

В ЧЕМ СОСТОИТ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ
СИЛА НАУКИ

4

НАУКА,
«ПЕРЕХОД»
В ЦИФРОВУЮ ФОРМУ

26

ЦИФРОВЫЕ НАВЫКИ
И КОМПЕТЕНЦИИ
НАУЧНОГО СООБЩЕСТВА

44

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЕКТОМ
«УМНЫЙ ГОРОД»

58

Наука и инновации

№11 (237)
НОЯБРЬ 2022

научно-
практический
журнал

ЦИФРОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
ОБЛАЧНЫЕ СЕРВИСЫ
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ЦИФРОВАЯ
ТРАНСФОРМАЦИЯ НАУКИ
ЦИФРОВАЯ ИНФРАСТРУКТУРА
«СКВОЗНЫЕ» ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ОТКРЫТАЯ НАУКА
ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ
БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ
АРХИТЕКТУРА
ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ



ISSN 1818-9857



ISSN 2412-9372 (online)



Испытательный центр по проведению сертификационных испытаний в области общего материаловедения Института порошковой металлургии им. академика О.В. Романа

25 ЛЕТ на РЫНКЕ

Испытательный центр:

- аккредитован органом Госстандарта Республики Беларусь на техническую компетентность и беспристрастность;
- включен в Перечень лабораторий, наделенных правом выдачи государственным и судебным органам обоснованных технических заключений;
- аттестован РГК «РОСНАНО» на техническую компетентность в области исследования объектов нанотехнологии;
- внесен в единый реестр испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза;
- подтверждена компетентность на соответствие требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 (ISO/IEC 17025:2017, IDT) со стороны Государственного предприятия «БГЦА».



ЛАБОРАТОРИЯ МЕТАЛЛОФИЗИКИ

Занимается металлографическими исследованиями структуры и фазового состава исходных материалов, сырья и готовой продукции; проводит металлографический контроль макроструктуры и загрязненности макровключениями; исследования микроструктуры, микротвердости, величины зерна, глубины обезуглероженного слоя, загрязненности неметаллическими включениями; определение размеров и характера и поверхностных дефектов.



ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЗОНДОВОГО АНАЛИЗА

Проводит фрактографический анализ различных материалов методами сканирующей электронной микроскопии на шлифах, изломах и фрагментах продукции произвольной формы, определяет зерновой состав масс, порошков, смесей; исследует общий и локальный элементный и химический состав и стереологические характеристики структуры, производит идентификацию марок материалов в соответствии с ТНПА.



ГРУППА ХИМИКО-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Занимается определением примесей в чистых материалах, жидкостях и сточных водах методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой, проводит экспресс-анализ содержания углерода, серы, азота, кислорода, водорода в металлах и сплавах, осуществляет аналитические исследования по определению влажности и зольности порошковых материалов, гравиметрической плотности компактных и пористых образцов.



г. Минск, ул. Платонова, 41, каб. 303

Телефон: +375 (17) 292-85-81

Факс: +375 (17) 290-99-69

<https://pminstitute.by/structure/otdelenie-4/>

E-mail: iscentr@tut.by



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

Учредитель:

Национальная академия наук Беларуси

Редакционный совет:

В.Г. Гусаков – председатель совета	Н.С. Казак А.В. Кильчевский Э.И. Коломиец
В.Л. Гурский – зам. председателя	Ж.В. Комарова С.А. Красный С.В. Кругликов
О.Ю. Баранов	Н.П. Крутько М.В. Мясникович
А.И. Белоус	О.Г. Пенязков
В.Г. Богдан	А.А. Рогачев
П.А. Витязь	О.О. Руммо
С.В. Гапоненко	С.В. Харитончик
С.И. Гриб	И.П. Шейко
С.Н. Губкин	А.Г. Шумилин
А.Е. Дайнеко	С.С. Щербаков
А.И. Иванец	

Главный редактор:

Жанна Комарова

Ведущие рубрик:

Ирина Емельянович	Татьяна Жданович
Наталья Минакова	Юлия Василюшина

Дизайн и верстка:

Алексей Петров

Адрес редакции:

220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129.
Тел.: (017) 351-14-46,
e-mail: nii2003@mail.ru,
www.innosfera.by

Подписные индексы:

007 532 (ведомственная)

00 753 (индивидуальная)

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Усл. печ. л. 9,8.
Тираж 528 экз. Цена договорная.
Подписано в печать 22.11.2022.

Издатель и полиграфическое

исполнение: РУП «Издательский дом
«Беларуская навука».

Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013.
ЛП №02330/455 от 30.12.2013.
г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ №222.

© «Наука и инновации»

При перепечатке и цитировании ссылка на журнал обязательна.

За содержание рекламных объявлений редакция ответственности не несет.

Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов статей.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Содержание

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИМПЕРАТИВЫ

Владимир Гусаков

В чем состоит производительная сила науки 4

Председатель Президиума Национальной академии наук Беларуси академик Владимир Гусаков рассказывает о проблемах, которые стоят перед белорусской наукой, о том, как она их решает, о стратегии развития науки на ближайшую и долгосрочную перспективу.

Ирина Емельянович

Импульс для развития высоких технологий 20

Интервью с заместителем председателя ГКНТ Татьяной Столяровой о перспективах развития высокотехнологичного сектора в Республике Беларусь.

ТЕМА НОМЕРА: ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ НАУКИ

Жанна Комарова

Наука, «переход» в цифровую форму 26

Ведущие эксперты страны делятся своим видением цифровой трансформации белорусской науки.

Ирина Римашевская

ГСНТИ в общем векторе цифрового развития 35

Беседа с исполнительным директором Республиканского общественного объединения «Информационное общество» Сергеем Ениным о развитии Государственной системы научно-технической информации в Республике Беларусь.

Вероника Князькова

Наука и образование – главные драйверы развития цифровой экономики 39

Проведена оценка Индекса сетевой готовности и Глобального инновационного индекса. Установлена сильная прямолинейная связь между их показателями и их влияние на развитие информационного общества и цифровой экономики.

Надежда Бондарева, Наталья Денисова, Анастасия Колозина

Цифровые навыки и компетенции научного сообщества Республики Беларусь 44

В статье приведены первые результаты опроса, направленного на оценку базовых и специализированных цифровых навыков и компетенций белорусских ученых.

Наталья Минакова

Альтметрики будущего 52

Представлены основные тенденции цифровизации научной и образовательной деятельности, базирующиеся на результатах аналитики ОЭСР.

ЦИФРОВАЯ ПЕРСПЕКТИВА

Сергей Кругликов, Галина Матюшенко, Наталия Муха

Модель управления проектом «умный город» в Беларуси 58

На основе проведенного анализа общих подходов к управлению развитием умных городов предложена модель управления проектом «умный город» в Беларуси.

Юлдуз Салимова

Разработка концепции развития и регулирования урбанизации в Узбекистане 65

Предложены основные принципы управления градообразующими процессами в Узбекистане, которые направлены на устойчивое развитие страны в социально-экономической, экологической, инновационной сферах.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ

Анатолий Злотников

Перепись населения Республики Беларусь: репродуктивные процессы 72

Рассматривается состояние репродуктивных процессов в Республике Беларусь, анализируются результаты национальной переписи населения 2019 г.

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Алеся Становая, Мария Терехова, Виктор Абашкин, Мехмет Одабаши, Дмитрий Щербин

Наночастицы в биологии и медицине 78

Представлены характеристики наночастиц, используемых в медицине и биологии, механизмы транспортировки лекарств с их помощью, а также исследования, проводимые в Институте биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси в этой области.



Любой экономический прогресс – это устойчивое развитие реального сектора экономики, в основе чего, безусловно, новейшие технологии и, конечно, наука. Более того, эффективность предприятий реального сектора в первую очередь определяется инновационными технологиями. Следовательно, без преувеличения, какое научное сопровождение экономики страны – такова и ее экономика.

