся на высокотехнологичных разработках в таких сферах, как атомная и альтернативная энергетика; информационно-коммуникационные и авиакосмические технологии; био- и нанотехнологии; фармацевтика и медицинская техника; микро- и оптоэлектроника; аддитивные технологии.

Из 87 проектов программы 32 основаны на технологиях пятого и шестого технологических укладов. Наиболее крупные из них:

- строительство Белорусской атомной электростанции;
- организация производства по сборке легковых автомобилей в СЗАО «БелДжи», первого завода по мелкоузловой сборке комплектов автомобиля (CKD);
- строительство завода по выпуску металлического листа и белой жести.

Программой предусмотрено увеличение доли малых и средних инновационных организаций в формировании валового внутреннего продукта страны. Для этого в рамках государственно-частного партнерства будет обеспечена доступность материальных, финансовых и интеллектуальных ресурсов для предприятий частного сектора. Также в соответствии с программой в республике будет создана единая система устойчивого функционирования субъектов инновационной инфраструктуры. Для этого уже:

- определены конкретные направления деятельности, исходя из потребностей развития того или иного региона, а также наличия готовых к коммерциализации разработок;

- расширена инфраструктура инновационной сферы по реализации инновационного цикла в полном объеме (от идеи до выхода продукции на рынки);
- усовершенствованы механизмы поддержки малого бизнеса.

Реализация ГПИР к 2020 г. позволит обеспечить прирост ВВП, как показывают расчеты, не менее чем на 5%, создать более 9 тыс. новых высокопроизводительных рабочих мест с уровнем добавленной стоимости по каждому выше, чем в Евросоюзе.

Результаты развития национального научно-исследовательского сектора ярче всего заметны в сфере интеллектуальной собственности. Так, в 2016 г. по количеству полезных моделей и патентов по происхождению Беларусь заняла 10-е и 27-е место в мире соответственно. Этому способствует формирование эффективных условий и стимулов для создания и использования ОИС, а также гармонизация основных положений законодательства в этой сфере и правоприменительной практики в государствах – членах Евразийского экономического союза.

В рамках реализации задач, поставленных главой государства и Правительством Республики Беларусь, ГКНТ постоянно ведется работа по повышению эффективности использования результатов научно-технической деятельности, созданных прежде всего с привлечением бюджетных средств. С этой целью на базе Национального центра интеллектуальной собственности в 2016 г. создан центр содействия коммерциализации ОИС, с 2011 г. реализуется проект «Биржа интеллектуальной собственности», где размещены перспективные изобретения и коммерческие предложения, реализуемые в рамках Союзного государства.

В частности, в космической области уже выполнено пять союзных программ, сейчас разрабатываются еще две. Благодаря сотрудничеству с российскими коллегами нашим специалистам удалось создать группировку спутников (российский «Канопус-В» и белорусский БКА-1). Сейчас осуществляется работа над БКА-2. Управление и прием информации у аппаратов взаимозаменяемые: в случаях сбоя в работе одного из них наши ученые смогут управлять «Канопусом», а россияне – белорусским спутником. По сути, для республики это развитие новой отрасли – космических технологий.





В числе взаимовыгодных направлений сотрудничества ученых Беларуси и России можно назвать программы в области электроники, СВЧ и светодиодной техники и приборов на их основе, решается широкий спектр вопросов по медицине, в числе которых стволовые клетки, технологии их использования, новые лекарства, техника и новые материалы; есть хорошие результаты в сфере биотехнологий.

В настоящее время в стадии разработки и согласования находятся 34 проекта концепций союзных программ. Среди них «Аддитивность», «Призма», «Лен», «Интеграция-СГ», «Безопасность-СГ», «Новопол», «Призма», «Мотор-синтез-газ», «Микросистемы и микродатчики», «Коваль» и др.

Кроме того, активизируется взаимодействие с такими ведущими международными организациями и центрами, как Объединенный институт ядерных исследований, Европейская организация ядерных исследований (ЦЕРН), Организация Объединенных наций по промышленному развитию (ЮНИДО).

Беларусь участвует в Рамочных программах Евросоюза по развитию научных исследований и технологий с 2002 г. В предыдущей, 7-й, наши научные организации реализовали 64 проекта в сфере энергетики, информационных и коммуникационных технологий, нанонауки, новых материалов, медицины с объемом финансирования около 5 млн евро. В текущей программе ЕС «Горизонт-2020» только за 2014–2016 гг. белорусские ученые реализовали 30 проектов. За это время они получили около 6 млн евро, то есть привлекли дополнительные средства, тем самым обеспечив внебюджетное финансирование отечественной науки. К слову, в прошлом году зарубежные источники составили 16,6% от общих расходов на научные исследования, что является довольно высоким показателем даже по европейским меркам.

Наиболее крупная инициатива Европейской комиссии с участием Беларуси – «Графен» с бюджетом 1 млрд евро. Основная задача проекта – переход в течение предстоящих 10 лет от изучения этого нового уникального материала к его широкому промышленному использованию.

Благодаря многолетним усилиям НАН Беларуси включилась в крупные международные коллаборации по координации национальных научных программ,

так называемые «ERANET Cofund». Это относительно новая для ЕС и абсолютно новая для нашей страны форма сотрудничества, предполагающая взаимодействие Европейской комиссии и национальных заказчиков научных программ – органов государственного управления, агентств и научных фондов из Евросоюза и заинтересованных третьих государств.

Республика продолжает активно работать по программе Марии Склодовской-Кюри, в рамках которой особенно популярен обмен научным и инновационным персоналом. Следует отметить расширенное присутствие белорусских ученых в реализации программы «Горизонт-2020» – в настоящее время они выполняют 23 проекта.

Участие в совместных научно-технических программах оказывает заметное влияние на развитие экономики и научно-исследовательской сферы в Республике Беларусь. Обеспечивается достижение высоких результатов, соответствующих мировому уровню, формируется основа для дальнейшей научной деятельности в интересах государств-участников, а также повышается конкурентоспособность национальных экономик сотрудничающих сторон.

Указанные направления научно-технического взаимодействия и результаты работы отечественных ученых позволяют констатировать, что Беларусь приступает к формированию инновационных отраслей VI технологического уклада. Об этом также свидетельствует проект стратегии «Наука и технологии: 2018–2040», реализация которой позволит достичь следующих показателей:

- внутренние затраты на научные исследования и разработки составят 2,5–3% к ВВП;
- на прорывные научные исследования и разработки будет направлено 30% от этих затрат;
- доля высокотехнологичных секторов в структуре экономики достигнет 10%;
- удельный вес инновационной продукции в общем объеме отгруженной промышленной продукции приблизится к 25%.

Предпринятые меры обеспечат достижение высоких результатов, соответствующих мировому уровню, сформируют основу для эффективной исследовательской деятельности, а также будут способствовать повышению конкурентоспособности нашей экономики. ■

Эффективный инструмент охраны здоровья граждан



Валерий Малашко,
министр здравоохранения
Республики Беларусь

Среди всех сфер научной деятельности особая роль принадлежит медицинской науке. Ее главная цель – концентрация интеллектуальных, материально-технических и финансовых ресурсов на решении первоочередных задач практического здравоохранения, развитии прорывных научных направлений в области фундаментальных и прикладных исследований, сохранении и укреплении здоровья, повышении качества и продолжительности жизни населения.

С приобретением суверенитета в Республике Беларусь начались масштабные перемены во всех сферах экономики, в том числе в здравоохранении. Разработка и внедрение новых технологий, методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации позволили не только повысить доступность медицинских услуг, но и вывести отрасль на качественно новый уровень, обеспечить ее конкурентоспособность и улучшить имидж в мировых рейтингах.

В Беларуси исторически сложилась государственная система здравоохранения. Частный сектор в ней занимает чуть более 7%. Такое положение обусловлено

стремлением государства обеспечить равные возможности оказания квалифицированной помощи всем слоям общества, приоритетностью профилактической направленности здравоохранения, а также удорожанием услуг приватизированной медицины. Для национального здравоохранения характерны: постоянный рост государственных ассигнований, развитие рынка лекарственных средств и уменьшение количества контрафактной продукции, создание в отрасли единого информационного пространства.

Открытия в сфере медицины стремительны, и то, что ранее казалось нереальным, недостижимым, сегодня смело занимает свои места в нашей жизни. К примеру, в Беларуси все активнее внедряется телемедицина, когда врач-специалист круглосуточно консультирует сложных пациентов на различных этапах оказания помощи, больных, находящихся в критическом состоянии, пострадавших в чрезвычайных ситуациях.

Внедрение технологии «Электронный рецепт», осуществляемое посредством Интернета, привело к уменьшению очереди предварительной записи на прием к врачу.



Развитие медицинской генетики привело к появлению персонализированной медицины, которая позволяет подобрать оптимальные схемы лечения для каждого пациента на основе его генетических особенностей. Еще одна из возможностей современной медицины – использование стволовых клеток. В мире их все активнее применяют в кардиологии, эндокринологии, нейрохирургии, травматологии и ортопедии, гематологии, онкологии и других областях. С ними связывают огромные надежды в лечении инфаркта миокарда, инсульта мозга, различных травм. В прошлом году в республике было проведено 168 хирургических операций по трансплантации клеток костного мозга.

Внедрение результатов научных исследований и разработок в практическое здравоохранение – главный критерий эффективности медицинской науки

Начало XXI в. ознаменовалось приходом очередного, шестого, технологического уклада, который характеризуется развитием нано-, био-, когнитивных, генно-инженерных, клеточных, тканевых и иммунобиологических технологий в медицине. Сегодня путь от открытия до практики становится предельно коротким, что стало основой для появления еще одного нового направления в медицине – технологий адресной доставки лекарственных средств, которые способны в скором времени «перевернуть» представления о способах лечения самых опасных заболеваний – аутоиммунных, онкологических, инфекционных и т.д. Разрабатываются и находят широкое применение новые реабилитационные системы, включая киберсистемы и нейрокомпьютерные интерфейсы.

Внедрение результатов научных исследований и разработок в практическое здравоохранение – главный критерий эффективности медицинской науки. Причем это внедрение должно выражаться в снижении показателей заболеваемости, инвалидности, смертности, летальности, частоты осложнений,

временной утраты трудоспособности, в сокращении сроков и объемов обследования для постановки диагноза, уменьшении затрат на оказание медицинской помощи, увеличении продолжительности и качества жизни людей, сохранении трудовых ресурсов страны в целом.

Для быстрого освоения результатов научных исследований и разработок в практическом здравоохранении, совершенствования и развития инновационной инфраструктуры отрасли созданы республиканские научно-практические центры. Медицинская наука представлена 25 учреждениями, осуществляющими научную, научно-техническую и инновационную деятельность. Среди них 5

заведений, обеспечивающих получение высшего медицинского (фармацевтического) и дополнительного образования взрослых, 18 республиканских научно-практических центров, включая 9-ю городскую клиническую больницу г. Минска, а также предприятия

«Лотиос», «Белмедпрепараты» и Борисовский завод медицинских препаратов. В организациях здравоохранения страны работает около 52 тыс. врачей и более 114 тыс. среднего медицинского персонала. Научный потенциал отрасли представлен 3956 научными и научно-педагогическими работниками, более половины из них (53,6%) с учеными степенями – 370 докторов и более 1680 кандидатов наук. Ученые звания имеют 1391 человек, из которых 8 академиков и 16 членов-корреспондентов НАН Беларуси, 23 заслуженных деятеля науки Беларуси, 286 профессоров и 1104 доцента. Всего в сфере медицинской науки занято свыше 9,6% исследователей от общего числа научных работников республики. Членами иностранных общественных академий являются 185 человек, что свидетельствует о широких научных связях белорусских ученых-медиков с зарубежными научными и медицинскими центрами.

Наличие сети республиканских научно-практических центров, использующих инновационные технологии, новейшие методы оказания медицинской помощи, дает возможность проводить сложные





вмешательства на мировом уровне – в кардиохирургии, нейрохирургии, онкологии, трансплантологии. Передовые технологии лечения, широко применяемые в отечественном здравоохранении, – это не только современное оборудование, но и прежде всего квалифицированные кадры. Беларусь смогла сохранить и значительно улучшить подготовку медицинского персонала и научных работников высшей квалификации. Сформированы научные школы по различным направлениям научной деятельности, широко развито наставничество как форма передачи опыта новой смене.

По оценке экспертов Всемирной организации здравоохранения, специализированная медицинская помощь в Беларуси соответствует высокому уровню

Талантливые исследователи и организаторы науки всегда были гордостью отечественной медицины. И эти традиции сегодня успешно продолжают молодые ученые-медики. В Беларуси ежегодно проводится защита около 15 докторских и более 100 кандидатских диссертаций.

Закономерным итогом научной и научно-технической деятельности в области здравоохранения за последнее десятилетие стало вручение трех Государственных премий в области науки и техники коллективам научных организаций системы Минздрава.

Инновационная направленность – неотъемлемая черта работы научных организаций отрасли. Всего за годы независимости в Беларуси создано около 8 тыс. новых методов оказания медицинской помощи. Подготовлено и утверждено около 300 клинических протоколов диагностики и лечения, санитарных норм, правил и гигиенических нормативов и т.д.

Многие разработки ученых успешно внедрены в практическое здравоохранение: диагностический аппарат «Спектр» для измерения в крови уровня билирубина неинвазивным методом (РНПЦ

«Мать и дитя»); трехлопастный ранорасширитель (РНПЦ «Кардиология»); новый высокоэффективный метод лечения детей с наиболее часто встречающейся высокозлокачественной опухолью центральной нервной системы – медуллобластомой (РНПЦ детской онкологии, гематологии и иммунологии); конструкции для стабилизации позвоночника при повреждениях (РНПЦ травматологии и ортопедии).

В стране выполняется 50 органных трансплантаций на 1 млн населения (в среднем по Европе – 55,9, в России – 10,1, в Украине – 3,2), что делает нашу республику лидером и ставит в один ряд с многими европейскими странами. Освоены сложнейшие операции по пересадке нескольких органов одновременно. В 2016 г. успешно проведены первая трансплантация комплекса «сердце – легкие», операция на сердце новорожденному ребенку с экстремально низкой массой тела, клиническая апробация отечественного протеза клапана. На территории СНГ совместно с итальянскими кардиохирургами проведены уникальные хирургические операции по протезированию биологического аортального полустентированного клапана.

Благодаря открытию Республиканского центра позитронно-эмиссионной томографии и молекулярно-генетической лаборатории канцерогенеза РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова обследовано более 3 тыс. пациентов, что позволило оптимизировать их лечение и продлить им жизнь.

По оценке экспертов Всемирной организации здравоохранения, специализированная медицинская помощь в Беларуси соответствует высокому уровню, что подтверждает возрастающий спрос на нее иностранных граждан.

В докладе ВОЗ «Мировая статистика здравоохранения» (2016 г.) отмечено, что в Беларуси обеспечен 100%-ный доступ граждан к медицинским услугам. По данному критерию республика делит первое место с Брунеем и Канадой. Достичь такой высокой

позиции за достаточно короткое время в довольно сложной экономической ситуации помогли поддержка Правительства и Президента страны, внедрение результатов научной и научно-технической деятельности государственных научных медицинских, фармацевтических организаций вкупе со слаженной работой органов управления и учреждений здравоохранения всех уровней.

Как свидетельствует мировой опыт, вопросы повышения качества медицинской помощи требуют осуществления широкого круга мер, включающих финансовые и профессиональные стимулы, разработку информационных систем. Поэтому законодательная база здравоохранения постоянно совершенствуется. За годы независимости Республики Беларусь обеспечено стабильное финансирование отрасли (на уровне 4% ВВП). С учетом практики приняты основополагающие законодательные акты – законы «О здравоохранении», «О лекарственных средствах», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии» и др. Сочетание стратегических и практических решений по непрерывному процессу повышения качества оказания медицинской помощи согласуется с рекомендациями ВОЗ и продолжает оставаться актуальным вопросом современного уровня развития здравоохранения в нашей стране.

Наша важнейшая задача – обеспечить максимальную сохранность человеческого капитала в области здравоохранения

В учреждениях Минздрава внедрена и широко используется система непрерывного медицинского образования. В ее основе – конгломерат теоретической, научной и практической подготовки специалистов. Ведется постоянное последипломное обучение, включающее повышение квалификации, стажировку, переподготовку и клиническую ординатуру. Она осуществляется в БелМАПО и во всех медицинских университетах страны. Последипломной подготовкой специалистов среднего медицинского и фармацевтического звена занимаются медицинские

колледжи республики. Налажена система подготовки управленческих кадров, владеющих современными технологиями управления, планирования, финансирования, организации здравоохранения.

В 2016 г. Республиканская клиническая стоматологическая поликлиника и 11 республиканских научно-практических центров получили лицензии на реализацию образовательных услуг по повышению квалификации. Следует отметить, что белорусское медицинское и фармацевтическое образование пользуется спросом у иностранных граждан.

Подготовка специалистов отрасли здравоохранения осуществляется на основе современных образовательных технологий в сочетании с высокотехнологичной практической медициной, что позволяет им быть конкурентоспособными и мобильными на мировом рынке труда. О высокой квалификации и качестве подготовки белорусских врачей свидетельствует тот факт, что они востребованы далеко за пределами Беларуси, а приграничные области Российской Федерации строят свою кадровую политику, ориентируясь на привлечение наших медиков. Отрасль не только обеспечена профессиональными кадрами, но и успешно осуществляет экспорт образовательных услуг. Дипломы врачей признаются не только в странах постсоветского пространства, но и Европейского союза. Это создает предпосылки для оттока квалифицированных кадров из отрасли. Поэтому наша важнейшая задача – обеспечить максимальную сохранность человеческого капитала

в области здравоохранения, поддержать мотивацию высокого уровня профессионализма и в полной мере обеспечить права и интересы специалистов. Государством принимаются все возможные меры по закреплению специалистов на рабочих местах путем решения их жилищных проблем, материального стимулирования, обеспечения карьерного роста. Ведется постоянная работа по совершенствованию оплаты труда работников здравоохранения, при этом особое внимание уделяется справедливости материального стимулирования.

в области здравоохранения, поддержать мотивацию высокого уровня профессионализма и в полной мере обеспечить права и интересы специалистов. Государством принимаются все возможные меры по закреплению специалистов на рабочих местах путем решения их жилищных проблем, материального стимулирования, обеспечения карьерного роста. Ведется постоянная работа по совершенствованию оплаты труда работников здравоохранения, при этом особое внимание уделяется справедливости материального стимулирования.



Действующее бюджетное законодательство предоставляет руководителям достаточно прав и возможностей для организации эффективной деятельности учреждения, распоряжения выделенными средствами и прибылью от внебюджетных доходов.

Уровень здоровья населения, продолжительность и качество жизни во многом зависят от того, насколько полно удовлетворяются потребности в лекарственных средствах. Старение населения, рост числа неинфекционных заболеваний предо-

Способность обмениваться достижениями в области научно-технического прогресса расценивается не менее высоко, чем способность генерировать их

пределяют необходимость увеличения разнообразия ассортимента, разработки и внедрения новых, более эффективных и безопасных препаратов. Для упорядочения их применения на территории нашей страны создан Республиканский формуляр лекарственных средств, включающий список медикаментов, рекомендуемых к применению, наиболее экономически выгодных при использовании бюджетных средств, выделяемых на здравоохранение. Принятые управленческие решения привели к тому, что более половины реализуемых в нашей стране препаратов – отечественного производства. Ведется также Республиканский формуляр медицинских изделий.

Одним из важнейших направлений инновационной политики Республики Беларусь является развитие международного сотрудничества. С этой целью подписан ряд соглашений со странами постсоветского пространства об обучении их специалистов в наших организациях здравоохранения, проведение мастер-классов.

Способность обмениваться достижениями в области научно-технического прогресса большинством стран расценивается не менее высоко, чем способность генерировать их. В этой связи важно отметить расширяющуюся географию международного сотрудничества ученых-медиков республики, что

проявляется в постоянном росте числа совместных публикаций, участии белорусских ученых в международных форумах, активном экспонировании научной продукции на выставках, а также во взаимодействии в области медицинского образования и повышения квалификации.

Научные медицинские организации Минздрава в 2016 г. участвовали в реализации 12 крупных международных научно-исследовательских программ. Многие из них осуществлялись и продолжают выполняться при участии и поддержке различных зарубежных и международных организаций, в том числе Глобального фонда для борьбы со СПИДом, туберкулезом и малярией, Седьмой рамочной программы и т.д. Минздравом совместно со Всемирным банком, а также агентствами ООН (ПРООН, ЮНИСЕФ, ВОЗ, ЮНЭЙДС, ЮНФПА и др.) проводится активная работа по укреплению национальной системы здравоохранения как в рамках отраслевых научных программ, так и международного сотрудничества.

Перед нами стоит задача обеспечить развитие взаимодействия с КНР, в том числе по обмену информацией о последних достижениях в области медицинской и фармацевтической науки и практики, по подготовке, переподготовке врачей в клинической ординатуре и повышению квалификации специалистов, стажировке, обмену информацией об учебно-методических и научно-технических разработках, проведению совместных конференций, семинаров, мастер-классов в области здравоохранения, обмену студентами, клиническими ординаторами, врачами-специалистами, аспирантами, докторантами.

Второй съезд ученых Беларуси призван повысить роль науки в выполнении задач социально-экономического роста страны, создать благоприятные условия для сохранения и развития научного потенциала, сформировать положительный международный имидж республики. Считаю, что ученые внесут достойную лепту в работу этого форума и пополнят научную копилку страны своими достижениями. ■



Промышленность и наука – мощный тандем для экономического роста



Виталий Вовк,

министр промышленности
Республики Беларусь

В системе Министерства промышленности Республики Беларусь более 200 организаций (где работает свыше 170 тыс. человек), в качестве научных аттестовано 14. На предприятиях автомобильной отрасли, сельхозмашиностроения, приборо- и станкостроения, оптико-механической, электронной и электротехнической промышленности, микроэлектроники, металлургии и других немало специалистов с учеными степенями – 60 кандидатов и 19 докторов технических наук, 3 члена-корреспондента и 1 академик НАН Беларуси. Линейка производимой продукции Минпрома включает десятки тысяч наименований – от микросхем и клапанов сердца до самых больших в мире карьерных самосвалов грузоподъемностью 450 т. И все это благодаря тесному и плодотворному взаимодействию промышленников с научным сообществом. В результате их совместной деятельности передовые идеи воплощаются в производство, расширяется номенклатура выпускаемой продукции. На протяжении 10 лет Министерство промышленности формирует «Межотраслевой задачник», содержащий актуальные вопросы технического и технологического характера различной направленности, требующие помощи в решении со стороны науки. В нем размещены запросы предприятий и предложения для академических организаций и университетов республики. Регулярно проводятся встречи, круглые столы, совместные научно-технические советы

с учеными, где обсуждаются основные механизмы реализации научных и научно-технических программ, перспективы развития.

Важнейшим показателем успешного сотрудничества промышленников и исследователей является внедрение научных разработок в производство. Это особенно заметно в сфере отечественного машиностроения, которое занимает достойное место в экономике страны, обеспечивая значительный вклад в рост национального благосостояния. На всех континентах работает техника, созданная руками и умами белорусских машиностроителей, конструкторов и ученых, – самосвалы «БЕЛАЗ», тракторы «Беларус», комбайны «Палессе», автобусы и седельные тягачи «МАЗ», спецтехника «АМКОДОР», лифты «Могилевлифтмаш», станки «Красного Борца», моторы Минского моторного завода, автокомпоненты «БАТЭ», трансформаторы МЭТЗ им. В.И. Козлова, бытовая техника «АТЛАНТ», «HORIZONT», «Витязь». География их экспортных поставок – более 100 стран мира.

Генератором инновационных идей и процессов в машиностроительной сфере выступает отраслевой сектор науки, который с 2004 г. представлен научно-техническими центрами (НТЦ), обеспечивающими выпуск новой конкурентоспособной продукции по полному циклу. Они обладают современными аппаратными и программными средствами, значительным кадровым потенциалом. В соответствии со спецификой в состав НТЦ входят службы главного конструктора, технологические подразделения,

опытные производства, испытательные центры. На ряде предприятий центры сформировались на базе научно-технических организаций, таких как Филиал НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «ИНТЕГРАЛ», УП «НТЦ «ЛЭМТ» БелОМО», НТЦ комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», УП «ИЦТ ГОРИЗОНТ».