Известно, что понятие «наука» – весьма емкое и многоаспектное. Это, по сути, весь наличный кадровый потенциал науки в разных сферах плюс его материальное оснащение. И чтобы его превратить в производственную возможность, а затем и в конечный широко востребованный продукт, необходимы адекватные технологии. Ориентированные на продуктивность технологии – это и есть результат научных достижений, где на первое место всегда выходит квалификация научных кадров. Именно квалификация ученых, воплощенная в технологиях, и создает научно-технический прогресс и конечную эффективность любой отрасли. По подсчетам экспертов, каждый высокоподготовленный ученый, способный генерировать идеи, которые материализуются в инновационные технологии, может приносить эффект в зависимости от вида деятельности от 250 тыс. до 3 млн долл. Не случайно весь мир борется за умы: одни активно заманивают и поглощают, а другие – нацелены на их закрепление и мотивацию. Думается, пришло время и Беларуси не только создавать благоприятные условия для закрепления своих научных и профессиональных кадров, но и привлекать их из-за рубежа. А то, что это возможно, подтверждает развитая и разветвленная, достаточно хорошо оснащенная система образования и науки в стране.

На вопросы о том, какие проблемы стоят и как их решает белорусская наука, а также какова ее стратегия, отвечает Председатель Президиума Национальной академии наук Беларуси, академик Владимир ГУСАКОВ.



Владимир Гусаков,
Председатель Президиума
Национальной академии наук
Беларуси, академик

– Уважаемый Владимир Григорьевич, совсем недавно Национальная академия наук отмечала свой день рождения. В Президиуме была развернута выставка разработок. На торжественное собрание вы пригласили ведущих ученых. В представленном вами докладе были названы крупные общесистемные проекты, которые сопровождает в настоящее время Академия наук. Могли бы вы прокомментировать кратко все эти события? Ведь Академия наук в настоящее время является публичной организацией, и общество очень интересуется происходящими событиями и проводимыми в ней мероприятиями.

– Да, вы правы. Академия наук и все, что связано с ее деятельностью, всегда вызывает живой интерес. Причем не только у профессионалов, но и у самых широких слоев общества. Сейчас такая заинтересованность, можно сказать, выросла многократно. Ведь в эпоху интеллектуализации, в которую мы вступили, именно научные достижения определяют будущие векторы развития. Давно сформулирован

В ЧЕМ СОСТОИТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНАЯ СИЛА НАУКИ

закон постоянного роста потребностей человека. Но сегодня, когда базовые потребности, такие как безопасность, продовольствие, жилье, в целом удовлетворены (оговорюсь: имеется в виду некая усредненная оценка, к сожалению, в мире достаточно случаев нищеты, нехватки еды и даже чистой воды), на первый план выходят запросы интеллектуального роста, новые способы познания мира и себя в этом мире, проблематика культуры и духовности. Одновременно растет спрос на новейшие материалы и технические средства, искусственный интеллект и роботизацию – все, что призвано освободить человека от рутинной работы, дать его жизни новое творческое содержание.

Скажу больше. Академия наук стремится «подогревать» этот интерес, показывая и широко продвигая наши новейшие разработки, чему является подтверждением Первая выставка-форум IT-Академграда «Искусственный интеллект в Беларуси». Конечно, мы не замыкаемся в стенах лабораторий, активно сотрудничаем с промышленными гигантами и ведущими вузами, крупными научными центрами. Все они приняли участие в экспозиции, развернутой в Президиуме НАН Беларуси. В общей сложности было представлено более 100 разработок, которые показали различные стороны такого многомерного понятия, как «искусственный интеллект». Ведь сейчас его приложения мы можем видеть повсюду – от ставших обыденностью смартфонов до точного земледелия, персонализированной медицины или беспилотных транспортных средств. Многие такие достижения были представлены на выставке широкой публике для ознаком-

ления и «посвящения» в безграничный открывающийся перед нами мир виртуальных возможностей.

Подчеркну: это не просто идеи или фундаментальные исследования, это конкретные практические разработки, которые широко используются во многих отраслях и на предприятиях. Мы поставили цель: сверить наши позиции, определить, какие разработки сегодня есть у Беларуси в области искусственного интеллекта. Это наиболее бурно развивающееся направление в мире. Цифровые двойники и цифровизация в широком плане, компьютеризация, программное обеспечение, разработки в области микроэлектроники, чипов сейчас весьма актуальны. Наши ученые работают в том числе в области микроэлектронного обеспечения машиностроения. В тренде и умные системы, применяемые в здравоохранении, фармацевтике и образовании, ЖКХ. Еще одна перспективная область – умные города.

По итогам выставки конкурсной комиссией были отобраны лауреаты – представители ведущих научных центров из различных сфер экономики, которые получили дипломы на торжественном собрании в Академии наук, приуроченном к знаменательному событию – Дню ее рождения. Несколько слов об этом.

13 октября 1928 г. было принято постановление Центрального исполнительного комитета и Совета народных комиссаров БССР о реорганизации Института белорусской культуры в Белорусскую академию наук. По сути, академические ученые получили свой день рождения, который мы намереваемся отмечать ежегодно на торжественном собрании, приглашая ведущих ученых и чествуя наиболее отличившихся. Кстати, и выставку по искусственному интеллекту

мы планируем проводить на постоянной основе в этот день. Причем представлять именно новые достижения, результаты мирового уровня, обеспечивающие рост благосостояния белорусского народа, силу и процветание нашего государства.

– Наша наука уже давно является ведущей производительной силой, а Национальная академия наук стала брендом и неотъемлемым атрибутом страны. Ни одно сколь-нибудь значимое событие в стране не обходится без участия ученых. Поэтому вполне закономерно повышенное внимание со стороны нашего общества к состоянию отечественной науки. Скажите, каким научным потенциалом обладает Республика Беларусь, и в частности Национальная академия наук? Что делается для воспроизводства и закрепления научных кадров? Нет ли необходимости приглашения ученых из-за рубежа для решения ряда наших приоритетных научных задач, как это делают другие развитые страны?

– Действительно, сегодня без участия ученых невозможно представить любые процессы государственного строительства, развития отраслей экономики, разработки и применения новых подходов и методов организации производства. Науке принадлежит главенствующая роль в формировании методологических и теоретических основ устойчивого развития общества. Вопросы воспитания и патриотизма, формирования идеологического фундамента белорусского государства – также области ответственности научного сообщества. Курс на всестороннюю интеллектуализацию страны, взятый и поддерживаемый руководством Беларуси, дает четкий ориентир: наука – основа решения текущих задач и локомотив прогресса в стратегической перспективе.

Мы свою науку не растеряли, а укрепили. Компетенции ученых, их взвешенный и многоаспектный взгляд на любую проблемную область – это своего рода гарантия принятия выверенных решений на всех уровнях государственного управления. Отмечу, что только в прошедшем году в НАН Беларуси рассмотрено более 460 проектов нормативных правовых актов, разработанных республиканскими органами государственного

управления. Мы – самые непосредственные участники процессов прогнозирования и программирования социально-экономического развития. Без научного обоснования не обходится ни одна концепция, стратегия или программа в стране. Кстати, и научное обеспечение внешнего интеграционного контура – Союзное государство, ЕАЭС и СНГ – область нашей ответственности как в создании институциональных основ кооперации, так и в реализации конкретных программ и проектов.

Для решения крупных и ответственных задач Национальная академия наук Беларуси сформировала серьезный интеллектуальный потенциал и постоянно его наращивает. Сегодня в Академии наук более 100 организаций, включая собственно институты, объединения, производства и организации социальной инфраструктуры. Можно сказать, что это как «страна» в миниатюре, в которой есть все необходимое для роста и развития. Но, как и любое крупное интеграционное образование, Академия требует кропотливого каждодневного труда, ответственности и основательности при принятии решений, видения перспектив, создания точек роста, реализации проектов будущего.

У нас работает почти 5 тыс. исследователей, включая 357 докторов и около 1500 кандидатов наук. Высоким и обязывающим званием члена Академии наук обладают 93 академика, 112 членов-корреспондентов, 4 почетных и 22 иностранных члена НАН Беларуси. Если говорить в масштабах страны, то у нас занята примерно 1/3 всех исполнителей исследований и разработок. Хочу подчеркнуть: академическое научное сообщество – это мощный авангард, в котором предельно высока концентрация знаний, умений, навыков, вооруженный новейшим инструментарием познания и высококласным оборудованием. Могу даже позволить себе определение – «научный спецназ». Ведь нам поручают самые сложные задачи, и мы их достойно решаем. Все это позволяет резюмировать, что в настоящее время НАН Беларуси – это крупнейшее и единственное в стране объединение научных учреждений и ученых, обладающее самым высоким статусом. Об этом говорит и прямое подчинение Академии Главе государства.

Отвечая на ваш посыл о приглашении ученых из-за рубежа, скажу, что отношусь к этому скептически. Конечно, это тема для отдельной дискуссии, но могу привести некоторые аргументы. Несмотря на известный тезис об интернациональности науки, в последнее время он существенно трансформировался, в отдельных случаях вообще сменил вектор.



**НАУКЕ ПРИНАДЛЕЖИТ
ГЛАВЕНСТВУЮЩАЯ РОЛЬ
В ФОРМИРОВАНИИ
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ И
ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИ-
ТИЯ ОБЩЕСТВА**

Мы наблюдаем процессы технологического протекционизма, стремление ограничить использование новейших достижений и прорывных разработок. Если раньше частные компании таким образом гарантировали свое превосходство и сверхприбыли, сейчас это стало политикой многих так называемых развитых стран. Хотя наука – не арена для политических баталий, но ученые – часть социума, их благосостояние зависит во многом от бюджетных ресурсов, выделяемых прямым или косвенным путем. То есть правительство любой страны прямо или опосредованно делает науке заказы и эксклюзивно ими распоряжается в целях своей национальной научно-инновационной безопасности. Следовательно, прямой и открытой циркуляции научных знаний становится меньше и меньше.

Страны-лидеры не спешат делиться лучшими работами, а предлагают готовый товар, но по монополю высокой цене, к тому же обремененный условиями техподдержки и обеспечения расходными материалами от производителя, что серьезно повышает совокупную стоимость владения таким товаром. Тем самым вероятность привлечь из-за рубежа высококлассного специалиста весьма невысока либо ему надо предложить крайне выгодные условия. И опять же, кто может дать гарантию качественной и самоотверженной работы при найме зарубежного специалиста? Понятно, что есть контракт, есть комплекс технических требований и др.

Хочу подчеркнуть, что мое в целом умеренно-негативное отношение к поиску зарубежных легионеров не означает полного отторжения идеи приглашения экспертов. В истории таких фактов много. Но сейчас, во времена глобальных трансформаций, подходы требуют корректировки. Важно иметь собственный научный задел, четкое понимание исследовательских задач и решаемых проблем и «точечное» приглашение профильных специалистов. Другое дело – широкая кооперация единомышленников, объединенных в проекты, работающие на экономики интегрирующихся стран. Прежде всего речь идет о евразийском пространстве – ЕАЭС и Союзом государств Беларуси и России. И НАН Беларуси в данном контексте выступает последовательным инициатором и проводником идеологии научно-технического сотрудничества, используя широкий инструментарий – от совместных фундаментальных исследований и формирования программ Союзного государства до деятельности Международной ассоциации академий наук, взаимного участия в научных форумах, выставках, подготовке совместных публикаций.

– Наблюдается ли отток наших высококвалифицированных научных кадров за рубеж? Если да, то как этому противостоит Национальная академия наук Беларуси? И что для этого необходимо сделать на уровне страны?

– Прежде всего, проблематика оттока кадров для Беларуси не столь актуальна, в чем можно убедиться на основе анализа миграционных потоков. В частности, в том, что касается Национальной академии наук, мы не испытываем каких-то проблем в этой области. А если говорить вообще, то отток кадров, как и любой миграционный процесс, – явление неоднозначное. Ведь в нем в концентрированном виде соединяется сразу несколько факторов. Здесь и личностно-психологические, и профессионально-квалификационные, и социальные, и политические, и даже пресловутое «стремление к перемене мест». В контексте труда ученого смена места жительства и работы может быть связана также и с формированием «зон притяжения», таких как Кремниевая долина, другие технопарковые структуры, где достигается высокая концентрация специалистов определенных направлений, обеспечивается своего рода кумулятивный эффект от общения и совместной работы в области профессиональных интересов. В целом в любом миграционном процессе есть объективная и субъективная часть. Причем если с первой можно согласиться как с неизбежной, то субъективный аспект, в котором превалирует категория «утечка», требует пристального внимания. Ведь в нем велико влияние целенаправленной деятельности ряда развитых государств и крупных коммерческих компаний, проводящих агрессивную кадровую политику, метко именуемую «охота за головами или мозгами».

Зачастую именно под ее влиянием ученые и специалисты покидают свою страну в пользу другой. Мотивация может быть различной: более высокое материальное вознаграждение, преимущественные возможности для выполнения исследований, включая лучшее лабораторное оборудование, более высокий уровень жизни, дополнительные возможности для самореализации. Причем многое из того, что виделось привлекательным на расстоянии или вовсе не замечалось в жизни «за бугром», в реальном восприятии может разительно отличаться от нарисованной в воображении картины. Поэтому имеют место и процессы возвращения ученых, особенно в условиях выравнивания материальных условий труда (зарплата, жилье, оборудование).

Анализ ситуации с «утечкой умов» в Беларуси показывает общий спад миграционной активности. Конечно, тут сказываются и внешнеполитические факторы, и пандемийные ограничения. Для нас принципиально, что они не являются определяющими, ведь по данным социологических опросов доля ученых, решивших эмигрировать из страны, в общей численности опрошенных составляет два-три процента. А в академической среде – и того меньше. Говоря языком статистики, «в пределах ошибки выборки».

Тем не менее успокаиваться нет поводов. Мы в тесной координации с нашим стратегическим партнером – Россией – должны сформировать наше единое научно-инновационное пространство и постоянно вырабатывать согласованные решения для наращивания кадрового потенциала союзной науки. Работать на условиях взаимного обмена ключевыми специалистами, реализуя единые меры противодействия попыткам ослабления и разрушения нашей науки. В составе мер, оказывающих превентивное воздействие на отток научных кадров, причем не только за границу, но и в другие сферы деятельности, можно привести совершенствование институциональных условий развития отечественной науки, инвестирование в исследование и разработки, обновление и расширение материально-технической базы, прежде всего уникального приборно-лабораторного оборудования. Безусловно, предстоит еще много и активно работать над повышением престижности научного труда, обеспечить материальное стимулирование ведущих ученых сообразно их вкладу, принимать оперативные меры по повышению востребованности научных достижений в экономике, особенно коммерческим сектором.

На наш взгляд, Академия наук в кооперации с Министерством образования уже работает в этом направлении. Необходимо системное совершенствование воспроизводства научных кадров. Целевые решения должны охватывать весь спектр возрастов и проблематик. Так, уже с детских садов надо популяризировать научные знания, давать доступное и взвешенное представление об особенностях окружающего мира, показывать, как работают созданные человеком машины и механизмы. Далее важно обеспечить работу системы выявления талантливых школьников и студентов, формирования их научного мировоззрения, создавать площадки для коммуникации и развития интеллектуальных качеств, такие, например, как Национальный детский технопарк.

То есть по аналогии с концепцией «образования в течение всей жизни» мы реализуем принцип «наука через всю жизнь». На это нацелен и наш Институт подготовки научных кадров, который в текущем году преобразован в полноценный Академический университет. Мы ставим задачу, чтобы он стал флагманской организацией, отбирающей и целенаправленно возвращающей научные кадры с самых ранних возрастов (кстати, методы генетического тестирования, разработанные в Академии наук, способны с высокой достоверностью определить предрасположенность к тем или иным видам деятельности) до самых высоких степеней научной иерархии – академиков.

– Есть ли стремление молодежи идти в науку и заниматься фундаментальными исследованиями? Все хорошо знают, что наука – это не сфера бизнеса, и здесь большие капиталы заработать вряд ли возможно. Есть ли примеры крупных контрактов, договоров, заказов, проектов, где в том числе была бы занята молодежь?

– Прежде всего следует акцентировать внимание на специфике науки как вида деятельности. Она требует не только некоторого максимума знаний, но и творческого их использования, постоянного приращения новыми аспектами, изучения и углубления области научной специализации, расширения смежных областей. Рабочее время в науке, говоря модным ныне языком, – 24/7 (то есть 24 часа 7 дней в неделю). Мозг работает постоянно, даже во сне решая интеллектуальные задачи. И, как свидетельствует история науки, имеет место озарение независимо от времени суток. Поэтому, без сомнения, у подлинного ученого должна существовать определенная предрасположенность к тому, чтобы стремиться к пониманию сути вещей, созданию полной картины мира, постоянной инициативности и творческому подходу, к какому бы исследовательскому объекту это ни относилось. Быть ученым – это должно быть заложено где-то внутри, как говорится, быть в крови. Способность к исследованиям можно сопоставить с другими нематериальными активами человека, такими как интуиция, творчество, изобретательность, предприимчивость.