Отраслевые НТЦ одновременно являются национальными научными центрами, обладающими компетенциями по таким направлениям, как трактор- и сельхозмашиностроение, металлургия, микро- и оптоэлектроника, карьерная и дорожно-строительная техника. Усилиями отраслевой науки созданы новые секторы в машиностроении – производство зерноуборочных комбайнов, пассажирских автобусов, легковых автомобилей, энергонасыщенных и гусеничных тракторов, дизельных двигателей новых мощностных рядов для автомобильной, тракторной, внедорожной, лесозаготовительной техники, комплексов машин для АПК, гидравлики, труб цельнотянутых и др.

Одной из самых наукоемких отраслей республики является микроэлектроника, служащая основой для большинства технологий, а также развития искусственного интеллекта, авто- и тракторостроения, медицины, космических технологий, интегрированных транспортных систем и систем управления промышленными комплексами, безопасной ядерной энергетикой, национальной банковской сферой. Микроэлектроника – одна из точек роста инновационной экономики, ключевой фактор научно-технического и экономического развития страны в целом.

В научной организации ОАО «ИНТЕГРАЛ» силами 390 человек, в том числе 14 кандидатов наук и 3 членов-корреспондентов НАН Беларуси, обеспечивается выпуск интегральных микросхем и полупроводниковых приборов с проектными нормами 0,35 мкм, проектирование 0,18 мкм с производством по «фаундри-процессу». Значительные успехи исследователей и сотрудников предприятия достигнуты в разработке интегральных микросхем, устойчивых к внешним радиационным воздействиям, востребованных в космической, ядерной, военной технике.

ОАО «ИНТЕГРАЛ» выиграл ряд международных тендеров на поставку интегральных микросхем, в том числе Индийского космического агентства, принимал участие в проектах по созданию ускорителей высоких частиц в США, Германии, Швейцарии, России.

Признанием ученых и специалистов отрасли стало издание книги «Космическая электроника» в России и ее переиздание в Лондоне и Нью-Йорке, а также участие в проектах Европейского, Японского космических агентств, корпорации «Роскосмос» по подготовке полетов орбитальных станций на планету Меркурий.

В Научно-производственном холдинге точного машиностроения «ПЛАНАР» над выпуском высокотехнологичной продукции V-VI технологических укладов трудится 930 исследователей и разработчиков, в том числе 12 специалистов высшей научной квалификации. Предприятие «КБТЭМ-ОМО» холдинга «ПЛАНАР» является членом международной организации «SEMI», объединяющей около 300 производителей оптоэлектронных координатных систем и роботизированных блоков для управления и диагностики изделий микроэлектроники уровня 45–65 нм.

Коллектив «ПЛАНАРА» – головной исполнитель ряда научно-технических программ Союзного государства, участник проекта Объединенного института ядерных исследований (г. Москва) «НИСА» по созданию ионного коллайдера на базе циклотрона.

По показателям назначения лазерно-оптическое оборудование «ПЛАНАРА» для бездефектного изготовления фотошаблонов, как базового инструмента в производстве изделий микроэлектроники, соответствует мировому уровню. Установки автоматического контроля фотошаблонов ЭМ-6329р и ЭМ-6729 превосходят по производительности лучшие аналоги фирмы KLA-Tencor Corporation (США), а установка для ремонта фотошаблонов ЭМ-5131 не имеет аналогов в части исправления дефектов.

На заводе «Электронмаш» холдинга «ПЛАНАР» в тесном сотрудничестве с учеными-медиками РНПЦ «Кардиология» реализуется проект по созданию биологического клапана сердца и организации его серийного производства.



Коллективы специалистов и ученых «ИНТЕГРАЛА», «ПЛАНАРА» и НАН Беларуси в 2016 г. удостоены Государственной премии в области науки и техники за разработку и организацию производства экспортно ориентированных микроэлектронных изделий двойного и специального назначения, высокоточного аналитического и сборочного оборудования.

В целях повышения конкурентоспособности и экономического потенциала радиоэлектронного сектора экономики в текущем году организован кластер «Микро-, опто- и СВЧ-электроника». В его состав вошли предприятия холдингов «ПЛАНАР», «ИНТЕГРАЛ», учреждения НАН Беларуси и Министерства образования.

Разработка новых интеллектуальных систем по субмикронным нормам, в том числе «фаблесс», и их освоение «закроет» значительную часть внутреннего рынка бытовой радиоэлектроники, приборостроения и оборонной промышленности, позволит обеспечить поставки в страны Юго-Восточной Азии, Среднего Востока, России и других стран СНГ.

Холдинг «БелОМО» – один из мировых лидеров оптоэлектронной отрасли. Его сложнейшие изделия специального назначения, в создании которых участвуют 3 доктора, 3 кандидата наук и академик, экспортируются в 30 стран мира. Усилия ученых и специалистов направлены на реализацию проекта по созданию производства оптоэлектронной техники на базе тепловизионных лазерных систем с применением электронно-оптических преобразователей и высокоточных оптических компонентов.

«БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» разрабатывает и выпускает уже четвертое поколение карьерных самосвалов с электротрансмиссиями грузоподъемностью 30–450 т. и занимает второе место в мире в этом сегменте. Ему принадлежит 86,3% мировых продаж самосвалов грузоподъемностью 130–136 т. Холдингом совместно с Объединенным институтом машиностроения НАН Беларуси создан НТЦ «Карьерная техника». Пять лет назад научно-технический центр «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» впервые в мире разработал и изготовил БелАЗ 75581 грузоподъемностью 90 т с электромеханической трансмиссией четвертого поколения, что

позволило получить конкурентные преимущества по себестоимости тонно-километра перевозимого груза. Машиностроители холдинга планируют освоить выпуск новой конструкции карьерного самосвала грузоподъемностью 290 т со сниженной металлоемкостью несущих элементов, электромеханической трансмиссией фирмы Siemens и другими техническими новшествами. Они продолжают работать над технологиями интеллектуального карьера с дистанционно управляемыми карьерными самосвалами.

Исследовательский центр холдинга «Белорусская металлургическая компания» – по сути национальный центр металлургии, а также кузница кадров высшей квалификации. Над созданием новых технологий и металлопроката трудятся 6 кандидатов наук, 2 аспиранта и 24 магистра.

Холдингом освоено производство труб горячекатаных цельнотянутых, черновой оси для подвижного состава железных дорог, налажен выпуск рукавов высокого давления, ультрапрочного металлокорда для автомобильной промышленности. Ему принадлежит 5% мирового рынка высокопрочного металлокорда, более 16% – бортовой бронзированной проволоки и 26% – проволоки для рукавов высокого давления. В начале 2017 г. холдинг «БМК» аккредитован как научная организация. Следующим этапом его развития стало создание отраслевой лаборатории технологий металлургии и сталепроволочного производства. Ключевым проектом стал новый сортопрокатный цех. В настоящее время под это производство разработана технология выплавки более 30 новых марок стали и идет освоение выпуска круглого проката из углеродистых и легированных марок стали для кузнечных производств и поставки готовых изделий для сборочных цехов ведущих автоконцернов «Даймлер», «Дженерал моторс», «Фольксваген», «Фиат», «КАМАЗ». Ведутся работы по производству комплектовующих изделий предприятий Минпрома из проката ОАО «БМЗ».

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» участвует в программах научно-технического сотрудничества с мировыми концернами Continental AG (Германия), Group Michelin



(Франция), Bridgestone Corp и Yokohama Rubber Co. Ltd (Япония), Eaton Corporation и Goodyear & Rubber Co. (США), Nokian Tyres P.L.C. (Финляндия). Совместно с итальянской Manuli Rubber Industries организовано СП – СООО «Манули Гидравликс Мануфактуринг Бел» в Орше.

В холдинге «БелАВТОМАЗ» разработкой и изготовлением опытных образцов новой продукции занимаются Центр перспективных разработок, управление главного конструктора по автомобилям, служба главного конструктора по автобусам, отдел главного конструктора завода «Могилевтрансмаш» по прицепной, автокрановой и специальной технике. Работы осуществляются совместно с Объединенным институтом машиностроения НАН Беларуси, в составе которого действуют Республиканский компьютерный центр проектирования машиностроительного профиля, НТЦ «Республиканский полигон для испытаний мобильных машин», «Автотракторная электроника и электромеханика» и «Карьерная техника».

Минский автозавод в сжатые сроки освоил производство автомобилей с двигателями, отвечающими экологическим требованиям Евро-4, 5 и 6. В соответствии со стратегией развития холдинга «БелАВТОМАЗ» планирует создание гаммы автомашин с двигателями экологического класса 5, работающими на сжатом природном газе, с полимерно-композитными коррозионностойкими и взрывобезопасными газовыми баллонами, которые создаются в том числе под запросы компании «Газпром». Для эксплуатации в тяжелых дорожных условиях, с повышенными осевыми нагрузками будут созданы автомобили-самосвалы уровня Евро-5, а для перевозки тяжелой техники – автопоезда грузоподъемностью 40, 50 и 60 т. Планируется разработать унифицированный модельный ряд городских автобусов третьего поколения с электронными системами управления электрооборудованием, климатом, системами автоматической диагностики, помощи водителю в экстренных ситуациях. Новый модельный ряд туристических автобусов третьего поколения будет представлен

трехосным МАЗ 350 вместимостью до 67 пассажиров и двухосным МАЗ 351 с двигателем мощностью 350 кВт экологического уровня Евро-6 вместимостью до 49 пассажиров.

Развитие холдинга «АМКОДОР» предусматривает строительство в поселке Колодищи завода по производству специальных машин, создание новых и расширение имеющихся мощностей по выпуску ведущих мостов и гидромеханических коробок передач, кабин, глубокую модернизацию заводов по производству гидравлического оборудования. Заявлены переход на электронное управление всеми системами и приводами машин, дальнейшая автоматизация процессов управления и контроля, а также создание линейки гусеничных и колесных экскаваторов, самоходного многофункционального экскаватора для мелиорации и их серийное производство. Совместно с партнерами – холдингом «Салео», предприятиями «Проди», «АМКОДОР-Эластомер», «Техпромимпекс» намечено создание гидравлики и неметаллических конструкций нового поколения. Для обслуживания и строительства мелиоративных сетей разрабатывается самоходный многофункциональный экскаватор. В планах холдинга полное обновление линейки машин лесопромышленного комплекса, в который будут входить легкие машины для рубок ухода, тележки лесовозные, машины среднего и тяжелого класса, такие как харвестеры, форвардеры, мульчирователи, лесопогрузчики и машины рубильные, машины и сменные органы для лесохозяйственных работ.

За последние годы в Беларуси сформировался сектор легкового автомобилестроения. Компания «Юнисон» осуществляет сборку автомашин Peugeot, Citroen, Zotye Z300, Zotye T600, Cadillac Escalade, Chevrolet Tahoe; завод «БЕЛДЖИ» занимается сборкой легковых автомобилей «Geely». После ввода в эксплуатацию первой очереди завода началось серийное производство белорусских моделей «Geely Atlas», проектная мощность – 60 тыс. автомобилей в год.

Полным ходом развернулись работы по сборке малотоннажных грузовиков K2500 KIA, автомобилей специального назначения на базе модели ГАЗ Газель.



Производством дизельных двигателей занимаются организации холдинга «Минский моторный завод». Для создания дизельных двигателей и их компонентов нового поколения реализуется инвестиционный проект «Производство высокоточного, высокопрочного чугуна литья». Введен в эксплуатацию первый пусковой комплекс производства заготовок гильз блоков цилиндров – 8 тыс. т литья. Общая проектная мощность – 18 тыс. т высокопрочного литья в год.

Научно-технический центр холдинга «МТЗ-ХОЛДИНГ» объединяет два управления конструкторско-экспериментальных работ, опытное производство, цехи испытаний и центр испытаний «Трактор». Всего в этом сегменте занято 765 человек, в том числе доктор наук и кандидат технических наук. В соответствии с планами развития холдинга на период до 2030 г. и по поручению Главы государства выполняется комплекс работ по адаптации технологии применения газодизельного топлива на тракторах различной мощности, проведены исследования по возможности использования на тракторах мощностью 80–130 л.с. газодизельных двигателей производства ММЗ. В перспективе предусматривается разработка тракторов серии 1200–2000 с новыми гидромеханическими трансмиссиями, с переключением четырех передач под нагрузкой; универсально-пропашных тракторов серии 923.4 S3A мощностью 95 л.с. с новыми трансмиссиями, капотом и оперением. Ведутся работы по созданию системы удаленного автоматизированного мониторинга местоположения трактора, диагностики исправности его систем, автоматического управления движением в рамках системы точного земледелия.

ОАО «Гомсельмаш» также аккредитовано как научная организация. Научно-техническим центром комбайностроения разработаны опытные образцы линейки зерноуборочных комбайнов пропускной способностью от 5 до 16 кг/с. Исследованиями и разработками новых моделей комбайнов занимается 550 человек, в том числе 4 кандидата технических наук. За 2007–2017 гг. получено 278 патентов и свидетельств на технические новшества. Создана отраслевая лаборатория сельскохозяйственного машиностроения.

Наибольшим коммерческим успехом у потребителей пользуется зерноуборочный комбайн КЗС-1218 пропускной способностью 12 кг/с. В настоящее время идут работы по его модификации с измельчителем соломы. Для расширения рынков сбыта разрабатывается зерноуборочный комбайн с роторной схемой обмолота и сепарации производительностью 18–20 т/ч. Изготовлен опытный образец и ведется подготовка производства самоходного комбайна с гибридной схемой обмолота и сепарации пропускной способностью 13 кг/с. Одновременно коллектив «Гомсельмаша» работает над экспериментальным образцом перспективного зерноуборочного

комбайна на газовом топливе, освоением производства косилок на гусеничном ходу для уборки риса, новыми модификациями кормоуборочных комплексов, картофеле- и хлопкоуборочных машин, опрыскивателей.

Следует отметить, что ведущие мировые компании наряду с прикладными осуществляют и фундаментальные исследования. Отечественные отраслевые НТЦ по микро- и оптоэлектронике также ведут такие изыскания. В будущем такой горизонт исследований и разработок будет присущ всем НТЦ холдингов.

Инфраструктура научного обеспечения производства, в отличие от самих производств, значительно отличается от действующих стандартов наших конкурентов. По ряду секторов экономики, таких как дизеле- и станкостроение, металлургия, подшипники, сельхозмашиностроение, силовые трансформаторы, управляемые электроприводы, телекоммуникации, средства отображения информации, в структуре НАН Беларуси и Министерства образования нет полноценных профильных организаций, национальных центров компетентности. Система высшего образования, как основной базис инновационной экономики, также пока по многим направлениям не достигла уровня международных стандартов.

В реальных условиях интеграционных достижений мировой науки и техники повышение конкурентоспособности отечественной продукции мы связываем с развитием отраслевых фирменных центров компетенций, укреплением их материально-технической базы, превращением совместных лабораторий и филиалов кафедр вузов в научно-инженерные центры прикладных разработок. Мы планируем создать в научных отраслевых организациях, центрах координации подготовки специалистов высшей инженерной квалификации советы по защите диссертаций на основании реальных достижений. По нашей оценке, специалисты, разрабатывающие продукцию мирового уровня, могут быть аттестованы в качестве ученых. Министерство промышленности планирует обратиться в Министерство образования с предложением о привлечении специалистов, ученых отрасли для преподавания в вузах базовых специальных дисциплин, об увеличении выпуска инженеров технического профиля, организации кафедр подготовки кадров по направлениям электротехнической отрасли, таким как управляемые приводы, силовые трансформаторы, электротехническое и электронное приборостроение.

По утверждению Президента Беларуси Александра Лукашенко, «именно фирменная наука определяет уровень научно-технического развития страны. Интеграция науки с производством, реализуемая в фирмах, обеспечивает их интенсивность развития в конкурентных условиях рынка». ■

Физика и информатика в технологиях будущего



Валентин Орлович,

академик-секретарь
Отделения физики,
математики и информатики НАН Беларуси,
академик

Отличие физики от всех других наук заключается в том, что она изучает самые основные, фундаментальные законы нашего мира, при этом в процессе их исследования и описания широко использует язык математики, а в последние десятилетия – информационные технологии.

В наше время значение физики чрезвычайно велико. Все то, чем отличается современное общество от общества прошлых веков, все, что окружает нас повседневно и без чего мы уже в принципе не можем представить себе нашу жизнь, появилось в результате применения на практике физических открытий, которые привели к основополагающим изменениям в жизни человечества: космическим технологиям, новым методам сверхточных измерений, медицинской диагностики и лечения, созданию новых материалов, средств коммуникации, наконец, к новым информационным технологиям. Эти технологии оказали столь сильное влияние на человечество, что породили концепцию «информационного общества», в котором большинство работающих занято производством, хранением, переработкой и реализацией информации.

В течение жизни нашего поколения мы стали свидетелями удивительных достижений в области информационных и компьютерных технологий, связи

и коммуникаций. Их бурное развитие продолжается, и предполагается, что в ближайшие 10–15 лет будут разработаны и уже разрабатываются небольшие персональные и офисные компьютеры, а также карманные вычислительные устройства, сопоставимые по памяти и скорости вычислений с современными суперкомпьютерами. Пользователи Интернета, включая людей, технические устройства и сенсоры, будут иметь неограниченные возможности для хранения и обработки малоструктурированных данных. Для их использования потребуются специальные технологии искусственного интеллекта, такие как нейронные сети, машинное обучение и др. Нет никакого сомнения в том, что компьютерные технологии будут востребованы в управлении страной, во всех сферах жизни общества. Эксперты считают, что через 15–20 лет практически все люди будут представлены в Интернете. Доступ к Сети будет рассматриваться как одно из основных прав человека и будет обеспечен на всей обитаемой территории. Будут разработаны новые технологии цифрового общения между людьми, между людьми и государственными и социальными службами (электронное правительство) и между людьми и вычислительными устройствами (умные дома, умные города, цифровые предприятия). Чтобы идти в ногу с мировым прогрессом, Беларусь должна уделять этому направлению особое внимание и оказывать максимальную поддержку его развитию.



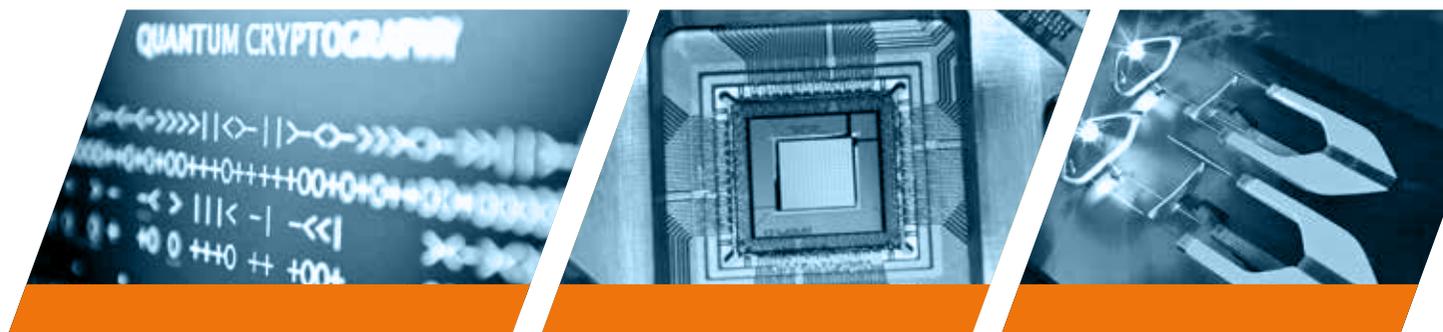
Новый импульс получила в настоящее время тема искусственного интеллекта. Термин был введен в научный обиход в конце 1950-х гг., и одно из его толкований предполагало, что работу человеческого мозга удастся скопировать с помощью несложных математических моделей. Но постепенно выяснилось, что эту проблему так просто не решить. Конечно, многое удалось сделать, но искусственный интеллект в смысле способности саморазвития компьютерных систем так и не был создан. Сейчас есть все предпосылки для серьезного научно-технологического прорыва в этом направлении: имеются компьютерные модели, способные к обучению и самообучению; появились мощные и недорогие вычислительные ресурсы, обеспечивающие поддержку моделей; имеются огромные наборы цифровых данных, с помощью которых можно осуществлять процесс обучения. Государства и частный бизнес вкладывают существенные финансовые ресурсы в создание систем искусственного интеллекта. Результаты не заставили долго ждать. Например, в последнее время продемонстрированы прорывные успехи в распознавании цифровых данных и речи.

Разработка новых компьютерных методов обработки и анализа биологических данных является одним из наиболее важных и перспективных векторов развития науки и технологий. Этому в значительной степени способствовали достижения ученых по расшифровке генетических данных живых организмов. В начале 2000-х гг. был успешно завершен проект «Геном человека», длившийся более десяти лет и позволивший расшифровать ДНК человека. Технологический рывок последнего десятилетия, использующий также достижения математики и информатики, позволил получить полный геном организмов в течение нескольких недель. В последние годы сформировались, в том числе в нашей стране, новые научные направления, включающие биоинформатику, структурную биологию, биофармацию и другие, активно опирающиеся на математические и компьютерные методы анализа геномных данных и белковых структур.

В США, Европейском союзе, России и других странах стартовали крупные научные проекты, нацеленные на то, чтобы объяснить, как физико-химические процессы в мозге формируют сознание и поведение человека. По оценкам специалистов, в мозге человека содержится 86 млрд нейронов, которые образуют порядка 100 трлн связей. Современные компьютеры не позволяют построить адекватные функциональные модели такого масштаба. Однако разрабатываются компьютерные платформы, объединяющие усилия сотен партнерских организаций из многих стран для решения сложнейшей задачи. Коллективный подход способен обеспечить научный прорыв и масштабные открытия в области исследования мозга. Отмечается высокая вероятность появления искусственного интеллекта уже в середине XXI в. Если такое произойдет, то это поставит перед человечеством ряд совершенно новых задач и проблем.

В Национальной академии наук Беларуси (Объединенный институт проблем информатики, другие организации) и ведущих вузах республики проводятся исследования мирового уровня в области искусственного и естественного интеллекта, робототехники. Они связаны с обработкой биологических и медицинских данных, данных дистанционного зондирования Земли, цифровой фото- и видеоинформации, сведений о физических процессах, речи и текста. Результаты обработки используются для принятия интеллектуальных решений, сравнимых, а иногда и превосходящих по качеству решения человека-эксперта. Разрабатываются новые технологии управления движением роботов, системы управления роботами через Интернет, управления группами роботов, их навигации, создаются образовательные роботы. Но прежде чем эти технологии начинают служить обществу, они рождаются и созревают в научных лабораториях. Так было, есть и будет. Необходимо отметить, что в области информатизации общества, достижений в информационных технологиях, их практического применения Беларусь входит в число тридцати мировых лидеров, что весьма существенно для нашей страны с относительно малой численностью населения.





Наше время – эра расцвета квантовых технологий, уже принесших значительные результаты и обещающих столь много фундаментально нового и перспективного, что последнее десятилетие называют второй квантовой революцией. Это явилось результатом глубинного понимания процессов, происходящих на уровне одиночных частиц и квантов, осознания возможности манипулирования ими в максимально широких пределах, ограниченных лишь фундаментальными законами физики, использования этих законов для инноваций, создания прорывных технологий, способных решительным образом изменить жизнь человечества. Например, открытие невозможности идеального клонирования неизвестного квантового состояния в 1982 г. привело к созданию принципиально безопасного способа шифрования, квантовой криптографии, которая впоследствии превратилась в коммерческую технологию, применяемую в тех случаях, когда необходима высочайшая степень безопасности передаваемых данных (прежде всего в приложениях оборонного, финансово-экономического и государственно-управленческого назначения). Квантовая криптография стремительно развивается, безопасная передача информации стала возможна на сотни километров. В 2015 г. исследовательские группы Университета Женевы и концерна «Корнинг инкорпорэйтед» добились передачи квантового ключа на расстояние в 307 километров по оптоволокну. В 2017 г. канадские исследователи осуществили передачу ключа с земли на летящий самолет, а китайские ученые смогли передать сигнал через спутник между двумя наземными станциями на расстояние в 1203 километра. В Республике Беларусь активно проводятся исследовательские и инновационные работы в области квантовой криптографии, завершившиеся созданием и успешным применением систем безопасной передачи информации. В Центре квантовой оптики и информатики Института физики НАН Беларуси создана первая в СНГ волоконно-оптическая система квантовой криптографии, осуществляющая квантовое распределение ключа на основе квантового кодирования во временные интервалы.