Интерес молодежи к науке по-прежнему достаточно высокий. Это подтверждается ее удельной численностью в составе кандидатов наук, серьезной заинтересованностью в получении высшей научной квалификации и дальнейшем трудоустройстве в науке после обучения в магистратуре

и аспирантуре. Исследования академических социологов (а они в последнее время проводятся на регулярной основе) показали, что для преобладающего большинства молодых выпускников вузов при поступлении в академическую аспирантуру доминирующим мотивом являлась возможность повысить свою квалификацию – защитить кандидатскую диссертацию, получить ученую степень кандидата наук (67–77% опрошенных в разные годы). Опросы обучающихся в академической аспирантуре также показали, что самым важным для их эффективной работы в научной сфере является удовлетворенность самим процессом и результатами труда (97,1%).

Что касается вовлеченности молодежи в серьезный исследовательский процесс, то, например, Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований регулярно проводятся конкурсы на соискание грантов для молодых ученых, как и совместные конкурсы с Российским фондом фундаментальных исследований (а сейчас – Российским научным фондом) для молодых ученых. В рамках этих конкурсов молодые ученые Академии наук в настоящее время выполняют преобладающее число исследований – 131 проект.

В составе наших инициатив – Форум научной молодежи «Путь в науку», «100 талантов НАН Беларуси» и конкурс «100 инноваций молодых ученых», в рамках которых отбираются самые перспективные идеи и разработки для практической реализации в интересах построения интеллектуальной экономики Беларуси.

Переходя ко второй части вашего вопроса, соглашусь, что есть большие различия между наукой и бизнесом, если их рассматривать «в чистоте». Но если взять для анализа причинно-следственные связи, то можно констатировать: ни один успешный бизнес не обошелся без творческого, инновационного подхода, будь то реализация смелой идеи, научной разработки или способа организации производства или маркетинга продукции. Равно как и наука немыслима в отрыве от запросов предпринимательского сектора и без инвестиций. Поэтому в Академии наук четко выдерживается курс на создание собственных производств, начиная с экспериментальных до опытных, малотоннажных и даже промышленных. Кстати, величина контрактов для нас определяется не столько объемом средств, которые заплатил заказчик, сколько значимостью нашей разработки для национальной экономики. А ведь влияние на социокультурное развитие белорусского общества, например, исследований в области истории и культуры или академических фармпрепа-

ратов и вакцин вообще трудно выразить в денежном эквиваленте. Потому что суверенитет, независимость, духовность, здоровье не продаются.

Если взять внешне-торговый вектор, то здесь, конечно, стоимость заказа выходит на первый план. Но, повторюсь, основные объемы получают уже на этапе тиражирования в промышленности, медицине, АПК, других секторах экономики. Говоря обобщенно, мы ежегодно продаем за рубеж академической наукоемкой продукции (товаров, работ, услуг) на сумму более 50 млн долл.

Молодые ученые вносят существенный вклад в реализацию крупных проектов Академии наук, работая в составе исследовательских команд. Есть и сугубо молодежные начинания. Так, в Институте биоорганической химии усиленно работает молодежная лабораторная технология получения синтетических двухцепочечных ДНК, которые реализуются биотехнологическим и биофармацевтическим компаниям страны. В Институте микробиологии молодыми учеными создан комплекс по диагностике и подавлению возбудителей болезней овощных культур. Молодыми исследователями Института механики металлополимерных систем изготовлена опытная партия тормозных колодок, в состав которых входят отходы сталеплавильного производства, заменяющие дорогостоящие металлические дисперсные наполнители. И таких примеров много.

– *Какие меры мотивации и стимулирования труда, в том числе молодежи, предпринимаются в НАН Беларуси? Как они срабатывают? Какие в целом тенденции молодежной политики в Академии наук? Как идет ротация научных кадров и обеспечивается ли требуемое воспроизводство научного потенциала?*

– Научные кадры, прежде всего молодежь, – наш абсолютный приоритет. Умная, образованная, высокодуховная молодежь – это наше будущее. В отличие от других сфер, от нас, из Академии наук, талантливая молодежь не уходит. Ежегодно мы принимаем на работу 300 и более лучших выпускников вузов.



У ПОДЛИННОГО
УЧЕНОГО ДОЛЖНА
СУЩЕСТВОВАТЬ ОПРЕ-
ДЕЛЕННАЯ ПРЕДРАСПО-
ЛОЖЕННОСТЬ К ТОМУ,
ЧТОБЫ СТРЕМИТЬСЯ
К ПОНИМАНИЮ СУТИ
ВЕЩЕЙ, СОЗДАНИЮ
ПОЛНОЙ КАРТИНЫ
МИРА, ПОСТОЯННОЙ
ИНИЦИАТИВНОСТИ И
ТВОРЧЕСКОМУ ПОДХОДУ,
К КАКОМУ БЫ ИССЛЕДОВА-
ТЕЛЬСКОМУ ОБЪЕКТУ
ЭТО НИ ОТНОСИЛОСЬ

Готовим их через магистратуру, аспирантуру, докторантуру и соискательство. Буквально несколько цифр. В магистратуре нашего Института подготовки научных кадров в минувшем году завершили обучение 65 магистрантов по 10 специальностям. В текущем году зачислено 102 магистранта. В аспирантуру научных организаций НАН Беларуси в 2021 г. были зачислены 124 гражданина Беларуси и 13 иностранных граждан из Китая, Туркменистана и Украины.

Тенденции обнадеживают: сейчас средний возраст ученых по Академии наук – около 47 лет. А ведь еще недавно он превышал 60 лет. Доля исследователей в возрасте до 29 лет выросла за последние 5 лет с 18 до почти 37% (36,5%) всего состава Академии. Из них 13% – это молодые кандидаты наук. Около трети руководителей организаций Академии – люди в возрасте от 40 до 49 лет, а в возрасте до 40 лет – примерно каждый десятый руководитель. Но должен отметить: возраст – не самоцель. Нужен оптимальный кадровый баланс, чтобы умножить креативную энергию, свойственную юности, на солидный багаж знаний и опыта, присущий зрелым ученым. И получить в итоге синергетический эффект от сочетания их лучших качеств и компетенций.

В Беларуси работа с одаренной молодежью поставлена на системную основу. Например, ежегодно проводятся открытые конкурсы на соискание стипендий Президента Республики Беларусь. В текущем году такие стипендии назначены 13 аспирантам и 38 молодым ученым Академии наук. Также ежегодно организуются конкурсы среди докторантов, аспирантов и соискателей на получение грантов Президиума НАН Беларуси для выполнения научно-исследовательских работ. Академией наук учрежден ряд своих ведомственных премий и грантов. Так, в 2021 г. гранты были выделены 32 исследователям. В целях поддержки талантливых молодых ученых и стимулирования их творческой инициативы ежегодно в НАН Беларуси присуждаются специальные премии имени выдающихся исследователей – академиков В.М. Игнатовского, В.Ф. Купревича

и Ж.И. Алферова. В прошлом году лауреатами этих премий стали 6 молодых академических работников.

На систематической основе мы проводим конкурс «100 молодых талантов НАН Беларуси» и формируем соответствующий банк данных. Ежегодно

проводятся фестивали науки, собирающие тысячи участников и посетителей.

Вообще, к вопросам мотивации труда мы подходим комплексно. В Академии наук создана развита система стимулирования и все условия для творческого труда, которые обеспечивают широкие возможности для самореализации, публикации и внедрения результатов исследований, зарубежных стажировок и др. Постоянно ставим задачи по наращиванию результативности труда и находим для этого действенные методы. У всех ученых существуют возможности дополнительно зарабатывать через договоры с предприятиями, международные гранты, отдельные проекты и другие формы. Важную роль в этой системе играет Совет молодых ученых НАН Беларуси. Он координирует работу советов молодых ученых Отделений наук и академических организаций. Сейчас в НАН более 2200 молодых ученых, или почти каждый четвертый академический исследователь.

Важнейшим мероприятием, проводимым СМУ, является ежегодная международная научная конференция «Молодежь в науке». В 2021 г. она состоялась уже в восемнадцатый раз. Участниками стали не только молодые белорусские исследователи, но также гости из России, Казахстана, Азербайджана, Кыргызстана, Таджикистана, Армении, Молдовы. Для учащихся впервые была организована секция «Первый шаг в науку» по естественнонаучным и гуманитарным дисциплинам с защитой проектов. Знаковым событием также является молодежный форум «Беларусь интеллектуальная», собирающий заинтересованных молодых ученых, учащихся и студентов из всех регионов Беларуси.

Должен обратить внимание на то, что воспроизводство кадрового потенциала – сложный процесс. В частности, подготовка научных работников высшей квалификации, кандидатов наук – не менее 5 лет, а докторов наук – до 10 лет, а порой и до 20 лет. В этой связи в Академии наук создана и функционирует слаженная и действенная система работы с кадрами, в том числе с молодежью. Она охватывает все ключевые области – от личностной самореализации до творческих устремлений и профессиональных компетенций. Что касается стратегических векторов молодежной политики, могу высказать собственное видение. Молодые люди всегда стремились максимизировать собственную значимость, отстаивать права, быть авангардной частью общества, которая воплощает образ будущего. Миссия молодежи – создавать и предлагать инновации, служить проводниками и ускорителями прогресса.



**МИССИЯ МОЛОДЕЖИ –
СОЗДАВАТЬ И ПРЕДЛА-
ГАТЬ ИННОВАЦИИ,
СЛУЖИТЬ ПРОВОДНИ-
КАМИ И УСКОРИТЕЛЯМИ
ПРОГРЕССА**

Поэтому мировому устремлению к «охоте за головами» мы должны противопоставить свое четкое видение перспектив и связанных с ними мотивов. Все категории населения вне зависимости от возраста должны чувствовать себя комфортно, ощущать защиту государства и иметь возможность реализовать свой потенциал.

Мы намерены и дальше расширять инструментарий мотивации профессионального роста молодежи. В этих целях видим необходимость формирования специальных платформ, в частности молодежных экспертно-консультативных советов и лабораторий инноваций и академий молодых ученых по ключевым направлениям научных исследований. Полагаем перспективным укрепление связей и проведение совместных мероприятий с зарубежными молодежными организациями, и особенно в рамках СГ, ЕАЭС, СНГ, ШОС, а также такими как Международная ассоциация академий наук, Молодежная академия Организации Объединенных Наций, Глобальная молодежная платформа инвестиций и партнерства и др.

– Насколько широки научные связи ученых Национальной академии наук Беларуси? С какими странами они самые тесные и продуктивные? Насколько распространенными являются стажировки наших ученых в ведущих зарубежных центрах? Приезжают ли к нам иностранные ученые? Что в большей мере они отмечают в Беларуси и Национальной академии наук?

– Вопросы международной научной кооперации, развития сети совместных межгосударственных научных структур обретают все большую актуальность. Благодаря обмену новейшими идеями и инновациями, сложению возможностей и компетенций различных ученых и научных организаций мы можем по-новому взглянуть на решение многих актуальных проблем. Сегодня по линии НАН Беларуси действует более 100 договоров о сотрудничестве с академиями наук, крупными научными и научно-производственными центрами из 87 государств.

На базе академических организаций работает свыше 40 международных исследовательских центров с научными учреждениями из России, Китая, Вьетнама, Кореи, Японии, Германии, Швеции и других стран. Такие центры и лаборатории созданы в самых перспективных областях. Они нацелены на разработку и адаптацию высоких технологий, а также их продвижение на зарубежные рынки.

Например, в прошедшем году организации НАН Беларуси посетили представители зарубежных научных и деловых кругов из 47 стран. В свою очередь, мы командировали своих ученых в 36 стран. Это и сопровождение действующих и заключение новых контрактов, и выставочная деятельность, и участие в научных исследованиях и конференциях. Конечно, процессы взаимного обмена делегациями и так называемая академическая мобильность, включая стажировки, заметно сократились из-за влияния пандемии. Но мы активно осваиваем форматы дистанционного и комбинированного общения, используем преимущества видеоконференцсвязи. Кстати, это в тренде цифровизации, как и удаленный доступ к приборно-лабораторному оборудованию, базам данных, вычислительным ресурсам.

Важно, что благодаря постоянным целенаправленным усилиям Беларусь поэтапно становится крупнейшим региональным центром науки и инноваций. Это подтверждается и тем, что сегодня НАН Беларуси является базовой организацией Международной ассоциации академий наук, и тем, что на ее площадке осенью 2021 г. прошли ключевые мероприятия – Международная научно-практическая конференция, посвященная 30-летию СНГ, III Форум ученых СНГ и Съезд научных советов МААН. Эти знаковые для научного сообщества события собрали широкую аудиторию. На них были представлены все основные направления современных исследований. Важно и то, что они подтвердили приоритет кооперации и интеграции над обособлением и попытками отдельных стран выстроить собственное благосостояние за счет других. Характерно, что Национальная академия наук Беларуси сейчас работает в русле актуальных, «топовых» направлений, по которым проводят исследования и другие ведущие мировые научные центры. Результаты не уступают по своей значимости многим лучшим достижениям мировой науки.

Самые тесные и продуктивные связи у нас, условно, с российскими коллегами. Только в последние годы реализован ряд программ Союзного государства: «Технология-СГ», «ДНК-идентификация», «Комбикорм-СГ», «Интеграция-СГ». А за время существования Союзного государства белорусскими и российскими научными организациями успешно выполнено более 50 таких программ в разных областях. Получены сотни новейших разработок мирового уровня. Работа не останавливается: в проработке на разных стадиях находятся концепции еще порядка 20 новых программ Союзного государства. В данном контексте особые перспективы

мы связываем с проектами класса мега-сайенс, участие в которых будет осуществляться в кооперации с Курчатовским институтом и Сибирским отделением РАН. Развиваем сотрудничество с Объединенным институтом ядерных исследований (г. Дубна, Россия). Этот международный научный центр объединяет представителей 23 стран. Совсем недавно утвержден план наших совместных работ, предусматривающий в текущем году реализацию 21 проекта.

Новый импульс для взаимодействия мы видим в сотрудничестве с региональными научными центрами России. Стало хорошей практикой посещение НАН Беларуси делегациями российских регионов. Это форма прямого общения, которая позволяет из первых рук получить самую актуальную информацию о наших взаимных разработках, определить области заинтересованности, выходить на новые контракты. Без ложной скромности могу сказать, что многоаспектная деятельность НАН Беларуси получает самые высокие оценки российских ученых и специалистов. Хочу особо отметить важность подписания в 2021 г. президентами Беларуси и России Декрета о развитии Союзного государства и принятия в его контексте 28 новых союзных программ. Предусмотрены меры и механизмы по широкому кругу вопросов – от макроэкономики до информационных систем и объединенных рынков. Это наглядное доказательство того, что работа идет в тесном взаимодействии. Надо подчеркнуть, что в Беларуси адаптированы все лучшие практики, которые обеспечивают высокую эффективность исследований и прямую связь науки и производства.

Не секрет, что успех кроется в наличии талантливых кадров, а также комфортной среды для их работы. Всем известны отличительные черты Беларуси: чистота, порядок, безопасность, высокий образовательный уровень, обеспеченность базовыми социальными условиями. В совокупности это и создает благоприятную экосистему для реализации совместных проектов.

– Какими достижениями гордится наша наука и Академия наук в частности? Как научные результаты ученых материализуются на практике? Какова роль науки в обеспечении устойчивого развития экономики страны?