В последние 20 лет Европа выделила на развитие квантовых технологий более 500 млн евро. А в течение двух ближайших лет планируется направить более миллиарда евро на новаторские квантово-технологические проекты в рамках исследовательской инициативы «Квантовый флагман». Первая очередь – программа «Квантера» – уже запущена. Институт физики активно вовлечен в реализацию проектов Седьмой рамочной программы ЕС и программы ЕС «Горизонт-2020». В настоящее время Институт физики входит в консорциум проекта программы ЕС «Горизонт 2020» «Микроскопия сверхвысокого разрешения на перепутанных состояниях фотонов», целью которого является создание практического образца микроскопа на перепутанных состояниях, генерируемых твердотельным источником сверхизлучения.

Еще одно фундаментальное свойство квантовых систем – способность находиться в суперпозиционных и неклассических коррелированных, перепутанных состояниях – дало начало принципиально новому способу так называемых квантовых вычислений, где элементарная единица информации – не бинарный бит, а пространство состояний двухуровневой системы – кубит. Квантовый компьютер обещает значительные преимущества над классическим и способен справляться с задачами, практически недоступными вычислительным системам, не полагающимся на квантовую интерференцию. Пока созданы лишь малые квантовые процессоры, но результаты настолько многообещающие, что даже стали предметом коммерческой технологии. Канадская компания «Ди-вэйв» с 2011 г. продает процессоры на нескольких сотнях и более кубитов. Одним из покупателей является аэрокосмическая корпорация «Локхид Мартин», приобретшая один из первых 128-кубитных процессоров за 11 млн долларов. Много исследовательских групп по всему миру занято поиском оптимальных схем для квантового компьютера и материальной базы для него. Специалистами Института физики НАН Беларуси было впервые предсказано, что парамагнитные центры окраски в нанокристаллах алмаза (NV-центры) – перспективный

материал для реализации твердотельных носителей кубитов. Кроме того, ученые института активно участвуют в работах по созданию материальной базы квантового компьютера на основе центров окраски в тесном взаимодействии с учеными из Германии, Франции, Российского квантового центра «Сколково», Объединенного института ядерных исследований – Дубна, Московского государственного университета и т.д.

В целом можно с уверенностью сказать, что в Беларуси имеется представительный ряд ученых, научных коллективов и лабораторий, активно развивающих квантово-оптические технологии, тесно сотрудничающих с зарубежными партнерами как из стран СНГ, так и из других стран. Отечественными исследователями получены важные, признанные на международном уровне результаты, например в области квантовых измерений и сверхточной диагностики, которые уже нашли свои практические приложения.

По масштабам влияния на человеческое общество создание лазеров и последовавшее за этим бурное развитие и использование оптики и оптоэлектроники во всех сферах деятельности можно сравнить с открытием атомной энергии и освоением космоса. По заключению Европейской комиссии, фотоника и лазерные технологии являются локомотивом инновационного развития экономики. Объем мирового производства лазеров за последние 10 лет удвоился и на 2017 г. прогнозируется на уровне свыше 11 млрд долларов. По словам главы известной компании «Решения в Биофотонике» Кийоми Монро, фотоны являются новым «топливом» нынешнего века – драйвером новых эффективностей в обработке материалов, обеспечивающих поразительные прорывы в медицине и материаловедении, новые технологии в возобновляемых источниках энергии и инфраструктурные изменения в телекоммуникациях, ведущих к глобальной трансформации нашего общества.

Лазерные технологии становятся базовыми в авиации, машино-, авто-, вагоно- и судостроении; перспективы их использования проявляются в мосто- и трубостроении, в строительстве. Эти тенденции просматриваются во всех ведущих индустриальных странах мира – США, Японии, Германии, Великобритании, Франции, Китае, Индии, России. Лазерное технологическое оборудование занимает сегодня более 12% мирового рынка обрабатывающих установок (в стоимостном выражении), причем эта доля достаточно быстро увеличивается.

Среди ключевых направлений инноваций в лазерных технологиях можно выделить следующие:

- лазерная микрообработка материалов (микромашининг), в том числе с использованием лазеров ультракороткой длительности;

- волоконные лазеры высокой мощности, обеспечивающие киловаттные мощности в одномодовом режиме генерации и сотни киловатт в многомодовом режиме;
- лазеры высокой мощности на тонком диске для технологических применений;
- лазерные аддитивные технологии (лазерная 3D-печать), включая лазерную стереолитографию, селективное лазерное спекание и прямое лазерное спекание металла, которое, в отличие от недорогих струйных 3D-принтеров, обеспечивает пространственное разрешение (точность) печати на уровне 1 мкм и выше;
- лазерные лидары для систем навигации автомобилей без водителя, а также дронов и автономных промышленных роботов;
- лазерные системы для проточной цитометрии, когерентной томографии и косметических применений в биомедицине;
- системы лазерно-плазменной спектроскопии для атомно-эмиссионного экспресс-анализа состава различных материалов;
- лазерная цифровая киноиндустрия, в том числе цветные 3D-лазерные проекторы;
- лазеры с накачкой солнечным излучением, а также использование лазерных технологий в солнечной энергетике («фотовольтаике»);
- лазерные диоды и твердотельные лазеры видимого диапазона, открывающие путь к новым технологиям в медицине и обработке информации;
- лазеры для оптических телекоммуникаций со скоростью передачи информации 100 G (100 Гб/сек на 1 канал).

В фотонике, лазерной физике, нелинейной оптике и спектроскопии белорусскими учеными в последнее десятилетие получен ряд результатов, имеющих мировой приоритет. Среди них уникальные методики измерений квантовых состояний слабых оптических полей, новые лазерные, нелинейно-оптические и метаматериалы, полупроводниковые гетероструктуры для генерации ультрафиолетового излучения, новые методы атомной эмиссионной спектроскопии и комбинационного рассеяния, новые материалы для нанофотоники, уникальные методы лазерной терапии. На их основе созданы или создаются оптико-волоконные системы квантовой криптографии, мощные, в том числе с диодной накачкой, фемтосекундные лазеры, оптические когерентные томографы для медицинских и технических приложений, новые методы, аппаратура и программное обеспечение для комплексного (спутниковые, авиационные и наземные данные) оптического, лазерного лидарного и радиометрического зондирования атмосферы, твердотельные лазеры, в том числе с диодной накачкой и нелинейно-оптическими преобразователями для получения излучения в УФ, видимой и инфракрасной областях спектра, оптические и лазерные системы для специальных применений, терагерцовое оборудование для

бесконтактной диагностики и идентификации различных материалов, фототерапевтические аппараты для лечения заболеваний человека, безэталонные приборы для лазерного эмиссионного анализа материалов, оборудование для производства фотовольтаических элементов с повышенным КПД, лазерное оборудование для применения в машиностроении и многое другое.

В ближайшей перспективе в области фотоники с учетом имеющихся заделов предполагается, с одной стороны, усилить и сделать более многоплановым сотрудничество с реальным сектором экономики страны: с Минпромом Республики Беларусь (создание аналитического и прецизионного оптического измерительного оборудования, диагностических комплексов, лазерных технологических установок), с Минздравом (новое лазерное терапевтическое и хирургическое оборудование и технологии), с коммунальными и дорожными отраслями (высокоэффективная светотехника), а с другой – организовать при Национальной академии наук мелкосерийное производство дорогостоящего научного и технологического оборудования, основанного на последних достижениях и ноу-хау отечественных ученых и имеющего спрос за пределами нашей страны. Особое внимание при этом будет обращать на информационное обеспечение функционирования такого оборудования. Должное внимание будет уделяться развитию исследований в области микро- и оптоэлектроники, практическому внедрению полученных результатов с учетом имеющейся в республике микроэлектронной промышленности, а также большого потенциала применения оптоэлектронных систем в других отраслях экономики.

Хотелось бы также отметить необходимость развития в Беларуси космических исследований. Мы имеем собственное производство целевого оптического оборудования для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), собственный спутник ДЗЗ и все необходимые службы для управления им и получения космической информации. Накоплен уникальный опыт по обработке космических снимков. С учетом изменений климата (наводнения, засухи, пожары, смерчи и т.д.) и требований национальной безопасности на повестке дня стоит вопрос о создании спутника ДЗЗ с более высоким пространственным разрешением, что позволит изготавливать наиболее точные топографические карты, обеспечивать информацией сельское хозяйство для развития точечного земледелия, прогнозирования урожайности, на новый уровень поднять использование лесных угодий и лесовосстановление, получать оперативную информацию с сопредельных территорий. С национальной безопасностью непосредственно связаны и работы

по созданию систем идентификации и прослеживаемости товаров, изготавливаемых в Беларуси, поступающих в нашу страну или следующих транзитом через нее. Отдельные части этой системы уже существуют. Запланировано всемерное расширение и дополнение ее, что позволит предотвратить поступление в республику контрафактной и некачественной продукции (например, лекарств и продуктов питания) и увеличить возможности Беларуси как транзитного государства. Следует отметить, что система идентификации и прослеживаемости товаров представляет собой уникальный пример совместного использования информационных, микроэлектронных, оптических и радиоэлектронных технологий.

В условиях перехода к четвертой промышленной революции, часто называемой Индустрия 4.0, вклад ученых в решение экономических и социальных задач становится весьма существенным. В этой связи, на наш взгляд, имеются четыре проблемы, требующие своего решения.

Во-первых, поиск одаренных творческих личностей, начиная со школы, создание условий для их роста и развития. Для этого целесообразно создавать специализированные классы с конкурсным отбором в них школьников, их будут курировать университеты и академические НИИ.

Во-вторых, необходима специализированная углубленная подготовка студентов для работы в науке. Имеется опыт в США, Англии, Франции, Японии, когда она осуществляется в ограниченном числе наиболее престижных вузов, выпускники которых становятся известными учеными, в том числе лауреатами Нобелевских премий. Нам нужен такой университет с собственной программой, сочетающей получение углубленных знаний по избранным специальностям с научной работой, изучением нескольких иностранных языков. Наиболее целесообразно создать такой университет при НАН Беларуси.

В-третьих, следует коренным образом изменить положение науки в обществе, сформировать положительное отношение к ней.

Наконец, в-четвертых, нужно создать прозрачную и простую «инновационную» законодательную базу, обеспечивающую, с одной стороны, быстрое внедрение научных результатов, а с другой – допускающую степень риска в этом процессе.

В заключение хотел бы подчеркнуть, что ученые Отделения физики, математики и информатики НАН Беларуси видят свою задачу в систематическом получении результатов фундаментальных и практико-ориентированных исследований мирового уровня и обеспечении на этой основе вклада в инновационное развитие отечества. ■

Цифровое производство – точка опоры



Александр Ласковнёв,

академик-секретарь

Отделения физико-технических наук НАН Беларуси,
академик

Основным трендом мирового развития является переход к цифровым технологиям производства (Индустрия 4.0), которые основываются на комплексном применении интегрированных компьютерных средств автоматизации, моделирования и обработки информации на всех стадиях жизненного цикла изделия: планирования, разработки, изготовления, эксплуатации и утилизации. Ключевая особенность такого производства – всесторонний обмен информацией между всеми технологическими процессами – происходит исключительно в цифровом виде. В конкретном случае это означает повышение эффективности по всей цепочке создания стоимости, скорейший выход на рынок, большую гибкость и повышенную доступность управления всеми системами производства, возможность создания новой индивидуализированной (персонально ориентированной) продукции.

Цифровое производство базируется на двух главных составляющих:

- аппаратная – оборудование и технологические процессы (станки, обрабатывающие центры, промышленные роботы, автоматические линии, 3D-принтеры и т.п.) и вся компьютерная и оргтехника, обеспечивающая непосредственное программное функционирование, а также ее взаимодействие с оборудованием;

- информационная – комплекс программного обеспечения, реализующего алгоритмы формирования и управления всеми информационными потоками и процессами производства, а также создания, передачи и хранения всех данных.

Одну из ключевых позиций в этой области занимают технологии компьютерного инжиниринга: веб-проектирование и промышленный дизайн; виртуальное моделирование эксплуатационных и технологических процессов, испытаний; создание и применение цифровых двойников изделий; реверс-инжиниринг, прототипирование и 3D-печать и др.

С целью интегрирования в процесс производства компьютерного инжиниринга (то есть совершенствования выпускаемых изделий и обновления их линейки) необходимо:

- постоянно развивать компетенции промышленного дизайна;
- создать методическое обеспечение по выполнению типовых задач;
- вырастить специалистов, владеющих современными инженерными технологиями;
- утвердить 3D-модели в статусе конструкторской документации;
- обеспечить взаимодействие испытательных и конструкторских подразделений.

Перспективы транспортного машиностроения

Основные тенденции развития транспортных средств – электрификация и интеллектуализация (автономное вождение, связь автомобиля с окружающей средой).

Преимущества электромобиля доказаны: это экологически чистый вид транспорта (при движении отсутствуют выбросы вредных веществ в атмосферу, низкий уровень шума); КПД электропривода достигает 90% (КПД двигателя внутреннего сгорания 35–40%); электродвигатель не требует больших затрат в процессе эксплуатации, имеет высокие характеристики крутящего момента и мощности, при торможении «рекуперировывает» энергию, используя ее для заряда аккумуляторных батарей.

Беларусь, как и промышленно развитые страны, стремится изменить баланс производства и потребления энергии в пользу электрической. Наличие отечественной атомной электростанции делает целесообразным перевод части наземного транспорта на электрическую тягу и организацию его серийного

Наша промышленность вплотную подошла к созданию собственных электрических и гибридных автомобилей в русле самых передовых тенденций мирового технического прогресса

выпуска в стране по доступным ценам. Интерес к электротранспорту вырос повсеместно, его разрабатывают и производят практически все ведущие автоконцерны. Более того, они анонсировали цель за следующие 10 лет достичь 25% электроавтомобилей в своей продуктовой линейке.

Специфика использования коммерческого транспорта предполагает повышенные требования по ресурсу и степени загрузки силового агрегата на протяжении всего жизненного цикла. Пока их активное применение сдерживается недостаточным техническим уровнем и высокой стоимостью накопителей электроэнергии. В составе же гибридных силовых установок (ГСУ) электроприводы и накопители относительно малой емкости уже дают экономию топлива от 20 до 30% в зависимости от режима эксплуатации и типа ГСУ (последовательный, параллельный и комбинированный). Ведущие мировые производители средних и грузовых автомобилей уже создали и освоили выпуск их гибридных модификаций.

Военным структурам ГСУ (в том числе на водороде) интересны снижением расхода топлива, бесшумным ходом на электрической тяге, что особенно важно для тактической и боевой техники.

Результатом бурного развития микропроцессорных систем и систем спутниковой навигации является интеллектуализация транспортных средств. На первом этапе в конструкцию автомобиля были внедрены компьютерные системы управления практически всеми агрегатами и узлами: двигателем, тормозами, трансмиссиями, подушками безопасности и др. Водитель управляет транспортным средством через электронного посредника, который или корректирует действия, или полностью «руководит» всем процессом.

На очереди – беспилотные модели. Разработка и внедрение технологий управления как на транспортной машине, так и в элементах дорожной инфраструктуры, включая глобальные системы навигации (GPS, ГЛОНАСС), – длительный процесс. В этом направлении мир движется поэтапно, путем постепенного внедрения систем помощи водителю (ADAS) с целью повышения безопасности на дорогах за счет исключения человеческого фактора при управлении автомобилем.

В Республике Беларусь тяговый электропривод широко применяется на автомобилях ОАО «БЕЛАЗ», троллейбусах и трамваях ОАО «Белкоммунмаш». Создан отечественный образец троллейбуса с современным электроприводом и накопителем энергии, обеспечивающими автономное движение на участках без контактной сети, а в 2017 г.

освоено производство электробусов. Минский тракторный завод продемонстрировал экспериментальные образцы колесных тракторов с электроприводом.

Освоили производство современных электрических машин и систем управления для них некоторые предприятия с негосударственной формой собственности, такие как ООО «Рухсервомотор», «Кэй Джи Импекс», ОДО «Стрим» и другие, поставляющие свою продукцию в том числе на экспорт. Таким образом, наша промышленность вплотную подошла к созданию собственных электрических и гибридных автомобилей в русле самых передовых тенденций мирового технического прогресса.



В Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси в сотрудничестве с компанией «Кэй Джи Импекс» разработан и изготовлен экспериментальный образец электромобиля на базе серийного отечественного легкового автомобиля сборки СЗАО «БЕЛДЖИ». В настоящее время электромобиль проходит испытания. Одновременно ведутся работы по улучшению его характеристик и по созданию отечественных систем помощи водителю ADAS в рамках программы Союзного государства «Автоэлектроника».

Основная задача при освоении массового производства электромобилей в стране – параллельное изготовление компонентов электропривода, в том числе накопителей энергии, силовой электроники и других элементов.

Широкое внедрение электротранспорта позволит снизить себестоимость внутригородских перевозок, улучшить экологию городов и обеспечить более равномерную загрузку энергосистемы, стимулируя массовый отбор энергии в ночные часы. В различных учреждениях республики активно разрабатывается инфраструктура и стандарты функционирования транспорта с электрическими и гибридными силовыми установками. Спрос на электромобили можно повысить путем значительного снижения их стоимости, льгот и преференций. С этой целью разработан соответствующий проект Указа Президента Республики Беларусь.

Интеллектуальное производство и инновационные материалы

Индустрия 4.0 характеризуется тем, что в качестве дизайнера и инженера практически любого продукта выступает потребитель. Теперь по его запросам можно непосредственно контролировать и управлять, а также изменять производственный процесс. В основе зарождающихся новаций лежит массовая компьютеризация и глобализация Интернета. Дальнейшее развитие производства аналитики связывают с машинным обучением и искусственным интеллектом. Сочетание робототехники и 3D-печати с Интернетом вещей

в Глобальной сети и искусственным интеллектом уже сегодня позволяет создать полностью автоматизированные фабрики. Процессы сборки изделий и самосборки структур материала реализуются на разных уровнях: от атомарного моделирования макромолекул и наноструктур до послойного синтеза крупных сооружений.

В НАН Беларуси уже разработано и серийно выпускается такое инновационное оборудование, в частности привод источника плазменной резки реализован в качестве многокоординатного манипулятора технологического комплекса плазменного раскроя материала (ГНПО «Центр» НАН Беларуси). Экструдерная система для полимерной печати управляет температурой процесса в зависимости от применяемого материала и его армирующих наполнителей (ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси). Для производства и контроля изделий в технологическом комплексе радиоэлектронного производства используется атомно-силовой микроскоп, позволяющий путем индентирования и наносверления контролировать микросхемы и устранять их дефекты (совместная разработка НПО «Планар» и ИТМО им. А.В. Лыкова НАН Беларуси).

В новых материалах и технологиях заинтересованы практически все отрасли промышленности, начиная от железнодорожной и автотранспортной и заканчивая аэрокосмической и атомной. Научные организации Отделения физико-технических наук НАН Беларуси стремятся к тому, чтобы соответствовать запросам индустрии и бизнеса, развивать в общем русле с лучшими мировыми достижениями фундаментальные и прикладные исследования. Яркое тому подтверждение – обзор наиболее значимых задач, которые ставят перед собой организации Отделения на среднесрочную перспективу.

Научные исследования и разработки в НПЦ НАН Беларуси по материаловедению будут нацелены на получение новых материалов, обладающих заранее заданными свойствами, и их применение в различных областях современной техники и технологий. Для электроники будут создаваться





многослойные пленочные структуры на основе переходных металлов, обладающие гигантским магниторезистивным эффектом; несобственные мультиферроики с особыми электрическими свойствами; новые радиационные технологии с использованием ускорителя электронов.

В солнечной энергетике будут востребованы многослойные периодические наноструктуры взаимодействующих квантовых точек германия в кремнии и высокоэффективные светодиоды для инфракрасной области спектра на их основе, а также тонкопленочные солнечные элементы на основе многокомпонентных полупроводников со структурой халькопирита и кестерита. Будут разработаны метаматериалы для прецизионных фотонных устройств – магнитолазмонные кристаллы, представляющие собой металлодиэлектрические гетероструктуры, содержащие слои магнитных диэлектриков с нанесенными на них перфорированными нанослоями золота.

Машиностроение получит обрабатывающий инструмент с применением композиционного материала на основе нанопорошков кубического нитрида бора; особый сверхтвердый материал – алмаз, армированный нанотрубками/нановолокнами, для изготовления уникального режущего и шлифовального инструмента, а также технологии нанесения нанокпозиционных сверхтвердых износостойких покрытий на инструмент, детали машин и механизмов.

Суперконденсаторы на основе графеноподобного углерода, разрабатываемые в НПЦ, найдут широкое применение в электроавтотранспорте. Новые магнитомягкие наномодифицированные композиционные материалы заменят дорогостоящую ламинированную сталь при производстве ряда электротехнических изделий.

Для ракетно-космической и специальной техники будут развиваться технологии формирования покрытий большой площади на основе магнитомягких слоев, обладающих высокой эффективностью защиты радиоэлектронных изделий от электромагнитного излучения и проникающей радиации.

Навигация получит магнитоуправляемые наноструктурные сенсоры на основе мультислойных структур с чередующимися слоями из ферромагнитных и диэлектрических пленок.

Специалисты НПЦ по материаловедению работают над созданием локализованных плазмонных наноструктур для усиления рамановского рассеяния света и повышения чувствительности рамановских спектрометров, использующихся для анализа веществ в биологии, медицине, экологии, пищевой промышленности. Планируется развивать технологии роста монокристаллов высокотемпературных сверхпроводников, полупроводников, мультиферроиков, алмаза, нелинейнооптических кристаллов, разрабатывать методы управления когерентной и диссипативной динамикой твердотельных спиновых и сверхпроводниковых кубитов, NV-центров в алмазе, создавать программные комплексы оптимизации технологических процессов в производстве интегральных схем.

На базе Физико-технического института НАН Беларуси ведутся разработки по новому научному направлению «Наноматериаловедение», основу которого составляют создание и исследование тонких пленок, нанопорошков, нанокристаллических материалов различной природы, таких как особо чистая керамика, композитные металлокерамические материалы, и других наноматериалов с большой поверхностной энергией, обеспечивающих создание уникальных монокристаллических структур, обладающих сегнетоэлектрическими, магнитными и другими свойствами.

Причем нередко новый материал предполагает поиск новой технологии его синтеза. Например, для получения высокочистых частиц металлов и керамики нанометрового диапазона размеров частиц высокую эффективность показывает метод горения растворов, активно разрабатываемый в ФТИ. С его помощью получают наноразмерные оксидные, бескислородные и композиционные наноматериалы с различными физическими и химическими свойствами. Они находят все более широкое применение в качестве высокоэффективных катализаторов, люминофоров для светодиодной и лазерной техники, порошков для аддитивных технологий, адсорбентов, магнитных материалов, высокопрочных био- и бронекерамических материалов, применимых для создания высокоэффективных элементов индивидуальной защиты человека, для замены



и лечения поврежденных частей тела, изготовления эндопротезов в травматологии и ортопедии, разработки новых пломбировочных материалов в стоматологии и имплантатов в хирургии.

В ближайшие десятилетия получат дальнейшее развитие комбинированные вакуумные технологии, обеспечивающие «точечное» управление свойствами исходного материала на небольшую глубину или за счет создания пленок из других материалов. В основе разработок будут лежать результаты новейших фундаментальных исследований в области физики взаимодействия мощных потоков энергии с конденсированными средами, неравновесной термодинамики и инженерии поверхностей. Такие технологии широко представлены сейчас в тематике научных разработок ФТИ НАН Беларуси. Здесь создаются аддитивные технологии, а также технологии, управляющие составом формируемого материала на стадии выращивания, которые позволят получать цельные и готовые к использованию изделия сразу с требуемым градиентом механических, электрических, магнитных и других свойств, обеспечивающих уникальный набор эксплуатационных характеристик.