– Перечислить все достижения, которые являются предметом гордости Академии наук, в рамках данного интервью, конечно же, невозможно. Их много. Поэтому назову только важнейшие, те, что стали настоящими брендами. Прежде всего

это белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли, благодаря которой Беларусь вошла в число космических держав. Созданные нами высокоэффективные системы электромагнитной защиты и системы управления позволили отечественному космическому аппарату находиться в космосе намного больше запроецированного срока. За эти достижения коллективы ученых обеих стран Союзного государства были удостоены специальной премии в области науки и техники. Кстати, специальные защитные материалы для спутниковой аппаратуры, разработанные академическими материаловедцами, позволили японскому аппарату успешно выполнить миссию на Меркурий. Далее – новейшие технологии в области атомной и возобновляемой энергетики; разработка компонентной базы (двигатели, батареи, силовая электроника) и создание новых видов электротранспорта – от коммерческого (электробусы и грузовики) до легковых автомобилей и малого персонального (электросамокаты, скутеры и др.). Продолжая цепочку, могу назвать беспилотные летательные комплексы разного назначения, а сейчас, в содружестве с крупными предприятиями, и беспилотные тракторы, и карьерные самосвалы. Нашей визитной карточкой всегда была оптика, оптоэлектроника, фотоника и СВЧ-электроника. Созданные в Академии наук заделы позволяют успешно решать многие вопросы своей новейшей микроэлектроники в нынешних санкционных условиях. Причем не только в Беларуси, но и в Союзном государстве, и в ЕАЭС. Также важное направление, где компетенции белорусской науки бесспорны, – суперкомпьютерные технологии, от собственно разработки так называемого «железа» до программного обеспечения, сетевых ресурсов, баз данных и решения прикладных задач в интересах различных отраслей национальной экономики и их работы в режиме электронного государства. В контексте цифровизации следует обязательно выделить разрабатываемые Академией наук технологии искусственного интеллекта, нейронных систем, которые позволяют решать самые сложные инженерные задачи автоматизации и создания обучающей, промышленной и бытовой робототехники. Нами сформирован национальный сегмент мировой научно-образовательной компьютерной грид-сети, интегрированный в общее информационно-вычислительное пространство Союзного государства и общеевропейскую компьютерную сеть. Назову также разработанную нами систему идентификации и прослеживаемости товаров AITS, кото-

рая интегрирована с российской системой «Меркурий» и работает на всем евразийском пространстве.

Еще одна крупная задача, которую мы успешно решаем, – научное сопровождение биотехнологической отрасли. По сути, это целый конгломерат, который пронизывает все народное хозяйство. Кстати, здесь мы активно сотрудничаем с Белорусской национальной биотехнологической корпорацией, призванной на основе высоких технологий при производстве аминокислот обеспечить животноводство качественными и сбалансированными кормами. Академия наук разрабатывает высокоэффективные биопрепараты для сельского хозяйства, в том числе кормовые добавки и концентраты для животных, биопестициды, витаминно-минеральные смеси, вакцины и диагностикумы.

Конечно, ученые вносят существенный вклад и в сферу здравоохранения. Мы выполняем спектр генетических исследований, разрабатываем клеточные технологии, создаем новые лекарства точечного целевого назначения для развития персонализированной медицины, профилактики и лечения онкологических, иммунных, инфекционных, воспалительных и других болезней. Прорывом стало создание вакцины от COVID-19, которая сейчас находится в стадии испытаний.

Завершить такой, я бы сказал, обзорный перечень наших достижений хочу еще одной областью академической специализации – научным сопровождением АПК. Здесь и инструментарий точного земледелия и животноводства, включая беспилотную технику и роботизированные фермы, и новые сорта сельскохозяйственных растений с улучшенными свойствами (урожайность, устойчивость к вредителям, длительное хранение и т.п.), и новые породы животных (белорусские породы свиней, коров, лошадей, кроссы птицы и др.), и функциональные продукты питания, адаптированные к потребностям различных групп населения.

Таким образом, даже такое краткое перечисление показывает: для Академии наук нет «белых пятен» на карте белорусской экономики. Мы научно и методологически сопровождаем все без исключения крупные отраслевые комплексы и флагманские предприятия, работая с ними в тесном постоянном контакте. Поэтому роль науки в экономическом росте трудно переоценить. Отмечу, что иногда возникающие между экспертами споры о количественной оценке вклада науки в ВВП сейчас, на мой взгляд, неуместны. Ведь науку, как и любой живой организм, можно рассматривать только системно, в неразрывном единстве целей, задач и функций с другими ком-

понентами национальной экономики. Только скоординированная совместная работа, длительная кооперация субъектов экономической и социокультурной сферы в состоянии обеспечить устойчивость роста.

– В настоящее время в связи с санкциями западных стран остро стоит задача импортозамещения, и особенно в сфере высоких технологий. Что предлагает Национальная академия наук в этом плане? Есть ли соответствующие школы и потенциал для импортозамещения? Приведите, пожалуйста, конкретные примеры.

– Надо сказать, что в условиях санкционного давления и кризисных явлений в мировой экономике одной из важнейших задач государственной политики в научно-инновационной сфере является обеспечение технологического суверенитета в ключевых секторах экономики – промышленности, здравоохранении, АПК и др. Для этого у нас есть достаточный интеллектуальный потенциал. Мы смогли не только сохранить свои ведущие научные школы, но и организовать новые в таких актуальных областях, как IT-сфера, наносфера, биосфера, композиты. Сейчас формируем в атомной и возобновляемой энергетике, развиваем в микро-, радио- и СВЧ-электронике и роботизации. Таким образом, мы концентрируем свой научный потенциал на выполнении инновационных проектов и научных разработок, имеющих стратегическое значение для развития отраслей экономики и регионов республики.

Надо отдать должное прозорливости Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко, благодаря решениям которого Академия наук приобрела стратегическую устойчивость. Приведу примеры. Согласно поручению Главы государства нами разработана и начала функционировать Государственная программа «Генофонд растений». Ее реализация позволила создать банк генетических ресурсов сельскохозяйственных культур и природной флоры Беларуси. Селекция приняла необходимую приоритетность. В итоге к настоящему моменту выведено более тысячи сортов и гибридов сельхозкультур, которые включены в Государственный реестр.



НАУКУ, КАК И ЛЮБОЙ ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ, МОЖНО РАССМАТРИВАТЬ ТОЛЬКО СИСТЕМНО, В НЕРАЗРЫВНОМ ЕДИНСТВЕ ЦЕЛЕЙ, ЗАДАЧ И ФУНКЦИЙ С ДРУГИМИ КОМПОНЕНТАМИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Также по инициативе Президента в Академии созданы научно-практические центры по земледелию, животноводству, картофелеводству и плодовоощеводству, механизации, которые сегодня не только генерируют наукоемкие разработки – новые сорта, породы животных, продукты питания и многое другое, но и производят готовую продукцию для широкого потребления, например элитные семена, сельскохозяйственные машины, средства защиты растений, ветеринарные препараты. А ведь все это не только импортозамещение, но и гарантии продовольственной безопасности.

В настоящий момент нами сформированы и направлены заинтересованным государственным органам и организациям перечни высокозначимых научных разработок по 780 позициям, а также перечни производимой нами импортозамещающей

продукции по 147 позициям. Составлен каталог продукции, которая может быть оперативно произведена академическими организациями по заказу отраслей в целях импортозамещения (сейчас это более 220 позиций). Только в 2021 г. Академией наук осуществлен выпуск импортозамещающей продукции по 226 наименованиям на сумму порядка 486 млн долл., что выше запланированного.

В контексте совещания по вопросам развития микроэлектроники, проведенного Президентом Республики Беларусь А.Г. Лукашенко, импортоопережение и импортоэффективность сейчас стали для нас определяющими. Особенно применительно к попыткам так называемого технологического протекционизма со стороны государств – обладателей передовых разработок. Ведь понятно, что без микроэлектронных чипов сейчас не обходится даже самая простая бытовая техника. Поэтому мы ставим задачу быстро наладить выпуск необходимой электронной компонентной базы, а также отечественного программного обеспечения для использования на объектах критической инфраструктуры, таких как энергетика, связь, оборонно-промышленный комплекс, финансовые учреждения и др. Для этого нами уже разработана концепция создания собственной электронной компонентной базы, а также развернута работа над соответствующей Программой научного обеспечения сферы микроэлектроники.

Таким образом, санкционное давление западных стран на Беларусь, а также Россию превращает вызовы современности в наши новые возможности. Мы способны объединить свои промышленные, финансовые и прежде всего научно-инновационные потенциалы для решения самых амбициозных задач. Например, сейчас активно идет работа по созданию мощных суперкомпьютеров семейства «СКИФ», в том числе линейки машин, относящихся к классу персональных. То есть новейшие вычислительные системы будут доступны и по цене, и по массогабаритным параметрам, и по энергопотреблению не только крупным потребителям расчетов, но и небольшим организациям. Но это лишь один фрагмент из области микро- и оптоэлектроники в немалом перечне стратегических мер.

– Не секрет, что ученые со всего мира ехали ранее в США не только за высокой заработной платой, но и за самореализацией. Надо признать, что даже в Советском Союзе такой возможности советские ученые не имели. Пресловутые планы и лимиты нередко регламентировали и ограничивали деятельность отечественных ученых. А есть ли возможности для самореализации в современной Беларуси, например в Академии наук?

– Соглашусь с вами в том, что для настоящего ученого материальное вознаграждение – скорее сопряженный результат. Важнее – получить признание коллег, быть в кругу равных. Но, наверное, самое важное – открывать тайны мироздания, создавать новые знания, служить высоким целям прогресса. Возможно, это не вполне укладывается в пирамиду так называемых жизненных потребностей человека. Но ведь ученые – это особая «каста», где на первом месте – потребность созидания и свершений. Конечно, условия для развития научного творчества в каждой сфере весьма специфичны и многообразны. Они охватывают и вполне материальные объекты – приборы и оборудование, испытательные стенды, вычислительную технику, возможности экспериментальных и опытных производств, а также финансовое обеспечение, и то, что можно отнести к нематериальным активам – накопление знаний, объекты интеллектуальной собственности, создание научных школ, и даже особый дух креативности, который витает в лабораториях. То, что материальная сторона вопроса – не всегда в науке первична, подтверждают и процессы миграции. Многие, попробовав «сладкой жизни» за границей, возвращаются на Родину.



**В БЕЛАРУСИ СОЗДАНЫ
ВСЕ НЕОБХОДИМЫЕ
И ДОСТАТОЧНЫЕ УСЛО-
ВИЯ ДЛЯ ПРОДУКТИВНО-
ГО ТРУДА УЧЕНОГО –
И МАТЕРИАЛЬНЫЕ,
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ,
И ОРГАНИЗАЦИОННО-
УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ,
И СОЦИАЛЬНО-БЫТОВЫЕ**

Выше я достаточно подробно останавливался на вопросах кадровой политики, работе с молодежью, поэтому отвечу кратко и категорично: в Беларуси созданы все необходимые и достаточные условия для продуктивного труда ученого – и материальные, и технологические, и организационно-управленческие, и социально-бытовые. А все необходимые элементы интернационализации исследований мы дополняем через систему международного научно-технического сотрудничества, путем совместных проектов, публикаций, стажировок, консультаций, конференций и т.п.

– Сфера науки – генератор новых знаний и разработок. Но без их востребованности эта генерация может быть холостой и пробуксовывать. Однако предприятиям реального сектора не нужны «голые» идеи, им важны реальные научные и инновационные технологии. Способна ли белорусская экономика работать в кооперации с наукой и готовы ли отечественные предприятия платить за научные разработки и изобретения? Может ли белорусская наука отвечать на запросы конкретных предприятий?

– В порядке концептуальной схемы скажу, что работа модели «наука – образование – производство» – это своего рода показатель зрелости общественно-экономической системы. Вся история человечества наглядно демонстрирует, что эта триада неразрывна и развивается по восходящей. Если связи в ней ослабевают или разрываются, то вся система неизбежно терпит крах. Успех белорусской модели во многом определяется тесной кооперацией, работой в одной «упряжке» всех сфер экономической инфраструктуры. И, как это принято в кооперации, каждый участник в силу своих максимальных компетенций вносит свой вклад и получает соразмерную долю эффекта. Генерация новых знаний и создание на их основе инноваций является миссией Академии наук. Полагаю, что с ней она справляется, и достаточно успешно. Так, в рамках государственных, отраслевых и региональных научно-технических программ и мероприятий ежегодно разрабатываются и доводятся до стадии практического применения сотни наименований научно-технической продукции. И академические разработки не «повисают в воздухе», они оперативно внедряются в практику организаций реального сектора. В результате только в 2021 г. использование академических разработок позволило произвести продукции на сумму около 2 млрд руб. Также в Академии

наук сформирована система из более чем 70 междисциплинарных научно-исследовательских лабораторий и центров перспективных научных исследований, называемых кластерами. Созданы и функционируют производства разной размерности высших технологических укладов – от лабораторных до юридических лиц. Их в Академии наук более 100.

– Спрос на науку и технологии сейчас огромный. Парадокс, но санкции Запада здесь не только не мешают, а и способствуют росту такого спроса. Не является ли более логичным тем же банкам держать прибыли и валютные резервы предприятий сейчас не в бумажных деньгах или даже в ценных металлах, а в человеческом капитале? Не случайно говорится, что ученые – золотой фонд любой страны. И если накопления направлять сюда, то вложения будут с избытком окупаться. Так делает сейчас весь мир. Готовы ли мы к тому, чтобы опережающими темпами вкладывать в науку и ученых?

– В целом, это общемировой тренд – рост инвестиций в науку и технологии. Причем ряд развитых стран направляет на исследования и разработки до 4% от своего валового внутреннего продукта. Крупные корпорации вкладывают в инновации миллиарды долларов. Конечно, тут имеет место и вопрос возможности, связанной с величиной экономики конкретной страны или отрасли, и фактор эффективности, который зависит от продуктивности труда ученых и умения добиться результата наиболее рациональным способом. Что же касается участия финансовых организаций в реализации научных инициатив, то такой опыт в Беларуси также имеется. Он касается в большей мере так называемых венчурных фондов, связанных с повышенными рисками. И это полностью соотносится с научной сферой. Хотя участие банков в финансировании основных и оборотных фондов организаций науки, безусловно, представляет интерес.

Надо подчеркнуть, что бюджетные средства, выделяемые на науку, в любой стране, в том числе и в Беларуси, строго привязаны к результативности программ и проектов, в которых прописаны конкретные выходные данные. У нас в стране они представляют собой своеобразный государственный заказ науке, в том числе и по тем направлениям, которые не поддаются прямой коммерческой оценке: продовольственная и информационная безопасность, социокультурное развитие, историческая память, национальная культура.

Вместе с тем надо подчеркнуть, что на Академию наук у нас приходится менее трети общих затрат по стране, идущих на науку. Причем в академической науке доля бюджетных средств составляет тоже примерно одну треть. А две трети надо изыскивать самим научным коллективам и ученым путем всевозможных коммерческих контрактов. В том числе путем организации собственного наукоемкого производства. Более того, Академия наук взяла курс на развитие внебюджетных форм привлечения средств: от работы по заказам, в том числе зарубежным, до формирования собственной производственной базы и участия ученых в коммерциализации результатов своих исследований. Практически в каждой научной организации Академии сейчас образованы коммерческие и хозрасчетные структуры. Для примера можно привести химико-фармацевтический кластер, создающий и выпускающий фармпрепараты «под ключ». Ведь посмотрите: количество освоенных новшеств выросло в стране за последние годы почти на четверть, и в этой связи более чем в 2 раза (до 10 млрд долл.) увеличился объем выпуска наукоемкой и инновационной продукции. По сути, это результат внедрения разработок ученых.

Тем самым Академия наук успешно решает не только свои ведомственные задачи, но работает на экономику страны. Одновременно вносит существенный вклад в глобальную копилку знаний, научных разработок и инноваций. По большому счету – создает задел на новый платежеспособный спрос, следовательно, на опережающее инвестирование в науку.

– Мы должны стремиться максимально обеспечить свою технологическую независимость за счет ускоренного развития отечественного научного потенциала. В первую очередь через усиление своего человеческого капитала. Конечно, все эти возможности необходимо концентрировать в конкретных программах и включиться в гонку за умы и интеллект. Посильно ли Беларуси и Академии наук решать приоритетные задачи, а именно – создавать не только высокие технологии для ведущих отраслей экономики, но и опережающими темпами формировать научный капитал для будущей экономики? Другими словами, насколько конкурентна наша наука для того, чтобы обеспечить конкурентоспособность экономики и сейчас, и в перспективе?