В планах Института технической акустики НАН Беларуси – разработка ультразвуковых аддитивных технологий изготовления деталей и конструкций. Развитие физического материаловедения позволит создать композиционные мультиферроики с гигантским значением магнитоэлектрического эффекта и материалы с аномально высокими значениями диэлектрической проницаемости (более 105) и термостабильностью. Наиболее известным видом мультиферроиков на сегодняшний день являются сегнетомагнетики. Их важнейшее свойство – возможность управления магнитными и полярными параметрами с помощью электрического и магнитного полей.

Кроме того, тематика исследований Института ориентирована на создание новых современных технологий для машиностроительного комплекса, энергетики, приборостроения, производство изделий медицинского назначения. Среди перспективных направлений – разработка высокоэффективных процессов и устройств обработки материалов, новых функциональных материалов для повышения качества выпускаемой продукции, снижения себестоимости и повышения уровня безопасности производств с использованием мощного ультразвука. Для решения этих задач образован Республиканский центр ультразвуковых технологий.

В Институте тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова НАН Беларуси активно ведутся фундаментальные исследования в области теплофизики, физики плазмы, горения и взрыва, химической физики, гидро- и газодинамики, нанотехнологий, численного моделирования физико-химических и энергообменных процессов, мембранных технологий, синтеза новых материалов.

В качестве ключевых тем выделены: развитие высокоскоростных методов оптической диагностики фемтосекундного разрешения, необходимых для разработки двигательных и энергетических систем нового поколения; создание новых видов топлива; изучение гиперзвукового движения тел в химически реагирующих газах с целью проектирования двигателей и понимания процессов в проточной части гиперзвуковых летательных аппаратов.

Перспективны разработки новых методов структурно-фазовой модификации поверхностных свойств различных материалов, позволяющие улучшить эксплуатационные характеристики конструкционных и инструментальных сталей, твердых и легких сплавов, полупроводников, недоступных для других способов обработки. Продолжатся фундаментальные исследования по созданию научных основ получения высокотемпературных керамических материалов двойного и специального назначения с уникальными характеристиками, а также работы, связанные со следующим поколением материалов для

Отделения физико-технических наук НАН Беларуси стремятся к тому, чтобы соответствовать запросам индустрии и бизнеса, развивать в общем русле с лучшими мировыми достижениями фундаментальные и прикладные исследования

синтеза мелкодисперсных порошков тугоплавких соединений и их применения в высокотехнологичных производствах, в том числе на основе аддитивных технологий. Особое внимание будет уделено разработке новых физико-математических моделей для численного описания процессов переноса энергии и вещества в системах со стохастической структурой, на микро- и мезомасштабах, в том числе в областях, недоступных для экспериментальных измерений, развитию принципов получения энергонасыщенных компрессионных плазменных потоков в квазистационарных ускорителях нового поколения. Использование таких систем важно для решения ряда задач управляемого термоядерного синтеза (инжекция плазмы в магнитные ловушки), для ускорения макрочастиц в вакууме.

ИТМО работает над совершенствованием линейки оптического оборудования нового поколения для создания автоматизированных производств высококачественных прецизионных оптических изделий из стекла, нелинейных оптических кристаллов, металлов, полупроводниковых материалов. Планируется организовать выпуск особо ответственных изделий, включая детали крупногабаритной астрооптики, и экспортировать их на международный рынок.

В качестве нового направления определены комплексные исследования по разработке диагностических и терапевтических методов борьбы с наиболее распространенными заболеваниями.

Работы над новыми, в том числе импортозамещающими материалами различного функционального назначения ведутся в Институте химии новых материалов. Это полимеры, катализаторы, красители, материалы для ИТ-индустрии, 3D-печати и др. В их числе технология комплексной переработки углеводородного сырья (высоковязких тяжелых нефтяных остатков, битумов, угля) и биомассы (древесные отходы, водоросли) с использованием разработанных нанокатализаторов, которая позволит достичь 100%-ной глубины переработки сырой нефти, уменьшить ее расход, а также получить кислород- и азотсодержащие продукты для нефтехимического синтеза.

На основе лесохимического сырья планируется создать наукоемкие импортозамещающие материалы для фармацевтики и медицины, электроники, полиграфии, металлообработки, целлюлозно-бумажной, полимерной и шинной промышленности, а также технологии глубокой переработки скипидара и канифоли с использованием природных алюмосиликатов.

Будут получены мультислойные полифункциональные наноносители биологически активных веществ (БАВ) со структурой ядро/оболочки, в котором ядро – магнитные наночастицы (НЧ), функционализированные БАВ, а оболочки – НЧ Au, Ag, CeO₂ и биосовместимые полимеры, содержащие активные группы для связывания БАВ. На основе природных, синтетических и искусственных полимеров пролонгированного действия и целевой доставки будут созданы тонкопленочные материалы с необходимыми свойствами, которые найдут применение в качестве защитных и смазочных покрытий в прецизионных узлах трения и микроэлектромеханических системах; в качестве носителей мезенхимальных стволовых клеток; для модификации поверхности с целью придания ей необходимой смачиваемости, шероховатости, бактерицидности.

Значительно увеличить пропускную способность существующей оптоволоконной инфраструктуры систем телекоммуникации позволят жидкокристаллические материалы с отрицательной дисперсией двулучепреломления и их текстурированная ориентация новыми высокочувствительными фотоориентантами, разрабатываемые в ИХНМ.

В Институте механики металлополимерных систем им. В.А. Белого интенсивно ведутся исследования и разработки в области управления структурными элементами на молекулярном и наноуровне, создания материалов с заданными структурной

и функциональными свойствами. Они востребованы всеми отраслями отечественной промышленности, поскольку обладают уникальными прогнозируемыми характеристиками. Учеными Института созданы композиты на основе полиалкилентерефталатов, в том числе стеклоармированные, которые применяются в электротехнической отрасли. Технологии получения модификаторов ударной вязкости и ударопрочных материалов на базе алифатических полиамидов, трубок для пневмосистем используются в автотракторном секторе; ингибированные и эластичные композиции, полимерные материалы триботехнического назначения, в том числе смесевые и самосмазывающиеся, – в машиностроении.

Согласно прогнозам, в ближайшие годы будут востребованы композиты с электретыми, магнитными свойствами, обладающие эффектом структурной памяти, радиопрозрачностью, высокими оптическими характеристиками, восприимчивые к передаче оптической и магнитной информации, направленно изменяющие свои свойства при воздействии лазерного и ионизирующего излучения.

Ученые ИММС включились в процесс разработки таких материалов, а также занимаются технологиями изготовления эластомеров, наращивают объемы производства продукции на их основе, расширяют ассортимент ПМК конструкционного назначения на базе отечественных термопластов, полимерных смесей и огнестойких композитов. Бурное развитие нанотехнологий подтолкнуло исследователей к созданию технологий полимерных нанокомпозитов, в их числе углеродные наноматериалы и органоглины. Институт планирует заняться разработкой аддитивов и организацией на их основе малотоннажных производств функциональных добавок-совместителей для полимерных смесей, модификаторов ударной вязкости, пластификаторов, стабилизаторов, антипиренов, стекловолокнистых и углеродных наноуполннителей, технологических смазок. В планах исследования по разработке биодegradуемых смазочных материалов на основе растительного сырья и жиров животного происхождения, пластичных композитов, в том числе высокотемпературных из побочных продуктов

нефтепереработки. Большое внимание будет уделено технологии производства антифрикционных фторопластовых композитов группы «Флувис», расширению номенклатуры и объемов их выпуска для химической и нефтегазовой промышленности, лазерной технологии получения волокнисто-пористого фторопласта-4 «Грифтекс» и фильтрующих элементов на их основе.

Обнаруженный в Институте механики металлополимерных систем эффект синергетического упрочнения термопластичных полимеров будет использован для создания полимерных композитов конструкционного назначения с рекордными характеристиками (упругость не менее 25 ГПа, механическая прочность до 300 ГПа) и управляемой реологией расплавов. Развитие данного направления позволит создать новые суперударопрочные, теплопроводные, высокомодульные и атмосферостойкие, огнестойкие безгалогенные, суперизносостойкие и прочие композиты специального назначения для кабельной продукции. Особого внимания заслуживает планируемая разработка теплопроводных материалов, остро востребованных в микроэлектронике, светодиодной технике и других современных технологиях.

Приоритетным направлением научной деятельности коллектива Института порошковой металлургии НАН Беларуси является исследование технологий и создание оборудования для соединения материалов различными способами, обеспечивающими при формировании изделия сплавы с заданными свойствами, нанесение покрытий, наплавку, применение нанотехнологий и др.

В задачи ученых входят также исследования и разработка новых керамических материалов и изделий из них на основе карбидо-кремниевых соединений, создание новых композиционных фрикционных материалов для передаточных и тормозных узлов современных машин, получение сферических порошков различного назначения, в том числе и для 3D-технологий. Ведется работа по созданию роботизированных комплексов и технологий для формирования газотермических высокопрочных и плотных покрытий из микро- и аморфных порошков, включающих металлы,



сплавы, керамики, исследуются закономерности формирования заданной структуры новых пористых материалов – стеклоглерида, капиллярных структур мини- и контурных тепловых труб, а также технологий получения магниевых сплавов с высокими эксплуатационными свойствами для литья под давлением.

Контроль состояния объектов

Беларусь обладает развитым промышленным комплексом, производящим высокотехнологическую продукцию, неизменными характеристиками которой должны быть качество и безопасность. В этом научном направлении комплексные работы ведет Институт прикладной физики НАН Беларуси. Новые технологии ставят новые задачи и требуют новых методов неразрушающего контроля и технической диагностики мониторинга технического состояния сложных и потенциально опасных объектов промышленности, энергетики, строительства. Ожидается, что дальнейшее развитие получают методы, ориентированные на визуализацию внутренней структуры исследуемых объектов посредством рентгеновского, микроволнового и терагерцового излучения и ультразвука, а также их совместного применения для увеличения разрешающей способности томографов до микро- и наноразмеров.

В ИПФ разрабатываются методы томографии сложных технических изделий с применением вычислительной диагностики, реконструкции динамических изображений внутренней структуры нестационарных объектов с приложениями для технической и медицинской томографии, исследуются новые физические принципы рентгеновской томографии, изучаются вопросы повышения достоверности выявления дефектов современных конструкционных и новых материалов (композитов, керамики, углепластиков и др.), имеющих сложную конфигурацию, неоднородное внутреннее строение. Планируется создать отечественный промышленный рентгеновский томограф для трехмерной визуализации, дефектоскопии и размеромерии изделий для строительной отрасли и медицины. В числе разработок – портативный радар для цифрового представления внутренней структуры строительных конструкций, обнаружения различных дефектов, неоднородностей (инородные диэлектрические и металлические включения, арматура, сейфы, тайники).

Большой интерес представляют собой технологии замкнутого цикла на основе микроволновой и рентгеновской 3D-томографии, которые предполагают создание САД-образа объекта, его полный контроль в виртуальном режиме, определение различных дефектов (сплошности и геометрических), что в целом обеспечивает замкнутый автоматизированный производственный цикл и получение высококачественного изделия.

Сотрудниками ИПФ НАН Беларуси создана система автоматического мониторинга строительных конструкций, обеспечивающая более высокую по сравнению с зарубежными аналогами достоверность оценки остаточного ресурса за счет использования новых алгоритмов прогнозирования состояния конструкций по результатам многосенсорных измерений. Она внедрена на знаковых столичных объектах – Минск-Арена, Чижовка-Арена, Центр фристайла, высотные здания «Парус» и «Грин-Сити».

Перспективная задача – развитие систем непрерывного мониторинга для объектов различной природы на основе автономных беспроводных датчиков, в том числе на базе технологии самовосстанавливающихся распределенных сетей. В качестве примера можно привести систему вибродиагностики энергетического оборудования, не требующую прокладки новых или дополнительных коммуникаций, с датчиками, питающимися за счет преобразования энергии механических колебаний в электричество. В ИПФ разрабатываются методики и алгоритмы для получения и обработки динамических изображений объектов в реальном времени, реконструкции трехмерных изображений и др. Планируется применять их для биомедицинских исследований, для мониторинга состояния ионосферы с реконструкцией полей концентрации электронов над территорией республики на основе данных высокоорбитальных спутниковых систем, что даст возможность повысить устойчивость радиосвязи, достоверность прогнозирования природных явлений; в военно-промышленной отрасли.

Таким образом, состояние и перспективы развития компьютеризированного производства, материалов позволяют говорить о формировании концепции «цифровой фабрики», в которой аддитивные и нанотехнологии являются определяющим звеном системы, включающим развитые подсистемы: 3D-проектирования и управления производством и потреблением, начиная от моделирования изделия, материалов и компонентов в соответствии с новыми технологическими возможностями и заканчивая получением и эксплуатацией функционально ориентированной продукции.

Достижения Отделения физико-технических наук НАН Беларуси свидетельствуют о результативности отечественных разработок в области материаловедения, а также высоком уровне автоматизации и компьютеризации с помощью создания и широкого использования мехатронного оборудования, систем цифрового проектирования и моделирования, технологической подготовки и управления производством. Это обеспечивает повышение производительности труда, точность обработки и стабильность качества изделий, решает ряд проблем социального характера. ■

Современные тенденции В ХИМИИ



Сергей Усанов,

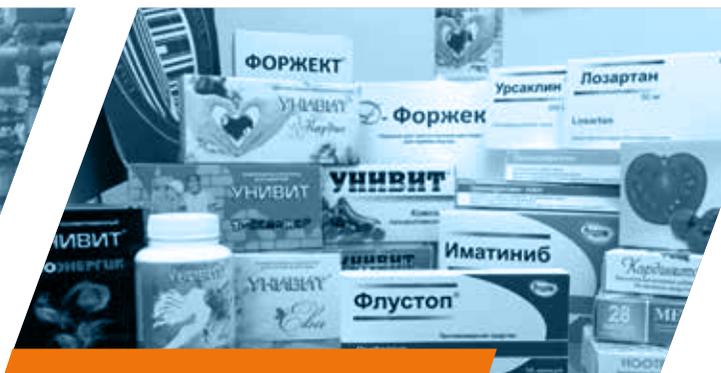
академик-секретарь
Отделения химии и наук о Земле НАН Беларуси,
член-корреспондент

Интересы химических наук простираются от создания новых материалов, установления механизмов сложных химических процессов с участием низко- и высокомолекулярных соединений, конструирования нового поколения лекарственных препаратов вплоть до понимания химических основ жизни на молекулярном уровне. При нынешних темпах прогресса открытия в химии приобретают огромное значение и реализуются в самых разных сферах человеческой деятельности. Именно поэтому инновации в химической отрасли выступают не изолированно, а соотносятся с другими областями знаний и практическими сферами: физикой, биологией, экологией, альтернативной энергетикой, утилизацией отходов. Недаром Нобелевская премия по физиологии и медицине присуждается за работы, выполненные на ниве химических наук. Так, за 2017 г. эта престижная награда вручена за открытие молекулярных механизмов, контролирующих циркадный ритм, что позволяет проникнуть внутрь биологических часов организма и объяснить их работу, а премия по химии – за создание технологии получения трехмерных изображений живых объектов, ориентированной на постижение тайн микромира, в первую очередь – структуры биомолекул, включая белки, что ранее было возможно только с привлечением методов рентген-структурного анализа и ЯМР-спектроскопии.

Фундамент будущего в сфере химии

Актуальным передовым мировым научным трендом в области химии, структуры и функции биополимеров является направленная инженерия белков, других биологически важных молекул и биосистем (клетки, живые организмы), цель которой – создание биомолекул и живых систем с заданными свойствами для получения ценных продуктов микробного синтеза и других физиологически активных соединений. Далее она будет развиваться посредством консолидации усилий ряда научных дисциплин – молекулярного моделирования, компьютерного дизайна и компьютерной биологии, синтеза ДНК (генов и геномов) и технологий редактирования генома (технология CRISPR-Cas9), протеомики и метаболомики. Редактирование генома с использованием метода CRISPR (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) вместе с доступностью синтетических молекул ДНК открывает возможность лечения наследственных патологий, направленной коррекции метаболических путей микроорганизмов, растений и животных видов биотехнологических продуктов.

Таким образом, современная химия предстает перед нами как многогранная и разветвленная система знаний, для которой характерно интенсивное развитие и проникновение во все сферы жизнедеятельности человека. Важнейший стратегический ориентир этого процесса – все более тесный синтез химии как науки и химии как технологии промышленного производства.



Спектр химических наук чрезвычайно широк, и задачи, которые решают организации Отделения химии и наук о Земле, множественны и включают:

- исследование строения сложных химических соединений и биомолекул;
- разработку методов «клик-химии» – быстрого и надежного получения химических веществ путем соединения между собой отдельных блоков;
- «зеленую» химию, исключая использование токсичных растворителей и кардинально сокращающую негативное влияние на окружающую среду;
- полимерную химию и мембранные технологии;
- теоретическую и комбинаторную химию;
- неорганическую и супрамолекулярную химию.

Перспективные разработки белорусских ученых

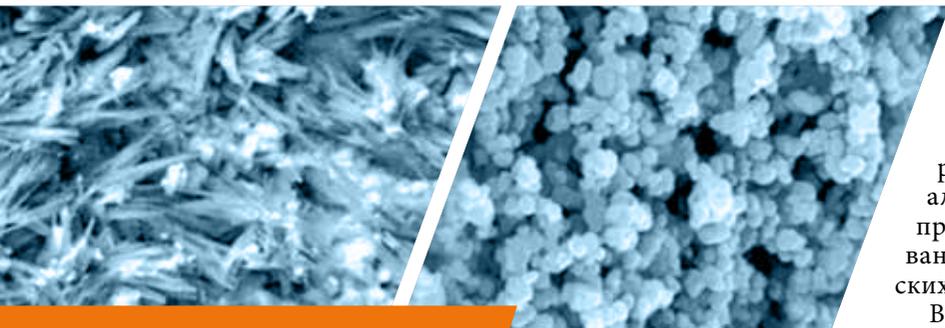
Учреждения Отделения работают в различных областях современной химической науки, включая органический синтез и создание новых соединений и материалов, полимерную химию, структурную химию биополимеров, неорганическую и коллоидную, биоорганическую химию. Ряд научных результатов имеют мировую новизну и перспективы дальнейшего развития.

В области органической и биоорганической химии в Институте биоорганической химии НАН Беларуси (ИБОХ) образована и успешно функционирует научная школа глобального значения по изучению стероидных гормонов растений (СГР), их структурно-функциональных аспектов, биотехнологических и биомедицинских приложений. В таких исследованиях наша страна – в числе лидеров, и именно здесь впервые в мировой науке и практике развита и реализована концепция регуляции жизнеспособности и продуктивности растений с помощью стероидных гормонов, созданы и внедрены принципиально новые агропрепараты и экологически дружелюбные технологии на этой базе. Данные изыскания охватывают широкий круг проблем – от поиска гормонов в природных источниках

и разработки методологии их химического синтеза, выявления путей биосинтеза до изучения молекулярных основ действия и экологических функций, а также освоения в сельском хозяйстве и медицине.

Сформированный арсенал средств иммунохимического анализа позволил впервые осуществить широкий скрининг СГР в растительных продуктах и показать, что они являются существенной составляющей питания человека и выполняют важные регуляторные функции не только у растений, но и у животных организмов. Эти данные, а также обнаружение подобия механизмов действия в растительной и животной клетке стали предпосылкой для развития новых направлений в применении фитогормональных стероидов в интересах животноводства, медицины и диетологии. Впервые в мировой практике создан фитогормональный биорегулятор – биологически активная добавка к пище «Фитонол», обоснована и предложена методология его использования в спорте – для повышения работоспособности и защиты от стресса в условиях предельных физических нагрузок. Показаны новые пути применения фитогормональных стероидов для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний человека. Открытие защитно-стимулирующих свойств стероидных гормонов растений у животных способствовало появлению препаратов с иммуномодулирующим и вирусопротекторным действием. Один из результатов – выпуск первого в мире ветеринарного препарата «Бравидефен». Защищены патентами и имеют хорошую перспективу широкого внедрения разработки по применению СГР в мясном и молочном животноводстве, рыбоводстве и пчеловодстве.

Одно из важнейших направлений деятельности – расширение использования СГР в сельском хозяйстве, создание новых способов и средств повышения с их помощью урожайности и качества продукции растениеводства. Отмечено: композиционные препараты на основе стероидных фитогормонов и стандартных фунгицидов позволяют существенно увеличить урожайность ряда культур и эффективность



защиты их от патогенов по сравнению с отдельным применением фитогормона и фунгицида, обеспечивая высокий экономический и экологический эффект. Композиционные составы с минеральными удобрениями и СРР заметно улучшают усвоение питательных веществ растениями и способствуют нормализации состояния окружающей среды.

В числе наиболее значимых достижений ИБОХ – разработка методологии применения производных изоксазола и изоксазолина в качестве универсальных синтетических интермедиатов. Многоцелевое значение «нитрилоксидной технологии» в сочетании с методами химии карбо- и гетероциклических β -ди- и β -трикарбонильных соединений подтверждено их успешным применением к синтезу простагландинов и их аналогов с модифицированными биологическими свойствами. На основе тетрановых кислот созданы новые методы энантиоселективного синтеза, с использованием которых получены модифицированные простагландины с гетероатомами в различных положениях простанового скелета, выявлены соединения с выраженной иммуномодулирующей активностью и простагоиды, способные повышать чувствительность организма к облучению.

В ИБОХ совместно с Институтом микробиологии НАН Беларуси разработана новая стратегия синтеза биологически важных нуклеозидов и нуклеотидов путем введения в состав целых клеток *E. coli* нуклеозидфосфорилаз как биокатализаторов. Созданы высокоэффективные биотехнологические методы получения противоопухолевых и противовирусных препаратов, показан огромный потенциал реакций синтеза нуклеозидов из D-пентоз в присутствии гетероциклических оснований с применением рекомбинантных ферментов. Подход, основанный на модификации природных нуклеозидов, позволяет синтезировать большое число биологически активных соединений для лечения пожилых пациентов с миелодиспластическим синдромом и острым миелобластным лейкозом.

На базе собственных химико-ферментативных технологий ИБОХ организовано отвечающее требованиям GMP малотоннажное производство наукоемких

фармсубстанций и лекарственных средств – НПЦ «ХимФармСинтез». Его мощности задействованы в области тонкого органического синтеза, реализуя полный цикл: от лабораторных разработок молекул до выпуска и коммерциализации готовых импортозамещающих препаратов – более двух десятков наименований продукции для лечения онкологических заболеваний.

В структуре Отделения химии и наук о Земле функционирует современное фармацевтическое предприятие «АкадемФарм», которое выпускает различные варианты твердых лекарственных форм, включая витамины, биологически активные добавки, препараты сердечно-сосудистого профиля, противоопухолевые и противовирусные средства.

Исследования в Институте физико-органической химии НАН Беларуси (ИФОХ) сосредоточены на разработке методов получения азотистых гетероциклов, металлоорганических соединений и химическом синтезе модифицированных олигонуклеотидов (фрагментов ДНК и РНК). Учеными института созданы новые способы синтеза пятичленных гетероциклов ряда изоксазола и изотиазола, позволяющие целенаправленно и избирательно вводить требуемые фрагменты в заданные сайты молекул, регулируя биологическую активность производных. Синтезированы соединения с фунгицидной и противоопухолевой активностью и усилители действия инсектицидов и применяемых в медицинской практике противоопухолевых препаратов, что в несколько раз уменьшает расход последних, а следовательно, и токсичность. Замещенные изоксазолы и изотиазолы использованы в дизайне и синтезе высокоэффективных металлокомплексных катализаторов для реакций кросс-сочетания в водной и водно-спиртовой среде («зеленая химия»).

Разработаны препаративные электрохимические способы синтеза β -дикетонатов переходных металлов, гомо- и гетеролигандных π -комплексов железа, кобальта и никеля. Показана возможность использования полидентатных пинцетных лигандов иминного и аминного типов в качестве комплексообразователей для извлечения урана и европия из карбонатных и сульфатных сред в областях высоких значений pH. Предложены методы синтеза флуоресцентных красителей и получены фосфорамидитные реагенты, позволяющие вводить флуоресцентные метки в синтетические фрагменты ДНК (для количественных биохимических измерений и диагностики), биоактивные молекулы (для эффективного связывания и взаимодействия с биологическими объектами), функциональные группы (для получения конъюгатов). Разработаны реагенты, позволяющие применять реакцию азид-алкинового циклоприсоединения («клик-химия») для модификации

биомолекул и создавать самоорганизующиеся ДНК-наноструктуры, и не имеющий аналогов в мире способ получения амидофосфитных реагентов с азидной группой (экспериментально подтверждена эффективность их использования для олигонуклеотидного синтеза).

Синтезированы модифицированные дейтерием биомолекулы различных классов, которые обладают эффектом замедления биохимических реакций, приводящих к различным патологиям. Эффект исследован на полиненасыщенных жирных кислотах, что является новой платформой для создания лекарственных препаратов, эффективных в терапии нейродегенеративных заболеваний, и средств, замедляющих биологическое старение организма.

Современная химия предстает перед нами как многогранная и разветвленная система знаний, для которой характерно интенсивное развитие и проникновение во все сферы жизнедеятельности человека

Технологии выделения аминокислот фармацевтического качества из культуральных сред методом ионообменной экстракции, разработанные в ИФОХ, стали базовыми для выпуска препаратов различного назначения («Тавамин», «Лейцин», «Таурин» и др.). Синтезирован ряд физиологически активных пептидов и их производных, субстанций класса аминокислот, отработаны методы синтеза ацильных производных аминокислот, дипептидов. Освоен выпуск оригинальных фармсубстанций (глицилглицин, N-ацетил-L-глутамин, L-аргинин сукцинат и др.). В РУП «Белмедпрепараты» на их основе организовано производство лекарственных средств различного назначения – алендроновой кислоты (лечение остеопорозов и профилактика переломов), Бемитона (повышение работоспособности), Валикара (антиастеническое средство) и др.

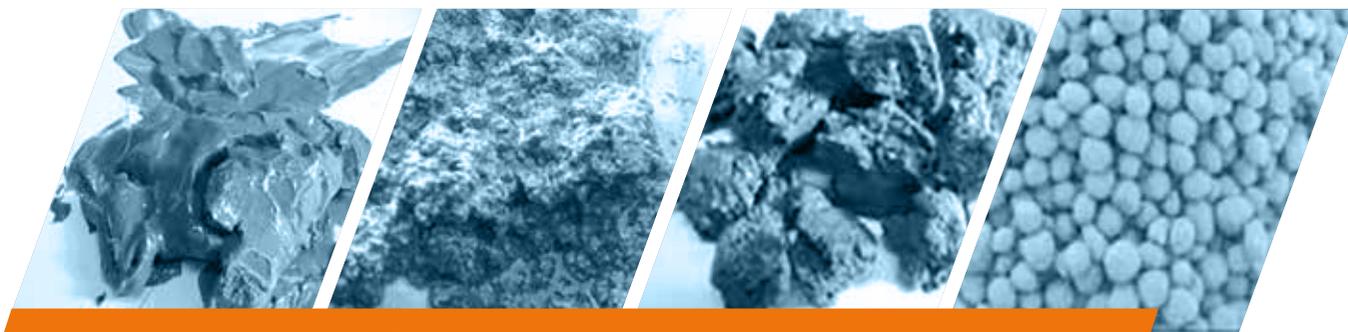
Учеными-химиками найдены высокотехнологичные методы получения соединений ряда микроэлементов (железо, кобальт, марганец, медь, цинк,

хром) в виде наноразмерных частиц и способы стабилизации их водных дисперсий химически модифицированными природными полисахаридами, установлена высокая эффективность в растениеводстве композиций типа «Наноплант». В настоящее время Наноплант испытан, зарегистрирован и разрешен к применению практически на всех выращиваемых в Беларуси культурах. Его промышленное производство организовано в масштабах, полностью обеспечивающих реальные потребности страны и возможность поставок на экспорт.

Исследования мирового уровня ведутся в области мембранных технологий и их использования для очистки воды и воздуха. Так, в ИФОХ впервые разработан теоретический подход, позволяющий получить информацию о состоянии молекул воды и ионов в пространственных полиэлектролитах. Он основан на совместном применении неэмпирических квантово-химических расчетов структуры и электронного состояния представительных фрагментов этих полимеров и термодинамической модели преобладающих гидратов

для количественного описания и визуализации атомарного строения ионита, состояния протона, ионов лития, натрия, калия, рубидия и цезия в оводненной фазе ионита, а также высокоточного расчета макроскопических свойств этих материалов с помощью выведенных уравнений модели. Полученные результаты, во-первых, объяснили причину разделения ионов щелочных металлов на «структурообразующие» и «структуроразрушающие» подгруппы с переходом между ионами натрия и калия (что весьма важно, так как это различие разделяет весь биологический мир на животный и растительный), во-вторых, они используются для априорной оценки сорбционных свойств волокнистых ионитов в процессах очистки воздуха от химических загрязнений кислотного и щелочного характера.

Разработаны способы химической и радиационно-химической модификации волокон, что привело к получению волокнистых аналогов ионитных смол всех основных типов. Освоены технологии



промышленного синтеза и налажено производство ионитных волокон ФИБАН, которые используются в процессах очистки вентиляционных выбросов и воздуха предприятий от газов кислотного и основного характера (аммиак, двуокись серы, фтористый водород и др.) и для очистки воды от ионных (в том числе органических) примесей. Для нужд энергетики созданы катализаторы, обеспечивающие полное обескислороживание (дезоксигенацию) воды. Разработаны волокна для извлечения из воздушных сред химически активных газовых примесей (сероводород, окислы азота), не удаляемых по механизму ионного обмена, а также новые материалы на основе ионитных волокон и неорганических реагентов для глубокой очистки технологического воздуха предприятий от газовых примесей низкой концентрации (1 мкг/м³). Промышленные газоочистные аппараты фильтрационного и контактного типов нашли широкое применение на отечественных предприятиях и поставляются за рубеж.

Учреждения Отделения работают в различных областях современной химической науки, включая органический синтез и создание новых соединений и материалов, полимерную химию, структурную химию биополимеров, неорганическую и коллоидную, биоорганическую химию

В Институте общей и неорганической химии НАН Беларуси (ИОНХ) получены керамические мембраны, адсорбенты и каталитически активные материалы с заданной структурно-фазовой организацией и химическим составом поверхности для водоочистки на основе природных силикатов и карбонатов. Их преимущество – в отсутствии необходимости применения химреагентов и в возможности селективного извлечения загрязняющих веществ из воды без изменения ее химического состава. Организовано производство установок очистки водных сред от коллоидных и механических примесей, соединений железа и марганца, ионов тяжелых металлов, радионуклидов ⁸⁵Sr, ⁹⁰Sr и ⁶⁰Co.

Одно из основных направлений деятельности ИБОХ – изучение структуры и функции сложных мембранных белков, в частности компонентов цитохром-Р450-зависимых ферментных систем человека. Такие системы выполняют важнейшую роль в организме, участвуя в биосинтезе практически всех низкомолекулярных биорегуляторов (стероидные гормоны, жирные кислоты, лейкотриены, производные витамина D₃ и эйкозаноиды). Исследования в сфере структурной химии белков

позволили институту войти в международную элиту организаций, работающих в этой области, выяснить молекулярные механизмы многих биологических процессов и в значительной степени ускорить создание нового поколения лекарственных средств, идентификацию новых мишеней лекарств для терапии тяжелых заболеваний, а также персонализацию лечения с учетом индивидуальных особенностей пациентов.

В ИБОХ образована уникальная школа по изучению структуры и функции цитохромов Р450 и других компонентов монооксигеназных систем. Она активно занимается поиском новых биологически активных соединений, усовершенствованием структуры уже известных препаратов, разъяснением механизмов лекарственных взаимодействий в организме человека, наследственно обусловленных патологий. Впервые в мире разрешена пространственная структура ряда цитохромов Р450, что открывает возможность компьютерного моделирования и дизайна новых лекарств. Цитохромы Р450 человека и патогенов – ценные молекулярные мишени при создании современных препаратов. Понимание структурно-функциональных взаимосвязей, характерных для этой группы ферментов, приведет к конструированию новых форм белков, обладающих заданной специфичностью и активностью. Модификации этих ферментов будут использованы в метаболической инженерии для получения ценных штаммов микроорганизмов, синтезирующих вещества с высокой биологической активностью, труднодоступные с точки зрения современного органического синтеза.

Серьезные исследования в области неорганической химии выполняются в ИОНХ. На протяжении ряда лет сотрудниками института разрабатываются коллоидно-химические основы технологических процессов, базирующихся на применении поверхностно-активных веществ, регулирующих межфазные взаимодействия в коллоидных системах. С помощью установленных закономерностей мицеллообразования высших алифатических аминов и их устойчивости в растворах электролитов в присутствии различных добавок аргументированы оптимальные условия их адсорбции и гидрофобизирующего действия на поверхности солевых и глинистых минералов.

Оптимизированы процессы формирования конденсационно-кристаллизационных структур в дисперсиях солей, положенные в основу технологий переработки полиминеральных калийных и фосфатных руд, конверсионных методов получения сульфата калия, обогащения сивьвинитовых руд и повышения качества минеральных удобрений. Разработаны новые реагентные режимы флотации

мелкозернистого хлорида калия с использованием комплексного собирателя, который за счет увеличения адсорбции амина на крупных зернах сильвина повышает степень извлечения KCl; предложен состав реагента из неорганических солей и водорастворимых полимеров, позволяющий получать агломераты мелкодисперсного флотационного хлорида калия высокого качества. Применение новых режимов и реагентов, антислеживателей, пылеподавителей повысило селективность процесса флотации на ОАО «Беларуськалий», снизив расход аминов, улучшив физико-механические и агрохимические свойства калийных удобрений и обеспечив высокую конкурентоспособность продукции, помогая отечественному производителю прочно закрепиться на мировом рынке в тройке крупнейших экспортеров калийных удобрений. Кроме того, на основе этих результатов выполнен ряд зарубежных контрактов по созданию комплексной технологии переработки полиминеральных калийных руд.

Установлены закономерности воздействия водорастворимых полимеров на физико-химические свойства и устойчивость солевых дисперсий глины, учитывающие послую адсорбцию полимеров, взаимодействие их молекул в солевых растворах и на поверхности глинистых частиц, гелеобразование полимеров в бинарных системах и обуславливающие взаимосвязь между адсорбцией, флокуляцией, фазовым разделением и структурообразованием в глинисто-солевых дисперсиях. Обнаружено значительное снижение вязкости солевых растворов анионных сополимеров акриламида по сравнению с водным раствором для полиэлектролитов при увеличении содержания анионных групп от 20 до 40%. На основе полученных данных разработана комплексная технология переработки глиносодержащих отходов калийной промышленности, включающая стадию обезвоживания и последующее гранулирование глинисто-солевой дисперсии.

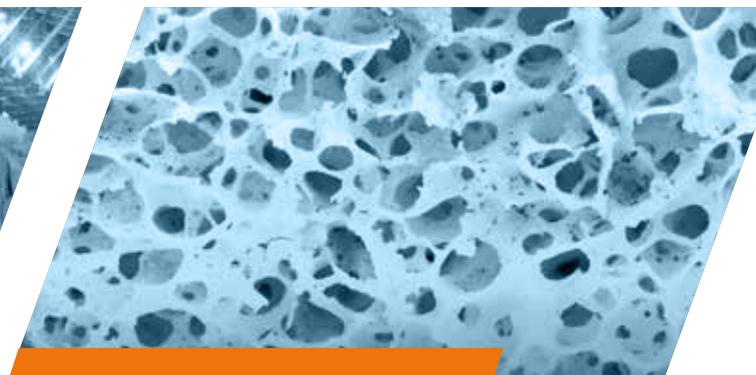
Исследование коллоидно-химических свойств катионных битумных эмульсий, процессов структурообразования в них при содержании поверхностно-активных

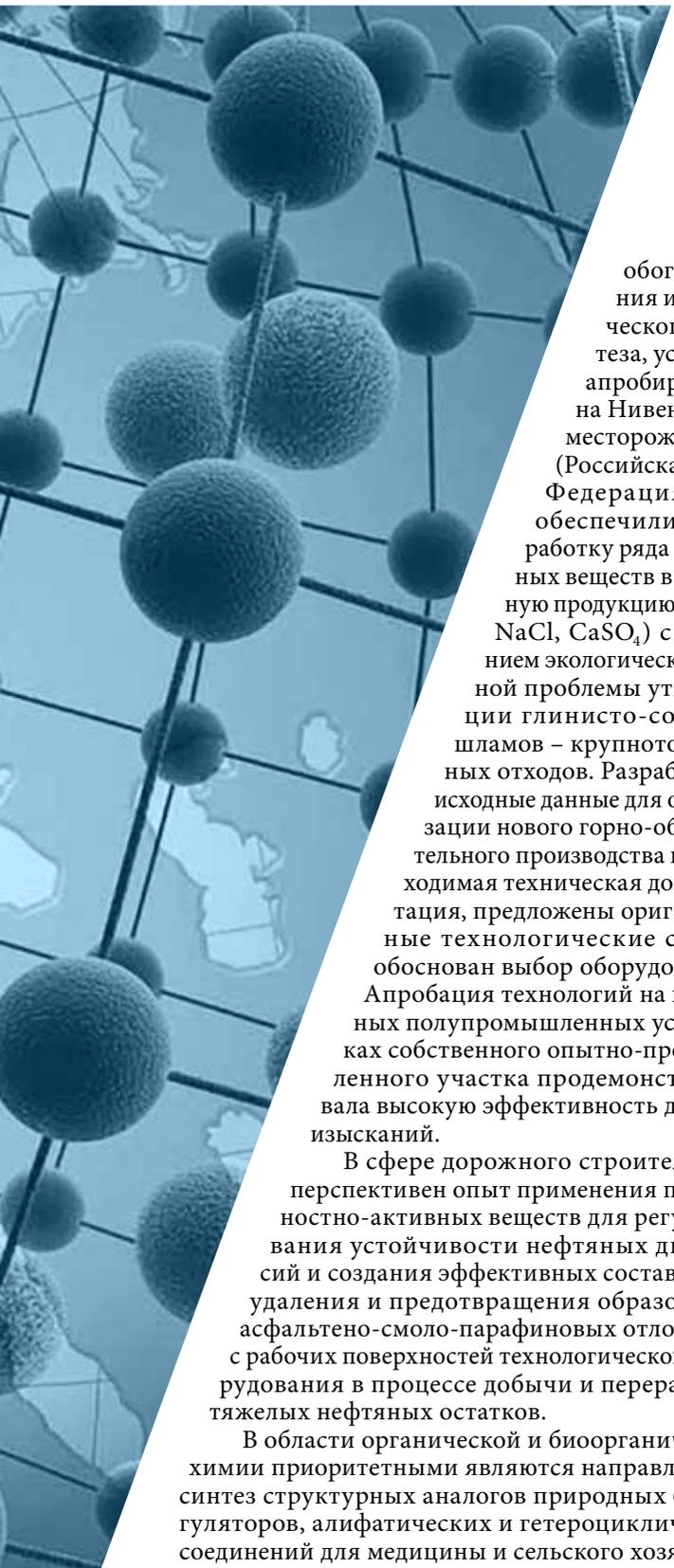
веществ и природных минералов позволило изобрести новые эффективные эмульгаторы для получения широкого спектра продукции. Созданные технологии поверхностной обработки дорожных покрытий с использованием катионных битумных эмульсий, изготовления и применения гравийно-эмульсионных и холодных складированных эмульсионно-минеральных смесей для ямочного ремонта успешно внедрены в строительную отрасль республики.

В ИОНХ разработан и освоен в производстве метод получения нанокристаллического гидроксипатита – синтетического аналога неорганической составляющей костной ткани. Показана его высокая иммунная совместимость, обуславливающая перспективность для регенерации костной ткани с использованием стволовых клеток, в биосовместимых покрытиях для имплантов офтальмологического и стоматологического назначения, а также в качестве основы медпрепаратов, содержащих кальций и фосфор. Создана технология синтеза субстанции и лекарств из гидроксипатита, после расширенных клинических испытаний этот препарат внедрен на ОАО «Белмедпрепараты». Гидроксипатит использован при краниопластических операциях с применением титановых пластин с биоактивными покрытиями и при изготовлении офтальмологических имплантатов. Наноструктурный диоксид титана и биоактивные нанокристаллические фосфаты кальция перспективны для изготовления остеоиндуктивных покрытий на хирургических и стоматологических имплантатах.

В ожидании новых открытий

Анализ состояния мировой химической науки подтверждает вывод о том, что она выдвигается на передовые позиции в развитии экономики и общества в целом. В этой связи в области неорганической химии и химии минеральных удобрений приоритетна дальнейшая реализация научных заделов ИОНХ НАН Беларуси по новым комплексным технологиям освоения полиминеральных калийных руд. Эти технологии, включающие процессы флотационного





обогащения и химического синтеза, успешно апробированы на Нивенском месторождении (Российская Федерация), где обеспечили переработку ряда побочных веществ в товарную продукцию ($MgCl$, $NaCl$, $CaSO_4$) с решением экологически важной проблемы утилизации глинисто-солевых шламов – крупнотоннажных отходов. Разработаны исходные данные для организации нового горно-обогатительного производства и необходимая техническая документация, предложены оригинальные технологические схемы, обоснован выбор оборудования. Апробация технологий на пилотных полупромышленных установках собственного опытно-промышленного участка продемонстрировала высокую эффективность данных изысканий.

В сфере дорожного строительства перспективен опыт применения поверхностно-активных веществ для регулирования устойчивости нефтяных дисперсий и создания эффективных составов для удаления и предотвращения образования асфальтено-смоло-парафиновых отложений с рабочих поверхностей технологического оборудования в процессе добычи и переработки тяжелых нефтяных остатков.

В области органической и биоорганической химии приоритетными являются направленный синтез структурных аналогов природных биорегуляторов, алифатических и гетероциклических соединений для медицины и сельского хозяйства,

компьютерный дизайн для конструирования лигандов белков и рецепторов, обладающих высоким сродством к целевым структурам. Значительный интерес представляет синтез реагентов и разработка экспериментальных подходов для получения супрамолекулярных органических наноструктур. Важное направление деятельности – ускоренное развитие фармацевтической химии, позволяющей формировать новые технологии генерирования фармобъектов.

В области мембранных технологий в числе передовых – создание и совершенствование малотоннажных специализированных полимерных материалов (композитные мембраны для ультра- и нанофильтрации, газоразделения, первапорации, стабилизаторы эмульсий и суспензий, высокоселективные сорбенты, катализаторы газохимических процессов) и разработка эффективных технологических схем разделения и очистки газов и жидкостей с использованием гибридных мембранных процессов.

По-прежнему в высшей степени актуальны и перспективны установление структуры и функции важнейших биополимеров организма человека, создание эффективных систем синтеза рекомбинантных белков, изучение этих белков и компьютерный скрининг для поиска оптимальных лигандов – прототипов лекарственных средств нового поколения. Конструирование рекомбинантных белков, сохраняющих свои физиологические функции (например, селективно взаимодействовать с мишенью или рецептором), открывает перспективы создания современных биофармацевтических препаратов.

Реальным блокбастером на фармрынке стал препарат «Кейтруда» – моноклональное антитело, блокирующее рецептор программируемой смерти (PD-1). Он показал эффективность при лечении рака кожи (меланомы). Блокировка PD-1 антителом значительно стимулирует противоопухолевую реакцию иммунной системы организма. Следовательно, кейтруда способствует уничтожению злокачественно перерожденных клеток за счет собственного иммунитета, не повреждая при этом здоровые ткани. Рынок препарата исчисляется миллиардами долларов.

Крайне многообещающими направлениями в данной области являются новые подходы к скринингу лигандов цитохром-P450-зависимых монооксигеназ для первичного отбора перспективных структур; структурные исследования наиболее актуальных молекулярных мишеней среди цитохромов P450 человека и патогенов; поиск альтернативных (посттранскрипционных) способов регуляции активности цитохром-P450-зависимых монооксигеназ с целью мобилизации метаболического потенциала организма.

Таким образом, в настоящем столетии мы ожидаем новых ошеломляющих открытий в области химии. ■

Перспективы биологических исследований



Михаил Никифоров,

академик-секретарь
Отделения биологических наук
НАН Беларуси,
академик

Основная линия развития современной биологической науки определяется актуальными задачами, стоящими перед человечеством, важнейшими среди которых являются обеспечение здоровья людей, решение продовольственных проблем, сохранение живой природы, ее биоразнообразия. Успехи на этом поприще в наши дни во многом обуславливаются мультидисциплинарностью – объединением усилий представителей различных направлений, от классического естествознания (биологии, химии, физики, математики) до инженерной науки, а также широким применением передовых методов молекулярной биологии, биофизики, генетики, микробиологии и др.

Научные идеи для жизни

Начало XXI столетия отмечено крупными достижениями в области наук о жизни, открывающими новую эру не только в понимании молекулярных механизмов функционирования живых организмов, но и в создании новых инструментов, средств и технологий «починки» и усовершенствования биологических систем.

Благодаря развитию технологий секвенирования нового поколения (NGS – next-generation sequencing), появлению полногеномных секваторов высокого класса и разработке программного обеспечения для анализа больших массивов данных

в 2003 г. был полностью секвенирован геном человека. Информация, полученная в результате выполнения проекта «Человеческий геном», имеет решающее значение как для понимания устройства и функционирования на молекулярном уровне человеческого тела, так и для создания современных лекарств.

В это же время вследствие широкого использования молекулярной биологии и генной инженерии разработан революционный метод «редактирования» генома – целенаправленного внесения изменений в ДНК при помощи так называемого CRISP/Cas-механизма. В перспективе такая процедура поможет решить проблему генетических заболеваний, наделять человека улучшенными биологическими





характеристиками, заменяя «неправильный» ген на «правильный», работоспособный уже на стадии эмбриона. Таким образом, CRISP/Cas-технология открывает новую главу в персонализированной медицине.

В 2010 г. учеными из Института Крейга Вентера (США) сконструирована первая синтетическая бактериальная клетка, несущая полностью синтетическую хромосому с функционально активным

геномом. Встроенная в лишенную собственного генетического материала клетку, такая хромосома оказалась способной функционировать и делиться в соответствии с информацией, закодированной в ДНК. Новая технология дает возможность с помощью искусственного генома быстро – в течение дней и даже часов, а не месяцев и лет, как ранее, – производить «под заказ» вакцины, пищевые продукты, биотопливо и др. Примером успеха биоинженерных подходов в фармацевтической промышленности является создание эффективных рекомбинантных вакцин против вирусов Зика и лихорадки Эбола – болезней, грозивших вызвать масштабные эпидемии. Удачное применение вакцины против Эболы позволило представителям ВОЗ летом 2015 г. сделать заявление, что впервые за 40 лет (от момента открытия этого вируса) правила игры поменялись в пользу человека.

Следующим важным шагом в разработке вакцин нового типа против глобальных вирусов (гепатита С, лихорадки денге, тропической лихорадки, японского энцефалита и практически всех флавивирусов, поражающих миллионы людей во всем мире) может стать использование фундаментальных знаний о молекулярной природе вирусов и клеток-киллеров иммунной системы – открытие, что НК-клетки иммунной системы способны связывать и дезактивировать важнейший «рабочий» белок этих инфекционных агентов – NS3-геликазу. Тем самым будет «вскрыта оборона» летальных вирусов.

Стремительно развивающимся направлением современной биологии являются биомедицинские клеточные технологии. Обнаружение способа возвращения дифференцированных клеток в плюрипотентное состояние (когда они могут дифференцироваться во все типы клеток, кроме клеток внезародышевых органов – плаценты и желточного мешка) посредством эпигенетического перепрограммирования проложило путь к решению этической проблемы – получению стволовых клеток без использования эмбрионов. Успехи в данной области, в том числе с человеческими клетками, закладывают основу ожидаемых скорых прорывов в терапии рака, регенеративной медицине, включая клонирование органов и живых тканей, которые не будут отторгаться организмом при трансплантации.

К важнейшим достижениям на стыке фундаментальной и прикладной инженерной науки следует отнести изобретение анализатора дыхания со встроенным наночипом NaNose, способного «вынюхать» злокачественную опухоль в легких с 90-процентной точностью на стадии, когда другими средствами раковый узелок не заметить. В скором времени ожидается появление анализаторов, определяющих по запаху и другие виды рака. В 2016 г. специалистами

американской компании Abiomed создано первое в мире полностью автономное постоянное искусственное сердце AbioCor для имплантации пациентам, у которых лечение собственного сердца или пересадка донорского невозможны.

Среди достижений в области бионики – биомеханические устройства и протезы, контролируемые усилием мысли. Американец Зак Вотер испытал бионический ножной протез, поднявшись по лестнице на 103-й этаж небоскреба в Чикаго. В 2013 г. появились первые опытные образцы «умных» протезов с обратной связью (эмуляцией осязательных ощущений), позволяющей человеку чувствовать то, что «ощущает» протез. Также созданы устройства, управляемые только через мысленный интерфейс (иногда с инвазивными контактами, но чаще это похоже на головной обруч с сухим электродом), – компьютерные игры и тренажеры, манипуляторы, транспорт и пр. Начиная с 2010 г. несколько исследовательских групп из США, Франции и Германии научились записывать в мозг мышей ложные воспоминания, стирать реальные, превращать приятные в неприятные.

Основная линия развития современной биологической науки – обеспечение здоровья людей, решение продовольственных проблем, сохранение живой природы, ее биоразнообразия

Кратким перечнем важнейших достижений биологии последних лет может служить перечисление Нобелевских премий в номинации «физиология и медицина»: в 2010 г. – за технологию искусственного оплодотворения *in vitro* (Р. Эдвардс, Великобритания); в 2011 г. – за изучение механизмов активации врожденного иммунитета (Ж. Офман, Франция; Б. Бетлер, США) и за открытие дендритных клеток и изучение их значения для приобретенного иммунитета (Р. Стайнман, США); в 2012 г. – за работы в области стволовых клеток (С. Яманака, Япония; Д. Гёрдон, Великобритания); в 2013 г. – за открытие механизмов регуляции везикулярного транспорта – основной транспортной системы клеток (Д. Ротман и Р. Шекман, США; Т. Зюдхоф, Германия); в 2014 г. – за открытие нейронов, составляющих систему позиционирования в головном мозге (Дж. О’Киф, США; М. и Э. Мозер, Норвегия); в 2015 г. – за исследования в сфере терапии заболеваний, вызванных паразитическими круглыми червями (У. Кэмпбелл, США и С. Омура, Япония), и за открытие новых методов лечения малярии (Ту Юю, КНР); в 2016 г. – за открытие механизмов аутофагии (Ё. Осуми, Япония); в 2017 г. – за открытие и исследование молекулярных механизмов, управляющих циркадными ритмами – внутренними часами, которые регулируют у животных

физиологические циклы отдыха и бодрствования, температуры, мышечной активности, внимания и т.д. (Дж. Холл, М. Росбаш и М. Янг, США). Эти и другие подобные разработки и прорывные технологии свидетельствуют о высоком потенциале и темпах прогресса биологической науки.

Отечественные разработки ученых-биологов

В нашей стране фундаментальные исследования в области биофизики, молекулярной и клеточной биологии, геномики растений, животных и микроорганизмов, микробных биотехнологий, а также разработки в сфере нано- и биотехнологий относятся к приоритетным направлениям развития науки и техники.

В соответствии с мировыми тенденциями в Институте биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси проводятся изыскания, нацеленные на формирование фундаментальных основ восстановительной терапии с использованием стволовых клеток и принципиально новых медицинских клеточных технологий при лечении ряда заболеваний человека. Учеными отшлифованы методы получения и наращивания биомассы мезенхимальных стволовых клеток с высокой жизнеспособностью из различных источников – костного мозга, жировой ткани, кожи, обонятельного эпителия, технологии их индуцированной дифференцировки (в хондро-, остео-, нейро-, гепато- и кардиомиогенном направлениях), создания клеточных биопрепаратов на двух- и трехмерных носителях, методы контроля качества клеточных культур.

Учеными-биофизиками ведутся исследования в области нанобиологии для формирования фундаментальных основ персонализированной наномедицины. Предложен способ доставки с помощью синтетических наноматериалов – дендримеров – в клетки нервной ткани генетического материала – малых интерференционных РНК (миРНК) с целью сверхпродукции в них нейротрофного фактора, стимулирующего восстановление периферического нерва, что весьма актуально при лечении различных нейродегенеративных заболеваний. Разработанные методы транспортировки лекарств будут использованы и в генетической терапии злокачественных новообразований, ВИЧ-1, для связывания эндогенных и экзогенных токсинов и др. Установлены новые фармакологические мишени для создания перспективных соединений направленного действия для лечения ряда патологий головного мозга при сахарном диабете. Впервые показано: кетоновые тела, образующиеся из жиров при увеличении их содержания в пище, ингибируют эндцитоз в нейронах головного мозга, что ведет к снижению частоты судорог при эпилепсии. Результаты

данных изысканий закладывают фундаментальную основу для разработки специального питания, которое может применяться для лечения и профилактики эпилепсии и болезни Альцгеймера.

Исследования в области геномики и геномных биотехнологий, проводимые в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси, стали основой для развития «медицины 4П» – партнерской, прогностической, профилактической и персонализированной. С этой целью учеными создана фармакогенетическая панель для кардиологии, предусматривающая генетическое тестирование пациентов на чувствительность к препаратам, применяемым при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, что позволяет корректировать дозы лекарств и составлять индивидуальные схемы терапии. Разработаны технологии ДНК-тестирования предрасположенности к развитию более двух десят-

В интересах развития отечественного спорта высоких достижений учеными-генетиками сформированы фундаментальные основы программ отбора и системы молекулярно-генетического тестирования спортсменов. Создана Программа индивидуализации тренировочного процесса, включающая разработку генетических паспортов: начинающих спортсменов – для выбора специализации (циклические, скоростно-силовые, игровые или сложнокоординационные виды спорта), в которой атлет потенциально может достигнуть более высоких результатов; профессиональных спортсменов – для выявления неблагоприятных вариантов генов (в том числе вызывающих развитие патологий, связанных с высокими физическими и психологическими нагрузками); элитных спортсменов – по оценке уровней экспрессии генов, ассоциированных со спортивной успешностью, что позволяет корректировать тренировочный процесс для предупреждения возникновения перетренированности.

В Институте микробиологии НАН Беларуси ведутся исследования мирового уровня в области молекулярной биологии микроорганизмов. На практике широко используются технологии конструирования высокоактивных генно-инженерных штаммов микроорганизмов – сверхпроду-

центов биологически активных веществ различной природы, в том числе ряда востребованных ферментов. Сконструирована бесклеточная система синтеза, позволяющая получать биотехнологическим способом хозяйственно ценные белковые продукты; разработана технология наноструктурирования белков, нуклеиновых кислот и их компонентов для адресной доставки и контролируемого высвобождения в клетках-мишенях.

В Институте леса НАН Беларуси проводится полногеномное секвенирование лесообразующих древесных видов. В геномах растений идентифицировано наличие значительного количества генетических элементов, представляющих собой остатки вирусов и вирусоподобных организмов. Установление их влияния на проявление различных признаков и свойств растений позволит разработать инновационные методы улучшения наследственных характеристик деревьев, таких как высокое качество древесины, скорость роста, прирост биомассы, устойчивость к вредителям, болезням и другие важные селекционные признаки. Специализированным Фитопатологическим центром лесных древесных видов Института леса разработана не имеющая аналогов в странах СНГ тест-система для молекулярно-генетической диагностики вирусных заболеваний древесных и кустарниковых растений. С целью сохранения наиболее ценных и устойчивых генотипов

В нашей стране фундаментальные исследования в области биофизики, молекулярной и клеточной биологии, геномики растений, животных и микроорганизмов, микробных биотехнологий, а также разработки в сфере нано- и биотехнологий относятся к приоритетным направлениям развития науки и техники

ков заболеваний человека. Совместно с учеными Минздрава выполнен молекулярно-генетический анализ генов, ассоциированных с синдромом дефицита удовольствия, а именно с функцией дофамина, серотонина и уровнем моноаминов. Основная цель – профилактика и реабилитация эмоциональных нарушений у детей и подростков с избыточной массой тела и ожирением. Разработаны протоколы изучения генов, ассоциированных с ревматоидным артритом у детей, выявлены ДНК-маркеры, определяющие риск развития воспалительных заболеваний суставов, а также предрасположенность и прогноз течения рака мочевого пузыря, что позволит обеспечить индивидуализацию лечебного подхода и тем самым повысить выживаемость и сохранить качество жизни пациентов. Установлены генетические особенности патогенеза немелкоклеточного рака легкого у жителей Беларуси, проявляющиеся в ассоциации полиморфного варианта rs699947 гена фактора роста эндотелия сосудов и пола пациентов с размером опухоли и агрессивностью течения заболевания. Раскрыты генетические механизмы, детерминирующие снижение минеральной плотности костной ткани, а также генные полиморфизмы, являющиеся маркерами предрасположенности к остеопорозу. Определен спектр мутаций, приводящих к тугоухости в белорусской популяции, и разработана программа диагностики и профилактики наследственных форм данной патологии.

лесных древесных пород разработаны технологии клонирования посадочного материала из уникальных старовозрастных деревьев.

Учеными-биологами активизированы исследования в сфере защиты окружающей среды. В 2015 г. Правительством Республики Беларусь утвержден Национальный план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия на 2016–2020 гг. и обновлена соответствующая Стратегия. Научное обеспечение государственной экологической политики в области сбережения и рациональной эксплуатации растительного и животного мира, природных сообществ и экосистем, научно-техническое сопровождение сохранения и использования биоресурсов как национального достояния осуществляют ученые НПЦ по биоресурсам и Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. Их совместными усилиями в рамках проекта Глобального экологического фонда для сбора научных данных о биоразнообразии в качестве механизма посредничества создан сайт biodiv.by и база данных флоры и фауны нашей республики – потенциальный инструмент для мониторинга и источник информации при принятии управленческих решений в природоохранной сфере. Также разработана Схема национальной экологической сети, включающей 88 объектов общей площадью около 3,47 млн га (16,7% территории страны) и интегрированной в экологическую сеть Европы.

В НПЦ по биоресурсам разработана уникальная технология по восстановлению торфяников на основе интегрированных подходов к управлению водно-болотными угодьями с учетом принципа многоцелевого ландшафтного планирования для получения многосторонних экологических выгод. Это содействует возобновлению гидрорежима торфяников, вышедших из эксплуатации в лесном и сельском хозяйстве, положительно сказывается на сохранении биоразнообразия, снижает выбросы парниковых газов и т.д. На базе проведенных экологических исследований разработаны Национальная стратегия и Схема рационального использования торфяных месторождений и охраны торфяных болот на период до 2030 г., регулирующие освоение торфяных болот с учетом баланса экологических и экономических интересов и направленные на соблюдение международных экологических конвенций, подписанных республикой.

Учеными-ихтиологами НПЦ по биоресурсам подготовлен комплекс рыбоводно-мелиоративных мероприятий по восстановлению нерестилищ для повышения эффективности естественного воспроизводства ценных в промышленном отношении видов рыб (сазан, щука, лещ, язь и др.) в водоемах бассейна реки Припять, что способствует развитию рыболовно-экологического туризма и позволяет дополнительно увеличить промысловый вылов рыбы.



Положительной тенденцией и своеобразным прорывом в деле сохранения биоразнообразия является развитие в республике рынка экосистемных услуг и разработка более совершенных методов расчета компенсационных выплат за ущерб, наносимый животному и растительному миру при строительстве и осуществлении экономической деятельности.

К наиболее значимым результатам Отделения биологических наук следует отнести создание и внедрение в ряд отраслей экономики (в сельское хозяйство, пищевую, легкую, фармацевтическую промышленность, здравоохранение и др.) новых биотехнологий. В ассортименте выпускаемой продукции для промышленности – сухие и замороженные бакконцентраты, ферментные препараты, органические кислоты, крахмал и его модифицированные формы, дизельное биотопливо, биогаз. Для растениеводства разработаны технологии маркер-ассоциированной селекции сельскохозяйственных растений. Подобраны панели ДНК-маркеров, охватывающие различные области генома, позволяющие определять сортовые принадлежность и чистоту семян, оценивать генетическую новизну сортов, линий и гибридов, улучшить систему их патентования. В практику животноводства внедрены технологии генетической паспортизации племенных животных с целью подтверждения их происхождения; ДНК-тестирования крупного рогатого скота по генам, ассоциированным с развитием ряда наследственных заболеваний; выявления предпочтительных генотипов свиньи домашней для повышения плодовитости, мясных и откормочных качеств; генотипов КРС для селекции на молочную продуктивность, содержание жира и белка в молоке.

Разработаны и внедрены в производство конкурентоспособные технологии получения экологически безопасных биопрепаратов фитозащитного и ростстимулирующего действия, в том числе с комплексной активностью, а также оригинальные импортозамещающие технологии создания пробиотических препаратов для ветеринарии и кормопроизводства с антимикробной, ферментативной, иммуностимулирующей, антиоксидантной активностями – альтернатива антибиотикам ветеринарного и кормового

назначения. Согласно проведенному мониторингу, в стране за 2012–2016 гг. произведено различных видов биотехнологической продукции на сумму свыше 3 млрд долл.

Предпосылки успеха

Локомотивом формирования конкурентоспособного биотехнологического сектора в республике является Национальная академия наук. Здесь разработаны Концепция развития фармацевтической и биотехнологической промышленности на 2011–2015 гг. и на период до 2020 г., План развития биотехнологической отрасли на 2012–2015 гг. и на период до 2020 г., осуществляется мониторинг их реализации. НАН Беларуси – неизменный координатор государственных программ различного уровня, играющих ведущую роль в прогрессе отечественной биотехнологии. Программы решают актуальные для страны задачи по созданию новых видов биотехнологической продукции, сокращению ее импорта и повышению экспортного потенциала, развитию ресурсной и производственной базы, устранению зависимости от цен на привозное сырье и энергоносители.

В 2016 г. стартовал очередной цикл государственных программ на ближайшую пятилетку с мероприятиями по реализации приоритетных направлений научной и научно-технической деятельности. Важное место среди них по-прежнему принадлежит биологическим исследованиям. Что нового будет создано учеными-биологами в ближайшем будущем? Задачи первостепенной важности – расширение работ по новым для страны перспективным сферам: геномике долголетия, нутригеномике, редактированию геномов, баркодингу, биоинформатике; генетической и метаболической инженерии микроорганизмов – продуцентов ферментов, аминокислот, витаминов, токсинов, антибиотиков и других биологически активных соединений. Большое внимание будет уделяться разработке инжиниринговых лекарств: биолекарств, лекарственных средств на основе белково-пептидных субстанций, вакцин, в том числе рекомбинантных, препаратов из стволовых клеток, сложных лекарственных форм (включая системы их целевой доставки);



организации производства различных видов продукции на основе лактоферрина; созданию рекомбинантных ферментов с улучшенными технологическими свойствами, диагностических препаратов для медицины и сельского хозяйства; получению хозяйственно ценных микробных препаратов для биопереработки сельскохозяйственных и промышленных отходов; разработке бакконцентратов нового поколения для молочной промышленности и продуктов функционального питания на основе пробиотических микроорганизмов; развитию биоэнергетики.

Локомотивом формирования конкурентоспособного биотехнологического сектора в республике является Национальная академия наук

В планах исследователей Института биофизики и клеточной инженерии – создание к 2020 г. отечественного тканевого эквивалента кожи человека. «Искусственная кожа», предназначенная для лечения ряда поражений кожного покрова (незаживающих ран, ожогов, пролежней, рубцов, возрастных изменений), будет состоять из дермальных фибробластов и кератиноцитов, иммобилизованных на биодеградируемом 3D-носителе – коллагеновой матрице, что обеспечит высокую биосовместимость клеточного продукта.

Одно из новых направлений изысканий ученых-микробиологов НАН и Минздрава – изучение изменений микробиоты человека (микробиота – собирательное название микроорганизмов, находящихся в симбиозе с человеком), вызванных рядом заболеваний, а также применением «тяжелых» терапевтических схем (массивные антибиотико-, химиотерапия, облучение), среди которых и радикальный метод – аллогенная трансплантация гемопоэтических стволовых клеток, неизбежно сопровождающаяся множеством осложнений. Ученые уверены, что анализ микробиоты кишечника здоровых детей и пациентов с онкологическими недугами до и после лечения, исследование динамики восстановления кишечного микробиоценоза в посттрансплантационный период позволят разработать эффективные подходы к нормализации микробиологического статуса и предупредить послеоперационные осложнения.

В Институте генетики и цитологии в рамках выполнения программы Союзного государства «ДНК-идентификация» (2017–2022 гг.) создаются инновационные геномные и геногеографические технологии идентификации личности и индивидуальных особенностей человека для применения в криминалистике и медицине. Цель – улучшение качества жизни и повышение уровня безопасности населения.

Будут сделаны шаги по развитию биоэнергетики – важнейшему направлению для страны,

не располагающей большим количеством собственных топливно-энергетических ресурсов. Перспективы отечественной биоэнергетики связаны, прежде всего, с созданием альтернативных видов биотоплива на основе спиртов – биоэтанола и биобутанола, а также биогаза из производственных и сельскохозяйственных отходов. Для повышения эффективности производства жидких и газообразных видов биотоплива в Институте микробиологии разрабатываются биотехнологии нового поколения на основе высокоактивных штаммов-продуцентов микроорганизмов, иммобилизованных на различных носителях.

В Институте экспериментальной ботаники с 2016 г. действует крупномасштабный проект по формированию цифровой карты современной растительности Беларуси по данным дистанционного зондирования Земли. Разработана методика геоботанического картографирования, включающая «цепочку» от получения космического снимка до создания атласов тематических карт. Карты растительности уже составлены для ряда объектов природно-заповедного фонда и других регионов с общей площадью 1614,7 тыс. га, или 7,8% территории Беларуси. Материалы космической съемки применяются для оценки объектов лесопользования, при разработке технологии и программ учета ресурсов растительного мира, мониторинга пожароопасности на торфяных болотах.

К предпосылкам обеспечения высоких результатов и заметных достижений отечественной биологической науки в ближайшей перспективе можно отнести функционирование инновационных структур – кластеров и центров биотехнологического и экологического профилей на базе организаций Отделения биологических наук: Республиканского центра геномных биотехнологий Института генетики и цитологии, Республиканского центра клеточных технологий Института биофизики и клеточной инженерии, Центра аналитических и гено-инженерных исследований Института микробиологии, Фитопатологического центра лесных древесных видов Института леса. Они позволяют в кратчайшие сроки внедрять в практику новые разработки, осуществлять авторский надзор за реализацией научных идей и при необходимости совершенствовать новые технологии и их продукты. Перспективной площадкой для построения цепочки от лабораторных исследований к промышленному производству станет также Национальный научно-технологический парк «БелБиоград». Воплощение в жизнь смелых замыслов ученых-биологов, безусловно, явится мощным импульсом в деле создания принципиально нового поколения высокоценных и безопасных продуктов и технологий для сельского, лесного хозяйства, здравоохранения и охраны окружающей среды. ■

Стратегия развития отечественной медицинской науки



Александр Сукало,
заместитель Председателя
Президиума НАН Беларуси,
академик



Николай Сердюченко,
академик-секретарь
Отделения медицинских наук НАН Беларуси,
член-корреспондент

Развитие отечественной медицинской науки нацелено на реализацию государственной политики в сфере здравоохранения. Приоритетные направления научно-технической деятельности в стране по медицине, фармации, медицинской технике на 2016–2020 гг. утверждены Указом Президента от 22.04.2015 г. №166 и включают трансплантацию органов и тканей; разработку реабилитационных, фармацевтических, а также технологий профилактики, диагностики и лечения заболеваний, медицинских биотехнологий; создание новых лекарственных средств, диагностических препаратов и тест-систем, техники; совершенствование охраны здоровья матери и ребенка, гигиенической оценки и нормирования факторов среды обитания, минимизации рисков.

Инновационное развитие медицины способствует раскрытию потенциальных возможностей организма, включая адаптационные, и в конечном итоге служит залогом безопасности населения. Создаются

фундаментальные знания о функционировании здорового и больного организмов, разрабатываются инновационные технологии профилактики социально значимых заболеваний человека, а также новые материалы и средства для лечения, реабилитации и протезирования (возмещения) утраченных функций, что является резервом повышения качества жизни и снижения уровня заболеваемости населения различных возрастных групп.

Будущее отечественной медицинской науки определяется материально-техническими и кадровыми ресурсами и должно планироваться с учетом мирового вектора проводимых научных работ, таких как молекулярная генетика, протеомика, молекулярная физиология, биоинженерия, клеточные и тканевые технологии, биоинформатика. Они составляют основу биомедицинских исследований и активно развиваются в институтах НАН Беларуси.

В научных организациях Министерства здравоохранения Республики Беларусь разрабатываются

диагностические тест-системы на основе моноклональных антител и рекомбинантных антигенов, тест-системы для определения чувствительности раковых клеток к химиотерапевтическим лекарственным средствам, биомедицинские клеточные продукты для клеточной терапии, широко используются ДНК-технологии, созданы фармацевтические субстанции на основе рекомбинантных белков человека для лечения вирусных и онкологических заболеваний.

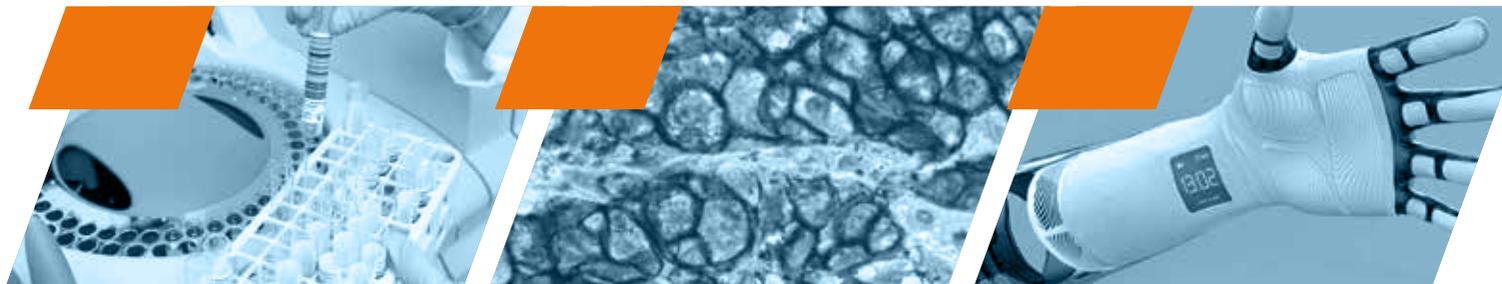
Мировой вектор развития медицинских технологий направлен на создание фундаментальных основ для активного внедрения в практику персонализированной медицины, которая использует методы пациентоориентированного лечебно-диагностического воздействия, основывается на современных генетических, фармацевтических, диагностических и информационно-коммуникационных технологиях и включает досимптоматическую идентификацию предрасположенности к развитию заболевания, разработку комплекса профилактических мер и подбор индивидуальных схем лечения на основе индивидуальных свойств генома, особенностей его реализации и специфики метаболизма у отдельного пациента. Ее основные подходы включают предсказание на основе геномных данных вероятности возникновения заболеваний и разработку индивидуальной схемы профилактики; переход от клинической к персонализированной диагностике болезней и тактике лечения пациентов с учетом биомаркеров различной молекулярной природы. В этой сфере разработаны технологии для эффективного клинического геномного тестирования, что позволяет индивидуально прогнозировать риск некоторых форм заболеваний, рекомендовать профилактические мероприятия, назначать лечение для сохранения качества жизни и трудоспособности.

Передовые позиции занимают нейропротезирование с использованием бионического протеза, искусственной сетчатки, кохлеарного импланта, 3D-биопринтинг органов и тканей для создания протезов и их пересадки; биоинженерия с использованием клеточных, нанотехнологий и молекулярной биологии, создание новых материалов (пластиковых аналогов гипса) для лечения переломов, биорассасывающихся стентов для расширения коронарной

артерии при ее закупорке, искусственных клапанов сердца и кровеносных сосудов, обладающих более высокой степенью совместимости и долговечности. Среди мировых разработок стоит назвать молекулярное профилирование биологических жидкостей (жидкая биопсия) с регистрацией признаков раковой ДНК, мультиплексные методики, основанные на применении современных высокопроизводительных технологий (массированного параллельного секвенирования ДНК и РНК и масс-спектрометрического протеомного профилирования); полиорганный трансплантацию и инновационные методы защиты миокарда при кардиохирургических операциях. Большие перспективы открывают беспроводные технологии с регистрацией показателей жизнедеятельности человека и последующей передачей результатов лечащему врачу через Интернет; персонализированная диетотерапия с использованием генодиагностики и биомаркеров наиболее распространенных неинфекционных заболеваний детей и взрослых для снижения количества алиментарно-зависимых патологий; фармакогенетическое тестирование пациентов на основные группы лекарственных средств, использующихся в лечении; топическая диагностика зон повреждения головного мозга у новорожденных высокими информативными визуализирующими методами; мультиплексный скрининг для установления диагноза орфанных болезней.

Для достижения максимальных результатов в медицинской науке необходимы совершенствование уровня фундаментальных и прикладных научных исследований, интеграция в мировое сообщество, формирование системы междисциплинарной научной кооперации по созданию эффективных инновационных технологий персонализированного медсопровождения представителя общества на этапах его жизнедеятельности.

Развитие технологий, разработка новых веществ и материалов могут иметь побочные отрицательные последствия, заключающиеся в негативном химическом, радиационном или физическом воздействии на здоровье человека и состояние экосистем. Минимизация подобных рисков, установление потенциальных источников негативного воздействия на живые организмы, а также поиск средств



повышения их адаптационного потенциала при нахождении в техногенно измененной среде являются актуальными направлениями развития медицинской науки в научных учреждениях Отделения медицинских наук НАН Беларуси. Кроме того, они ориентированы на разработку технологий по фундаментальным направлениям: целевая доставка лекарственных средств, стволовых клеток, наночастиц и конструкций с целью репарации поврежденных органов и тканей или ингибирования патологических процессов; активация защитных систем организма при стрессах, предопухолевых состояниях, бытовой и спортивной гипоксии, гипертермии, снижении физической и умственной работоспособности, ослаблении пластических процессов в нервной ткани; способы прекондиционирования, физиофармакотерапии; долголетие, предупреждение мутаций протоонкогенов; исследование физиологического и лечебного действия физических факторов для укрепления здоровья и сохранения работоспособности. Прикладные работы направлены на научное обоснование и внедрение методов ингибирования роста опухолевых клеток, новых технологий и аппаратуры для сочетанной, персонализированной, домашней и биоуправляемой физиотерапии; создание новых способов предотвращения структурных и функциональных нарушений в организме, включая клеточные и органные технологии, на основе изучения механизмов формирования патологических состояний (в первую очередь гипоксических, ишемических и нейродеструктивных).

Например, в Институте физиологии разрабатываются обладающие новизной мирового уровня технологии сохранения и развития эндогенного потенциала человека в условиях действия современных техногенных и экологических факторов на основании новых знаний о восстановлении нарушенных функций, органов и функциональных систем. Помимо этого ученые решают такие актуальные проблемы, как восстановление структуры и функций патологически измененных органов и тканей, включая репаративный потенциал стволовых клеток; функциональное питание; спорт высших достижений; проведение

доклинических исследований. Одно из перспективных направлений – комплексное использование лекарственных средств и физических лечебных факторов при различных патологических состояниях и социально значимых заболеваниях.

Разработки ученых Института физиологии НАН Беларуси по внедрению новых технологий *in vitro* и *in vivo* с использованием биомедицинских клеточных продуктов и моделированием типовых патологических процессов направлены на предотвращение неблагоприятного воздействия природных и антропогенных поллютантов с целью профилактики социально значимых заболеваний.

Под руководством члена-корреспондента И.В. Залуцкого разработан способ клонирования *in vitro* опухолевых клеток для проведения диагностики клональной гетерогенности образования и определения степени агрессивности опухолевого процесса при оказании высокотехнологичной медицинской помощи. Новые технологии внедрены в РНПЦ неврологии и нейрохирургии в форме инструкций по применению «Метод оценки риска рецидива злокачественного новообразования головного мозга» и «Метод оценки клон-индуцированной чувствительности опухолевых клеток злокачественных новообразований головного мозга к противоопухолевым лекарственным средствам». В перспективе развития этого направления – изучение механизмов опухолеобразования с выделением и определением спектральных характеристик опухолевых и неопухолевых клеток, установлением ультраструктурных особенностей опухолевых стволовых клеток.

Исследования мирового уровня по нейрофизиологическому анализу функций мозга и контролируемых им процессов в норме и при патологии проводятся под руководством академика В.А. Кульчицкого, одного из руководителей Межведомственного исследовательского центра искусственного интеллекта НАН Беларуси. Отечественные нейрофизиологи изучают причины развития таких социально значимых заболеваний, как инсульты, травмы мозга, болезни Альцгеймера, Пика, Паркинсона. Создаются методы контроля процессов формирования нейронных сетей, обеспечивающих





реализацию витальных и когнитивных функций в динамических ситуациях для обеспечения функционирования искусственного интеллекта в сложной внешней среде. Для восстановления поврежденных патологическим процессом нейронных сетей мозга применяются клеточные технологии. Совместно с РНПЦ неврологии и нейрохирургии и БелМАПО разработана методика интраназальной периневральной миграции стволовых клеток при травме головного мозга как альтернатива общепринятым методам их системного и локального введения (внутривенно, внутриартериально, интрацеребрально) для улучшения исхода заболевания и сохранения или восстановления основных функций организма. Совместно с РНПЦ оториноларингологии проводятся исследования по внедрению нового способа выявления дисфункции хеморецепторов, реагирующих на гиперкапнический стимул, который позволит предотвратить фатальную остановку дыхания у пациентов с синдромом обструктивного апноэ во сне.

В отечественных клиниках и санаториях широко применяется уникальное оборудование для физиотерапии, разработанное под руководством академика В.С. Улащика. Использование метода комплексного лечения ряда заболеваний способствует эффективному восстановлению поврежденных функций и организма в целом.

Для обеспечения радиационной безопасности граждан, проживающих на территориях, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, важны анализ и прогноз поведения техногенных радионуклидов, их перехода по пищевым цепям, миграции в воздушном пространстве и водных системах. Зоны отчуждения продолжают быть местами повышенной радиационной опасности и потенциальными источниками загрязнения радиоактивными изотопами прилегающих территорий. Кроме того, долговременные радиоэкологические наблюдения имеют важное фундаментальное значение для раскрытия закономерностей поведения ряда химических элементов, включая трансурановые, в биологическом и биогеохимическом круговоротах. Разработку и развитие информационной системы прогнозирования влияния экологических факторов на здоровье человека выполняют ученые Института радиобиологии НАН Беларуси.

Новые элементы технологий производства нормативно чистой сельскохозяйственной продукции и продовольственного сырья на загрязненных радионуклидами и другими загрязняющими веществами территориях разработаны учеными Института радиологии Минздрава под руководством к.т.н. А.А. Зайцева. Комплекс защитных мероприятий в АПК включает использование адаптированных технологий возделывания сельхозкультур, рекомендации по подбору их видового и сортового состава при конкретных условиях хозяйствования, оптимизации землепользования в сельхозорганизациях и личных подсобных (фермерских) хозяйствах, а также предложения по совершенствованию кормовой базы для обеспечения отрасли животноводства высококачественными кормами. Доказана эффективность внедрения программного обеспечения, позволяющего оптимизировать процесс подбора рационов при использовании кормов с различными уровнями радиоактивного загрязнения для получения животноводческой продукции, а также программного модуля для оценки рисков производства сельхозпродукции с превышением допустимых уровней по содержанию радионуклидов. Эти разработки обладают мировой новизной.

Ученые Института биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси создают наукоемкую продукцию, конкурентоспособную на международном рынке. В перспективе планируется изучать молекулярные механизмы возникновения и развития патологических состояний в организме человека и у животных для разработки и внедрения новых лекарственных средств на основе биологически активных соединений для лечения заболеваний печени, поджелудочной железы, щитовидной железы, сердечно-сосудистой системы, нейродегенеративных поражений центральной нервной системы, алкогольной зависимости и ее последствий. Будут разработаны клеточные технологии для регенерационной терапии, контроля метаболических процессов в организме, способы получения сухих экстрактов биологически активных соединений из растительного сырья для создания новых импортозамещающих биологически активных добавок и лекарственных средств различного действия. Результаты проводимых фундаментальных исследований – основа применения нанотехнологий для



создания биоматериалов с заданными свойствами (микро- и нанокапсулы для транспортировки лекарственных средств, эффекторы и модуляторы биохимических и физиологических процессов).

В Институте радиобиологии НАН Беларуси разработаны и внедрены экспертная система для оценки вторичного радиоактивного загрязнения территории в результате лесных пожаров, мобильное приложение «EcoJournal» для ведения полевых записей при выполнении радиоэкологических исследований, почвоулучшающая добавка «Бокаши ОП» для восстановления почвенного плодородия техногенно нарушенных земель, повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Также под руководством кандидата медицинских наук, доцента И.А. Чешика эффективно проводится оценка степени опасности для систем жизнеобеспечения организма радиационного и других воздействий с обоснованием индивидуальных рекомендаций, включая использование средств коррекции негативных последствий действия электромагнитного излучения на живые организмы. Актуальны IT-решения для мониторинга экологической и радиационной безопасности.

Ряд разработок, выполненных под руководством доктора биологических наук Л.И. Надольник, члена-корреспондента А.Г. Мойсеенка, доктора биологических наук В.У. Буко, доктора биологических наук П.С. Пронько, обладает признаками мировой новизны, а научно обоснованные технологии профилактики социально значимых заболеваний человека, в том числе в условиях действия негативных техногенных и экологических факторов, внедрены в практику.

Создание на базе Института биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси активных соединений, технологий и условий для производства биологически активных субстанций из лекарственных растений в виде сухих порошков и концентратов перспективно при подготовке лекарств, биологически активных добавок, в пищевой и парфюмерно-косметической промышленности. Разработка новых БАДов и лекарственных средств на основе биологически активных соединений актуальна с целью коррекции функциональных нарушений важнейших систем организма человека, наряду с созданием биоматериалов, обладающих заданными свойствами, в том числе микро- и нанокапсул для транспортировки лекарственных средств, манипуляторов и модуляторов биохимических и физиологических процессов.

Новые методы лечения пациентов с воспалительными, посттравматическими повреждениями и дегенеративно-дистрофическими заболеваниями органов опоры и движения разработаны академиком-секретарем отделения медицинских наук Н.С. Сердюченко совместно с Институтом физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси. При этом на практике используются неинвазивные технологии с максимальным

сохранением тканей, и работа выполняется лазерными терапевтическими установками различной модификации, созданными отечественными учеными. Развитие данного научного направления перспективно, поскольку расширяет клиническое использование атравматичных комплексных методов лечения.

Стартовое здоровье при рождении во многом определяет дальнейшее развитие ребенка и качество его жизни. Недоношенность, перинатальные инфекции оказывают неблагоприятное влияние на формирование здоровья детей. Новые технологии протезирования условий внутриутробного развития, диагностики, интенсивной терапии и постнатального ухода новорожденных с очень низкой массой тела для минимизации постнатальных осложнений разработаны кандидатом медицинских наук, доцентом Т.В. Гнедько при научном консультировании академика А.В. Сукало. Методы профилактики патологических состояний перинатального периода широко внедрены в практическую работу организаций здравоохранения. Вместе с тем в связи с увеличением выживаемости глубоко недоношенных детей, необходимостью их длительного выхаживания в условиях стационара, для минимизации рисков их инвалидизации дальнейшее развитие этого научного направления актуально и перспективно с целью формирования здорового трудоспособного поколения. ■

Гуманитарное знание: сохранение национальных духовно-культурных ценностей и государственности



Александр Коваленя,

академик-секретарь
Отделения гуманитарных наук и искусств
НАН Беларуси,
член-корреспондент

Проблема успешного общественного развития с глубокой древности коренится в базовых установках, в системе духовно-культурных ценностей, доминирующих в сознании людей. Сегодня особую актуальность обретает послыл: чтобы быть успешными, необходимо соответствовать быстро изменяющемуся вокруг нас миру. Именно гуманитарная наука обязана помочь людям эффективно и с наименьшими потерями преодолеть негативные последствия современных вызовов. Еще в 1950 г. знаменитый французский философ и антрополог Клод Леви-Стросс завершил одну из своих публикаций фразой, впоследствии ставшей крылатой: «XXI век станет веком социального знания, или его не будет вовсе».

Поверхностный взгляд на современную науку, казалось бы, опровергает эту мысль. Опыт свидетельствует, что наиболее яркие, нашумевшие открытия сделаны не в гуманитарной сфере, а в области математических наук и искусственного интеллекта,

квантовой физики, микробиологии и генной инженерии, аэроавиатики и материаловедения. Но если взглянуть внимательнее, все они имеют непосредственное отношение к социально-производственным процессам, к улучшению качества жизни людей. Современная наука выступает основанием и движущей силой новой социальной формации – общества, основанного на знаниях. Научные разработки радикально меняют характер общественного производства, сознание и самосознание человека.

Наука – не абстрактное познание. Это деятельность, движимая человеческими интересами и потребностями во имя реализации конкретных целей общества, государства, всей цивилизации. Не случайно один из ведущих современных философов, академик Вячеслав Степин фиксирует представление о человекомерных объектах как важнейшую характеристику постнеклассической науки.

Уже в XX в. человечество увидело, что достижения науки стали весомым, определяющим аргументом в геополитическом противостоянии, гонке



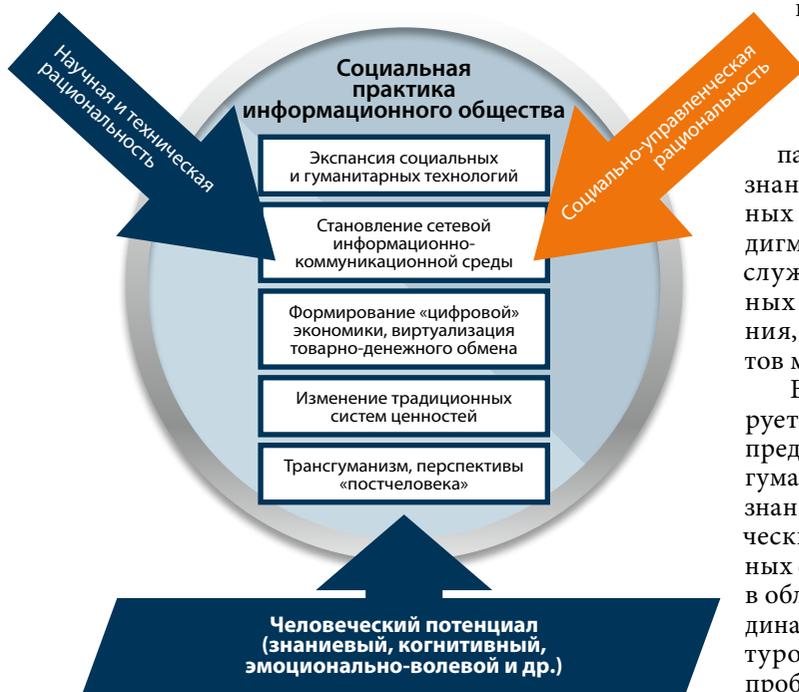
вооружений и информационно-пропагандистских конфликтах. Но они же, будучи носителями универсалий познания, выразителями извечного стремления человека к истине, добру и справедливости, выступают и точками роста прогрессивных форм межкультурного диалога и кооперации. В форме гуманитарных, экологических и культурных инициатив, проектов в сфере зеленой экономики, здравоохранения, развития трансграничных логистических сетей и во множестве других областей способствуют лучшему взаимопониманию между народами, преодолению застарелых противоречий.

Синтез научно-технического и гуманитарного начала в общественной практике порождает специфическую черту современности – стремительно растущий массив социально-гуманитарных технологий, средств управления сознанием и поведением людей, опирающихся на знания о природе интеллекта, психики, деятельности. Все громче говорят о технологической сингулярности – точке на шкале исторического времени, в которой технический прогресс станет самоподдерживаемым без человеческого участия и управления. В работах Фрэнсиса Фукуямы, Брюса Стерлинга и других всемирно известных футурологов обозначены контуры наступающего постчеловеческого будущего – такой социальной и культурной реальности, в которой большинство проявлений телесности и сознания человека будут модифицированы, оптимизированы и поставлены под контроль мощной техносредой.

Как момент наступления таких изменений, так и их последствия было бы трудно предсказать, если опираться только на выводы дисциплин, сводящих жизнь человека и общества к совокупности биологических, технических, логико-алгоритмических систем и моделей. *В контексте технологического развития становится понятно, что важнейшим достоянием культуры является не материальный объект, не художественное произведение, не научная теория – им выступает человек как таковой.* Чем более изощренными становятся технологии «изменения» человека, тем острее стоит вопрос о сохранении коренных атрибутов человечности: свободы, выбора, достоинства, ответственности, а также эстетического, творческого, экзистенциального самоопределения. Чтобы осмыслить эти критерии человечности, дать им реальное воплощение перед лицом практического трансгуманизма и торжествующего машинного интеллекта, требуются все накопленные цивилизацией представления о субъективности, о «духе» и культуре, о его когнитивном и эмоциональном потенциале личности, о воле и креативном начале, о системе ценностей, определяющих человеческое бытие.

Яркий пример этого социально-гуманитарного сдвига в понимании природы и задач современной многомерной науки – Нобелевская премия 2017 г. в области экономических наук, врученная профессору Чикагского университета Ричарду Талеру за исследования в сфере поведенческой экономики. И это не единичный случай. Он стоит в одном ряду с нобелевскими премиями 2002 г. – за исследования в области теории принятия решений, 2010 г. – за изучение поисковых механизмов на рынке, 2014 г. – за анализ феномена рыночной власти. Эти и другие подобные примеры показывают, что науки о человеке и обществе выступают в современном мире в качестве рамочного знания, среды формирования трансдисциплинарных подходов и конвергентных дисциплин в парадигме нано-био-инфо-когнитивного синтеза. Они служат и источником методов экспертизы научных проектов, инициатив социального управления, медийной продукции, явлений и инструментов массовой культуры.

В сложившихся условиях по-новому формулируется запрос на философско-методологические предпосылки синтезного развития науки. Именно гуманитарная наука и ее сердцевина – философское знание – первыми осознали глубокий мировоззренческий смысл и общенаучное значение ряда научных открытий последних десятилетий, в частности в области неравновесных процессов и нелинейной динамики. В рамках философии, социологии и культурологии происходит многомерное осмысление проблем, связанных с развитием информационного



Специфика/возможности

Сохраняется специфика познавательного, нравственного, эмоционально-волевого отношения к миру
Актуализируются критерии человеческого достоинства и уникальности в условиях стремительного роста техносферы
Складываются новые возможности для самореализации в рамках цифровой экономики, инновационных форм трудового участия
Гуманитарная культура (культура мышления) становится важнейшим фактором идентификации, превосходящим этнический, вероисповедный, языковой и другие факторы

**ЧЕЛОВЕК
И ГУМАНИТАРНАЯ КУЛЬТУРА
В УСЛОВИЯХ
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО
ОБЩЕСТВА**

Риски и вызовы

Формируются новые коммуникативные и креативные компетенции, связанные с жизнью в условиях высокотехнологичного общества
Технологические модификации телесности и создания задают новые рамки понимания феномена человека
Формируются социально опасные явления «цифрового неравенства», новые угрозы в сфере информационной и духовной безопасности
Возрастают риски размывания традиционной культурно-языковой идентичности, утраты преемственности в духовно-культурной традиции

общества, формированием сетевого типа социальных отношений и солидарности, перемещением ряда функций публичного управления, мобилизации и агитации в сетевое пространство. Ожидают своего социально-гуманитарного осмысления феномен нарождающейся цифровой экономики, развитие технологии блокчейн, эксперименты по модификации генома человека и животного, создание электронных имплантов и многие другие новации, придающие динамику отношениям в треугольнике «люди – техника – природа».

В жизни современного общества неизмеримо возросла роль экологических ценностей. Их освоение должно опираться как на внедрение природо-безопасных технологий и мер ресурсосбережения, так и на социальные программы, направленные на преобразование менталитета граждан, выработку морально-экологического императива. Такой подход будет способствовать преодолению негативных сторон индустриальной глобализации, нивелированию последствий общества потребления.

Помимо междисциплинарного смысла гуманитарное знание, безусловно, сохраняет и свою собственную значимость как средство построения и освоения человеком символических миров культуры. Как здесь не вспомнить идеи «Декларации прав культуры», сформулированные академиком

Дмитрием Лихачевым, в соответствии с которыми культура в целом предстает как главный источник гуманизации человеческой истории, а культура каждого отдельного народа и государства определяет его духовную уникальность, выражает его творческие силы и способности, будучи одновременно ценностью национально-государственного развития и достоянием всего человечества. Убежден, что сомнения в перспективах индивидуума в техногенном социуме могут быть устранены только через обращение к культуре. Именно в ее ценностном коде «записана» вся история антропогенеза. В ней зафиксированы все коренные черты человеческого бытия; отражены механизмы формирования духовного мира личности, передачи социального опыта, кристаллизованного в нравственных императивах и правилах поведения. Культура выступает и ресурсом духовной безопасности личности и общества, напрямую связанной с обеспечением принципа устойчивости, саможесточности в обменных процессах между сферой человеческого сознания и окружающим его космосом информации, символов, установок, мотивов, которые могут иметь как созидательный, так и деструктивный характер.

В новых социальных условиях чрезвычайно остро ощущается жизненная потребность в духовно-культурном обогащении общества, физическом





и моральном оздоровлении человека. Насущной представляется задача перехода от практики пассивного потребления ценностей к парадигме самосозидания и творчества в соответствии с заветом выдающегося ученого-гуманитария XX в. Михаила Бахтина о том, что «подлинная жизнь личности совершается... в точке... несовпадения человека с самим собой... выхода за пределы всего того, что он есть как вещное бытие».

Важнейшее значение сегодня отводится формированию человека как инициативного и креативного субъекта инновационных процессов, достойного гражданина и патриота с развитым чувством долга, ответственности, любви к родной земле, уважающим национально-культурные традиции. Все это обуславливает повышение роли гуманитарной культуры мышления, творческих навыков и компетенций, которые должны быть присущи каждому гражданину и профессионалу. Но в свою очередь, гуманитарная культура не будет полноценной без включения в нее компонента гражданско-патриотического воспитания, развития нравственных компетенций. Задача по созданию такого комплексного инструментария гуманитарной культуры возложена на корпус социально-гуманитарных наук, объединяющий потенциалы философского понимания культуры с достоянием исторического знания, искусствоведения, этнографии, изучения и популяризации национального языка, духовных традиций,

опыта общественно-политической и религиозной мысли. Это чрезвычайно важно для успешной реализации национальной модели государственного строительства. Известно, что если в самом начале суверенного развития Беларуси в наших теоретических «вычислениях» будет допущена грубейшая ошибка, то и многие остальные результаты станут ошибочными, либо все обернется банальными разговорами и «гаданием на кофейной гуще».

В современном мире наличие в государстве авторитетных школ социально-гуманитарного знания, развитой традиции философского, общественно-политического, историко-этнографического мышления – наглядное доказательство его культурной субъектности, фактор государственного суверенитета. Важно подчеркнуть, что это не только способ обозначить, но и удерживать собственное место в системе глобальных научно-гуманитарных связей, которое не сможет занять никакое другое государство. Достоянием белорусской национальной гуманитарной культуры является знание, которое транслирует стране и миру наша гуманитарная наука – важный смысловой компонент понятий «Беларусь», «белорусь», «белорусская социально-культурная модель», предмет национальной гордости и достоинства. Глубокое теоретическое обоснование в сочетании с осмыслением коренных проблем нашей жизни позволит укрепить национальную основу нашей государственности. ■



Инновационные разработки АПК Беларуси



Петр Казакевич,

заместитель Председателя
Президиума НАН Беларуси,
член-корреспондент

С начала реализации Государственной программы возрождения и развития села на 2005–2010 гг. белорусским сельским хозяйством, базовой отраслью агропромышленного комплекса достигнуты значительные производственные результаты. В короткий временной период существенно выросла урожайность сельскохозяйственных культур: зерновых и зернобобовых – с 28 до 37 ц/га, картофеля – со 150 до 235, сахарной свеклы – с 315 до 465, льноволокна – с 7 до 10 ц/га. Годовая продуктивность коров увеличилась с 3711 до 4766 кг на одну голову. Число работающих в сельском хозяйстве сократилось почти вдвое, а производительность труда выросла более чем в 23 раза. Один работник села обеспечивает продовольствием почти 28 жителей республики. Это значит, что гарантирована продовольственная безопасность. Средняя

физическая доступность для населения продуктов питания в энергетической оценке составляет 3400 ккал на человека в сутки (в богатых, экономически развитых государствах она не превышает 3600 ккал). Значительную часть продовольствия Беларусь экспортирует. Например, мы пятые в мире по внешним продажам молочной продукции – 50–55% от объема производства. Экспорт продукции пищевой промышленности и сырья для ее выпуска составляет 15–17% в структуре странового экспорта.

Важнейшие факторы этих достижений – научно обоснованные зональные технологии производства сельскохозяйственных культур и продукции животноводства, селекционная и генетическая работа, хорошее техническое обеспечение аграрных отраслей (в первую очередь животноводческих), их индустриализация.

Современный белорусский АПК характеризуется значительным ростом культуры земледелия,





базирующимся на широком применении гладкой вспашки почв многокорпусными оборотными плугами, минимизации почвообработки с использованием широкозахватных комбинированных чизельных и дисковых агрегатов, комбинировании предпосевной подготовки почв и посева семян. Возрастают объемы внесения специальных форм минеральных удобрений под определенные культуры, наноудобрений, повышается качество применения средств защиты растений. Значительно увеличилась производительность уборочных работ благодаря мощным зерно-, кормо-, картофеле-, свеклоуборочным комбайнам, прежде всего самоходным, а также большегрузной транспортной технике.

Более 60% поголовья коров республики содержится по индустриальной технологии: с доением в специальных залах на автоматизированных доильных установках и роботах, беспривязным содержанием животных, кормлением на «шведском столе» и индивидуально-групповой выдачей концентрированных кормов. Мирового уровня продуктивности благодаря современным технологиям кормления и содержания достигли многие белорусские птицефабрики, интенсивно модернизируется промышленное свиноводство.

В полной мере успехи АПК разделяет и белорусская аграрная наука. Отличительная ее особенность – выраженная производственная направленность. Ученые аграрии выполняют не только фундаментальные исследования в земледелии и животноводстве, переработке сельскохозяйственного сырья, ведут научно-технические изыскания, внедряют их на практике, но и проводят активную работу по пропаганде современных интенсивных технологий производства, передают научные знания в реальный сектор экономики. Они принимают непосредственное участие в подготовке государственных программных документов по развитию агропромышленного комплекса, его интеграции в общий рынок Евразийского экономического союза, ВТО.

Аграрные знания формируются в научных организациях Отделения аграрных наук НАН Беларуси, других научно-исследовательских институтах Академии, их совместными исследованиями, а также в вузах

сельскохозяйственного профиля. Однако основной научный потенциал в сфере АПК – это пять аграрных научно-практических центров: по земледелию, животноводству, картофелеводству и плодоовощеводству, механизации сельского хозяйства, продовольствию, созданных в 2006 г. по указу Главы государства. Целью их формирования было обеспечение комплексности выполнения исследований, широкой апробации эффективности результатов на собственном производстве и доведения до масштабного освоения в стране. Эта схема связи науки с аграрным сектором экономики дает возможность внедрения в практику самых совершенных и востребованных разработок.

Только за 2011–2015 гг. в рамках ГНТП «Агропромкомплекс» создано 950 единиц научно-технической продукции, в том числе сортов растений – 50, пород животных и селекционных стад – 16, технологических процессов – 88, машин и оборудования – 8, лекарств – 10, продуктов питания – 12 и др. Индекс окупаемости бюджетных средств, направленных на программу, превысил 200 раз (по отношению к стоимости новой продукции, освоенной в производстве).

По результатам исследований научных организаций аграрного профиля в 2017 г. в практику внедрено более 140 разработок. По итогам первого полугодия это обеспечило выпуск продукции на сумму почти 1,2 млрд долл.

Аграрный бизнес Беларуси развивается за счет внутреннего и внешнего рынков. Во многом дальнейшее финансово-экономическое состояние агропромышленного комплекса будет определяться результативностью внешнеэкономической деятельности, поскольку почти весь прирост товарной продукции следует экспортировать. Поэтому повышение ее конкурентоспособности – важнейшая задача развития белорусского АПК. При этом пищевая продукция должна быть не только высочайшего качества, но и продаваться по экономически выгодной цене как для производителя, так и для покупателя. Достижение такого преимущественного конкурентного условия возможно при соответствующем уровне специализации, научно обоснованных высокоэффективных технологиях производства, реализуемых новым поколением инновационных машинных комплексов.

Что касается специализации белорусского сельского хозяйства, то его стратегическая линия в целом определена. Она будет сохраняться и в будущем. Главная отрасль – животноводство с ведущей подотраслью – молочным скотоводством и важнейшей растениеводческой подотраслью – кормопроизводством, так как в себестоимости животноводческой продукции корма занимают 55–70%. Снижение затрат в этом сегменте должно обеспечиваться их оптимизацией непосредственно в самих животноводческих технологиях и в технологиях выращивания и заготовки кормов.

Мировой научный и производственный опыт показывает: основными инновационными направлениями совершенствования аграрных технологий являются не только селекция высокопродуктивных пород животных и сортов (гибридов) растений, но и управление производственными процессами с использованием робототехники, информационных и космических технологий. Поэтому будущее нашего агропроизводства, как и мирового в целом, будет формироваться на принципах «точного сельского хозяйства» – дифференцированных в пространстве и времени агротехнологий, фундаментальными основами построения которых являются достижения микроэлектроники, информационной и телекоммуникационной техники, создание геоинформационных и глобальных систем позиционирования. Реализация этой стратегии направлена на существенное повышение эффективности АПК, снижение техногенных затрат и себестоимости продукции, создание реальных условий соблюдения экологических норм в рамках производственного процесса.

Термин «точное сельское хозяйство» включает два понятия: «точное земледелие» (иногда его определяют как координатное или прецизионное земледелие) и «точное животноводство». Методологической основой первого считается дифференцированное проведение растениеводческих мероприятий в зависимости от разнородности условий роста и развития культур в пределах одного поля. Этот метод реализуется путем взаимодействия глобальной системы позиционирования, географических информационных систем, разработок в области сенсорной техники и управления машинами. Интеграция этих технологий и позволяет оптимизировать сельскохозяйственные производственные процессы – обработку почвы, посев, удобрение, защиту растений и другие – с учетом изменяющихся почвенно-климатических условий, а также неоднородности и вариации различных параметров в пределах отдельно взятого участка земли.

Точное животноводство – это прежде всего эффективное использование ресурсов, высокое качество продуктов, обеспечение готовности животных к продуктивности, документирование, снижение нежелательных воздействий на внешнюю среду. Его базовую основу составляют информационные технологии. Электронная идентификация животных, датчики для регистрации данных о процессах (например, мониторинг и регулирование микроклимата на животноводческих объектах, доение, кормление) и о продукции, обработка данных, сигнализация и управление являются важными элементами точного животноводства.

Безусловно, точное сельское хозяйство требует дополнительных затрат: на сбор данных, на их менеджмент, на специальную технику для выполнения производственных процессов, навигацию и, главное, подготовку высококвалифицированных кадров (без

необходимого осознания проблем и профессиональной компетентности управления даже совершенные технические системы не будут использоваться экономически эффективно). Это немалые средства, не всем хозяйствующим субъектам они доступны. Однако стремительный научно-технический прогресс в электронике, робототехнике, информационных технологиях способствует появлению на рынке дешевых технических компонентов, вполне удовлетворяющих требования сельхозпроизводства. Благодаря этому точное сельское хозяйство становится важным фактором экономического успеха, сохранения и укрепления его конкурентоспособности.

Элементы систем точного земледелия и точного животноводства уже имеют место в отечественном АПК (навигация, идентификация животных). Однако для их полного освоения в производственном процессе требуются глубокие фундаментальные и прикладные исследования с учетом региональных особенностей и общемировых тенденций.

Белорусская аграрная наука в ближайшей перспективе ориентирована на решение следующих специфических вопросов научного обеспечения АПК и задач общего плана.

В области земледелия и растениеводства планируется разработать комплексные, экономически и биологически обоснованные системы использования земель на основе принципов экологизации, ресурсо- и энергосбережения, современных информационных технологий; систем кормопроизводства путем оптимизации структуры кормовых культур, прежде всего травяных, с учетом почвенных разностей и особенностей их водного режима. В планах создание новых комплексно-целевых (под определенные культуры) форм

минеральных удобрений, безопасных и высокоэффективных средств защиты растений, высокопродуктивных, высококачественных и устойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных, овощных и плодово-ягодных культур с применением биофизических и генно-инженерных методов.

В области животноводства намечены селекционные работы по выведению заводских линий белорусской голштинской высокопродуктивной породы молочного скота, конкурентоспособных внутрипородных специализированных типов белорусских пород свиней, породно-линейных гибридов для формирования отечественной племенной базы свиноводства на уровне мировых стандартов с широким использованием современной компьютерной техники, анализа генетических ресурсов и контроля за ходом селекционных процессов. Стоит задача внедрить систему эффективного ведения молочного и мясного скотоводства, расширить ассортиментный перечень аквакультуры путем выращивания ценных видов рыб, в том числе и аборигенных, имеющих высокий природоохранный статус; разработать технологии хранения травяных кормов, рецептуры специальных комбикормов, оптимальные рационы кормления животных и рыб с целью повышения кормовой конверсии; создать конкурентоспособные отечественные ветеринарные препараты для диагностики, профилактики и лечения заболеваний животных, птиц и рыб.

Механизация сельскохозяйственных процессов предполагает ввод в действие новых ресурсосберегающих и энергоэффективных комплексов машин и технических средств с применением элементов робототехники в растениеводстве и животноводстве, в том числе для сервиса машин и оборудования.

В области производства продуктов питания получат развитие новые виды конкурентоспособной пищевой продукции, в первую очередь профилактического

и функционального питания, национальные бренды, технологии, снижающие энерго- и материалоемкость процессов, их безотходность, сертификация продуктов питания, системы качества.

Все эти задачи имеют прикладной характер и окажут положительное влияние на развитие соответствующих отраслей АПК республики, повышение их конкурентоспособности.

В рамках реализации ГНТП «Агропромкомплекс-2020» предусматривается передать в производство более 50 новых сортов и гибридов растений, 12 породных линий и групп сельскохозяйственных животных и птицы, 13 селекционных стад животных, рыб и птицы, 30 новых видов машин и оборудования для растениеводства, 13 – для животноводства и сервиса, 5 видов удобрений и средств защиты растений, 19 ветеринарных препаратов, 21 вид кормов, кормовых добавок и консервантов. Будет разработано около 80 инновационных технологий и процессов для сельхозпроизводства и переработки растительного и животного сырья, более 40 экономических предложений по повышению эффективности функционирования организаций АПК. Это станет еще одним шагом на пути к точному сельскому хозяйству.

Более 60% создаваемой учеными-аграриями научно-технической продукции – импортозамещающая, а 40% – экспортоориентированная. Ожидается, что за 5 лет первой будет выпущено не менее чем на 38 трлн, а второй – на 20 трлн рублей.

Освоение научных разработок обеспечит рост производительности труда в АПК, увеличение объема валовой продукции сельского хозяйства в 1,2–1,3 раза, снижение затрат материальных и энергетических ресурсов на 20–25%.

Есть твердая уверенность в том, что аграрные научные исследования будут повышать свою эффективность и увенчаются высокими и значимыми результатами. ■



Наука как миссия человека во Вселенной



Сергей Гапоненко,

председатель Научного совета
Белорусского республиканского фонда
фундаментальных исследований,
академик

Наука зародилась в древние времена как проявление естественного интереса человека к устройству окружающего мира. Впоследствии она стала реальной производительной силой, изменившей наш быт и образ жизни. Сегодня в массовом сознании наука ассоциируется прежде всего с повышением комфортности нашего существования, новыми лекарствами, средствами связи и транспорта, устройствами для развлечений. Роль науки как деятельности по исследованию Вселенной, включая и изучение самого человека, и постижение гармонии Природы, и построение согласованной научной картины мира в виде своеобразного интеллектуально-культурного кода и его трансляция последующим поколениям, а возможно, и передачи или обмена с внеземными цивилизациями, если таковые существуют, в последние десятилетия все больше и больше уходит в тень. На данном этапе развития принципиально важным представляется массовое осознание роли научной деятельности как особой миссии человечества. Мир прекрасен в своей гармонии, удивителен в своем разнообразии и бесконечен по своему содержанию. Есть очень высокая вероятность, что Homo Sapiens – вообще единственные создания в природе, которые способны построить правильную картину природы и передать ее новым поколениям для уточнения и дополнения. И в этом контексте общество должно адекватно оценивать роль ученых и место науки в жизни.

Познание – исключительная миссия, которая могла бы оправдать вред, наносимый окружающей среде человеком. Простое улучшение условий жизни людей за счет ухудшения существования для других представителей биоты не может снять вину за негативные последствия нашей деятельности. Понятие геоэтики как концепции ответственного, разумного, бережного отношения к Земле, включая ее недра и природные богатства, восходящее к выдающемуся российскому ученому В.И. Вернадскому, фактически должно эволюционировать в космоэтику. Мы обязаны «чувствовать» ответственность за познание мира и построение его научной картины, за передачу обобщенного знания другим поколениям Homo Sapiens и, возможно, другим разумным существам во Вселенной, за сохранение существующего биоразнообразия и за поиски биообъектов за пределами земной цивилизации.

Сколько стоят фундаментальные исследования?

Современная система финансирования науки устроена так, что приоритетом становится не постижение мира, а использование знаний для удовлетворения человеческих потребностей. Лишь незначительная доля из общего «кошелька», направленная на научные исследования и разработки, расходуется непосредственно на фундаментальные работы, нацеленные на получение новых знаний вне зависимости от их возможной полезности.



Обременительны ли такие исследования для кошельков налогоплательщиков?

Бытует мнение, что фундаментальная наука – чрезвычайно дорогое удовольствие, роскошь, которую могут позволить себе только очень богатые государства. Действительно, значительная (но не основная!) часть таких работ выполняется крупными международными коллаборациями ученых в виде так называемых мегапроектов. Обычно в качестве аргумента дороговизны приводят именно их высокую стоимость. Обратимся к конкретным фактам. Стоимость создания адронного коллайдера – крупнейшего международного научного проекта на рубеже XX–XXI вв. – оценивается в 13 млрд долларов. Много это или мало? По сравнению с бюджетом небольшого государства стран третьего мира – много, а со стоимостью создания космического челнока (шаттла) – в 15 раз меньше. Эта гигантская,

Фонд прочно вписался в общую систему финансирования исследований и разработок и стал важным элементом инфраструктуры, сформированной для выявления и поддержки одаренных ученых

на первый взгляд, сумма незначительна даже по отношению к затратам на исследования и разработки в области информационных технологий. К примеру, фирма «Интел» – производитель компьютерных компонентов и других электронных устройств – ежегодно вкладывает в науку сумму, равную стоимости всего многолетнего проекта по строительству адронного коллайдера. Если оценить средства, потраченные этой компанией на создание современных процессоров с момента появления первых персональных компьютеров, то они окажутся выше десятка мегапроектов, направленных на познание мира.

Таким образом, даже масштабнейший международный проект в области фундаментальных исследований сильно недотягивает по стоимости до серьезных технических новаций. Подавляющее же большинство теоретических работ выполняется весьма небольшими группами ученых, как правило, в содружестве и кооперации с коллегами из разных стран. Для развития таких исследований важно иметь гибкую инфраструктуру, позволяющую быстро организовать небольшие по масштабам проекты для создания благоприятных условий ярким, талантливым, не всегда «громким», не всегда амбициозным, не всегда предприимчивым ученым. Особенно важна такая поддержка для молодых исследователей, не имеющих «административных» ресурсов. На пространстве СНГ, включая Россию и Беларусь, такую функцию выполняют фонды фундаментальных исследований.

Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований: четверть века адресной поддержки ярких ученых

Мы гордимся тем, что Фонд, созданный в 1991 г., в период тяжелой экономической ситуации в СССР, стал первой на пространстве СНГ организацией целевой поддержки смелых научных идей. Сегодня каждый третий проект БРФФИ – молодежный. Фонд прочно вписался в общую систему финансирования исследований и разработок и стал важным элементом инфраструктуры, сформированной для выявления и поддержки одаренных ученых. Ежегодно научный совет Фонда выделяет около 300 новых грантов на проведение двухлетних циклов фундаментальных исследований. И это при том, что 25 лет назад занятие наукой в нашей стране для многих

казалось совершенно безнадежным и бесперспективным делом, потому что ее финансирование сжалось до недопустимо низких размеров, а молодежь устремилась в более прибыльные сферы. В научной сфере остались самые стойкие. За прошедшие годы бело-

русская наука не просто выжила, а активно развивается, взаимодействует со многими отраслями реального сектора экономики. Многие ученые стали организаторами наукоемких предприятий, создали и возглавили новые научные и производственные компании, центры и объединения.

В отечественной науке уверенно трудится новое молодое поколение исследователей. Это стало возможным благодаря поддержке государства, вниманию руководителей научных школ, слаженной эффективной системе выявления и развития одаренной научной элиты. Важно, что в стране созданы и постоянно совершенствуются условия для раскрытия талантов. Сегодня группа молодых ученых, а именно – младший научный сотрудник, аспирант и магистрант, собравшись вместе и написав проект, содержащий оригинальную научную идею, может получить грант БРФФИ. Наряду с чисто белорусскими проектами Фонд поддерживает и международные. Совместно с Российским фондом фундаментальных исследований проведено два молодежных конкурса. Ценность идей заявителей беспристрастно оценивается экспертным сообществом без скидок на неопытность и незрелость. Система поддержки научной молодежи приносит свои плоды. Появились новые научные лидеры, генерирующие прорывные идеи, объединяющие вокруг себя талантливых молодых людей.

Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований постепенно превратился

в основной инструмент поддержки международного сотрудничества ученых. Каждый второй проект Фонда – международный. Ежегодно объявляются десятки различных двухсторонних конкурсов с участием зарубежных организаций и фондов. Кроме того, каждый год проводится конкурс поддержки проектов, выполняемых белорусскими учеными с участием коллег из других стран. В 2017 г. впервые объявлены конкурсы совместно с Евразийской ассоциацией поддержки научных исследований, Национальным фондом естественных наук Китая, Комитетом по науке и технологиям Турции.

Высокие технологии вырастают из высокой науки

Ученые, познающие мир, часто похожи на чудаков-аскетов, одержимых своими идеями, отказывающих себе в определенных благах и удовольствиях ради служения науке. На практике оказывается, что именно исследователи в конечном счете помогают сделать нашу жизнь более комфортной, легкой и продолжительной. Многочисленные примеры возникновения прорывных технологий позволяют утверждать, что высокие технологии вырастают из высокой науки. Однако бессмысленно спрашивать у ученых, какую пользу могут принести их исследования. Ответ всегда будет неверным, потому что ни один ученый, получающий новые знания, не может знать, «чем слово наше отзовется». Знал ли Фарадей о развитии электротехнической промышленности? Предвидел ли Максвелл создание радиосвязи и телевидения? Планировали ли создатели первых ЭВМ, что в XXI в. компьютерные

Фундаментальные исследования – это первая и самая дешевая фаза инновационного процесса

планшеты станут культовыми гаджетами школьников младших классов? Прогнозировали ли создатели первых лазеров, что самым массовым их применением станет просмотр мультимедиа детьми на DVD-проигрывателях? Ожидал ли Циолковский появления глобальной GPS-навигации?

Сегодня много говорят о нанотехнологиях. Возьму на себя смелость утверждать, что большинство заявленных прогнозов не станут главным результатом их применения. Быстрее, легче, эффективнее, дешевле, компактнее – это то, что принесут нанотехнологии в технику. Но это «механический» прогноз, который просто соответствует банальному развитию всех технических отраслей. Если мы считаем нанотехнологии базовым, прорывным направлением в науке, мы должны ожидать от них чего-то большего. Возможно, для обозначения этого

большого еще нет слов, но представляется совершенно ясным, что искать следует на стыке понятий био-когно-инфо. Дело в том, что самым отличительным признаком нанотехнологий является манипуляция атомами, молекулами и нанокристаллами, соединение кристаллов с молекулами, полупроводниковых структур с биоструктурами и даже, возможно, живого с неживым. Именно здесь и зарождается главное применение нанотехнологий.

Для мировой науки последних десятилетий характерен перенос центра тяжести исследований с направлений, связанных с познанием мира и построением его научной картины, на направления, удовлетворяющие запросы человечества в области качества жизни, здоровья, средств передвижения и коммуникаций. Фундаментальные исследования – это уже не просто удовлетворение любопытства ученых, а скорее – первая и самая дешевая фаза инновационного процесса. Поэтому наряду с секциями естественных и гуманитарных наук в БРФФИ работают секции технических, аграрных, медико-фармацевтических и социальных наук. Прикладные результаты, полученные математиками, могут создать основу новых фундаментальных идей в информатике; исследования, кажущиеся прикладными для биолога, становятся базовыми для медиков; достижения в области теоретической физики дают старт новым разработкам в технике и машиностроении. Связь наук, преемственность идей, неразрывность поколений – залог постоянного прогресса и в познании мира, и в развитии технологий на благо человека. ■



Журнал «Наука и инновации»

зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь,
свидетельство о регистрации №388 от 18.05.2009 г.

Учредитель:

Национальная академия наук Беларуси

Издатель:

РУП «Издательский дом «Белорусская наука»

Редакционный совет:

В.Г. Гусаков – *председатель совета*, П.А. Витязь – *зам. председателя*,
С.В. Абламейко, А.А. Бринь, И.В. Войтов, И.Д. Волотовский, С.В. Гапоненко, А.Е. Дайнеко,
М.А. Журавков, Э.И. Коломиец, Ж.В. Комарова, Н.П. Крутько, В.А. Кульчицкий, М.И. Михадюк,
М.В. Мясникович, Д.Л. Пиневиц, О.О. Руммо, Г.Б. Свидерский, Н.С. Сердюченко,
Б.М. Хрусталеv, И.П. Шейко, В.Н. Шимов, А.Г. Шумилин

Главный редактор:

Жанна Владимировна Комарова

Над номером работали:

Ирина Емельянович, Алеся Касьян, Светлана Марковка, Дарья Пронько

Дизайн и верстка: Алексей Петров

Отдел маркетинга и рекламы: Елена Верниковская

Адрес редакции:

220072, г. Минск, ул. Академическая, 1–129

Тел.: (017) 284 14 46

e-mail: nii2003@mail.ru

www.innosfera.by

Подписные индексы:

007532 (ведомственная)

00753 (индивидуальная)

Формат 60×84¹/₈. Бумага мелованная.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,37. Тираж 2650 экз. Цена договорная.

Подписано в печать 28.11.2017. Отпечатано в ООО «Капитал Принт»

220141, г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40, офис 211

Тел.: (017) 264 48 73, 268 64 23

Свид. о гос. рег. 2/181 от 04.11.2015, ЛП 02330/475 от 06.11.2015, Заказ №1037/7

© «Наука и инновации»

www.innosfera.by

научно-практический журнал

Наука и инновации

ПОДПИСНЫЕ
ИНДЕКСЫ:

00753
007532

ЗНАТЬ
ВСЕ НЕВОЗМОЖНО,
НО **МОЖНО**
УЗНАТЬ



220072, г. Минск,
ул. Академическая, 1-129
тел./факс: +375 17 284 16 12
e-mail: nii2003@mail.ru

Только имея
ясную перспективу будущего,
мы можем правильно
направлять нашу работу
в настоящем.

Петр Капица