– Хочу ответить словами Президента нашей страны: «Время выбрало нас». То есть у нас нет иного выбора, как находиться в авангарде в гонке за технологическим лидерством. Проиграв в науке, мы неизбежно скатимся к роли провинции, периферии глобальных процессов. Поэтому сейчас как никогда важна целевая концентрация нашего потенциала. А это в первую очередь предполагает выбор прорывных направлений и способов аккумуляции на них усилий и средств. Все это вместе означает формирование точек роста экономики будущего. Практика подтвердила способность белорусской науки решать прорывные задачи. И у меня нет оснований сомневаться в перспективах. Ведь сейчас научное сообщество работает по мобилизационному сценарию, не только опираясь на прочный фундамент прошлых заделов, но и располагая современным арсеналом перспективных возможностей, включая мощное материально-техническое обеспечение, «пакет» цифровизации и новейшие кластерные формы организации. Уже сейчас ученые обеспечивают стратегические компоненты независимости Беларуси, создают высокие технологии мирового уровня для ведущих отраслей. Взять те же новейшие образцы электротранспорта, беспилотный трактор, новейший зерноуборочный комбайн или композиционные наноматериалы. В стране материализуются сотни новейших разработок. Они, кроме получаемых бесспорных прикладных и экономических эффектов, свидетельствуют о широких потенциальных возможностях белорусской науки.

Справедливость сказанного может быть подтверждена также и показателями патентной активности белорусских ученых. Известно, что защищенные права на объекты интеллектуальной собственности – это базисные технологии будущего и залог нашего технологического суверенитета. Так, на начало 2022 г. в Беларуси действовало более 26 тыс. охранных документов на объекты права промышленной собственности, принадлежащих национальным правообладателям. Причем процесс совершенствования экосистемы инноваций не приостанавливается. В частности, для стимулирования патентной деятельности в Налоговый кодекс внесены изменения, предусматривающие снижение в среднем на 30% ставок патентных пошлин, связанных с правовой охраной изобретений. Для аккредитованных научных организаций действуют льготы по уплате патентных пошлин в размере 25% от установленного размера (по аналогии с льготами для физических лиц).

– Владимир Григорьевич, вы часто говорите, что нынешняя Национальная академия наук Беларуси строится по типу научно-производственной корпорации. С этим нельзя не согласиться, учитывая количество созданных в Академии наук производств и темпы роста продаж инновационной продукции. Но зачем это Академии наук? Абсолютное большинство академий наук в мире – это или клубы ученых, главной задачей которых являются научные консультации, анализ и прогнозы развития науки, или объединения научных учреждений и ученых для проведения фундаментальных исследований. Вы добавили к этому еще такие функции, как прикладные исследования и разработки, создание собственных инновационных производств в разных сферах деятельности, а также тесное взаимодействие и обслуживание ведущих отечественных предприятий и отраслей. Тем самым вы делаете акцент на зарабатывании средств. Знаем, что вас за это даже некоторые критикуют. Вместе с тем справедливости ради надо сказать, что это не только расширяет горизонты науки, но и придает белорусской Академии бесспорную уникальность. Первое: как это оценивают ваши коллеги из-за рубежа? Второе: не страдают ли от этого фундаментальные исследования? Третье: посилено ли это самим ученым – и исследовать, и производить, и продавать?

– Действительно, в белорусской Академии наук ведется системная работа по усилению взаимодействия научных организаций с реальным сектором экономики. Мы широко используем кластерный подход, создаем совместные центры и лаборатории с предприятиями-лидерами, о чем я уже говорил. Важно подчеркнуть и то, что это лидерство ведущих предприятий не пошатнулось под бременем санкций, поскольку во многом основано на отечественной науке и технико-технологической базе, высоком уровне локализации. Среди наших инициатив также – целый ряд академических предприятий, которые аккумулируют научный потенциал и лучшие разработки для последующего получения серийного инновационного продукта. В структуре Академии наук, как в настоящей научно-производственной корпорации, помимо научно-исследовательских институтов, центров и объединений действует 12 организаций, основным видом деятельности которых является производство промышленной продукции, 5 крупных сельскохозяй-

ственных организаций, более 100 производств разной размерности (производственные участки, лабораторные производства и др.) в самих научно-исследовательских организациях, где осуществляется выпуск продукции, оказываются услуги, основанные на разработках Академии наук. Создано 26 отраслевых лабораторий для апробации и внедрения результатов научной и научно-технической деятельности в массовое производство.

Положительные оценки, которые мы получаем от зарубежных коллег, считаю заслуженными. Причем наиболее яркие эмоции проявляют посетители нашей постоянно действующей выставки, а также конкретных производственных участков в научных организациях. Востребованность разными отраслями экономики предлагаемых разработок – лучшее подтверждение справедливости нашего пути. Думаю, ни одна страна мира не располагает такой сконцентрированной и нацеленной на практический результат системой, как НАН Беларуси. Корпоративность для нас – не просто цель, это образ жизни и результат слаженных действий.

Для объективной оценки успехов белорусской науки можно сослаться на некоторые общепризнанные международные рейтинги. Например, по показателю «наука и технологии» рейтинга «хороших стран» (Good country Index) Беларусь имеет 34-ю позицию из 169. В Глобальном индексе инноваций наша страна поднялась на 17 позиций с 2016 г. и в прошлом году заняла 62-е место. По индексу человеческого развития Беларусь заняла 53-ю позицию среди 189 стран мира. По оценке Международного союза электросвязи, по рейтингу развития информационно-коммуникационных технологий она занимает сейчас 32-е место из 176 стран. В 2021 г. в международные базы научного цитирования Scopus и Web of Science включено в совокупности около 5 тыс. публикаций белорусских ученых. Разве это не показатели для небольшой страны?

Поэтому фундаментальная наука в Академии, по вашему выражению, вовсе «не страдает» от принятого курса на практико-ориентированные исследования и разработки. При этом мы убеждены, что различия между фундаментальной и прикладной



**МЫ СТРЕМИМСЯ
К ТОМУ, ЧТОБЫ НАУЧНОЕ
СОПРОВОЖДЕНИЕ
ЛЮБОЙ ИННОВАЦИИ
ПРОДОЛЖАЛОСЬ
И ПРИ ПОСТАНОВКЕ
ЕЕ НА ПРОИЗВОДСТВО,
И ПРИ ДЕМОНСТРАЦИИ
НА МНОГОЧИСЛЕННЫХ
ВЫСТАВКАХ С ЦЕЛЬЮ
ПРОДВИЖЕНИЯ
НА РЫНОК**

наукой чисто условные. Чтобы убедиться в этом, достаточно посмотреть еще и на устойчивую динамику роста публикационной активности академических ученых через призму международных наукометрических баз Scopus и WoS. Так, количество публикаций ученых НАН Беларуси в этих базах увеличилось по сравнению с 2020 г. на 8%, общее количество ссылок на публикации выросло на 11%. Индекс Хирша НАН Беларуси поднялся за последний год на 9 позиций.

Что касается вопроса о том, посильно ли ученым одновременно и исследовать, и производить, и продавать, то скажу, что благодаря кластерному подходу сегодня в научных организациях, центрах и объединениях работают не только исследователи, но и специалисты по организации производственных процессов, маркетингу, логистике. Так что самим ученым обычно не приходится стоять «у станка» или «за прилавком». Но это не значит, что ученый должен завершить свою миссию созданием научного отчета, новой формулы или модели. Мы стремимся к тому, чтобы научное сопровождение любой инновации продолжалось и при постановке ее на производство, и при демонстрации на многочисленных выставках с целью продвижения на рынок. Например, только в истекшем году для представления своих научно-технических разработок потенциальным потребителям разные организации Академии наук принимали участие в 37 выставочных мероприятиях, где было заключено около 500 контрактов на поставку как инновационной продукции, так и товаров и услуг на сумму более 4 млн долл.

– Владимир Григорьевич, вы недавно докладывали лично Президенту страны о совершенствовании уставной деятельности Национальной академии наук, в том числе об актуализации системы выборов академиков и членов-корреспондентов. Известно, что Глава государства поддержал ваши предложения. А о чем еще шел разговор с Президентом? Какие поручения и напутствия вы получили?

– Шло обсуждение широкого круга проблем – от научного обеспечения АПК и отраслей биотехнологической направленности до микроэлектроники и создания умных систем в различных отраслях экономики. Поднималась также тематика космоса, электротранспорта, беспилотников, сельского хозяйства. Президента интересовало все, чем живет наука и Академия наук, какие имеет результаты и пред-

ложения и какие испытывает трудности в развитии. Мы в очередной раз ощутили не только внимание, но и желание помочь во всем. В том числе и в таких вопросах, как внедрение и стимулирование инноваций, основанных на результатах исследований отечественных ученых. Например, на начальных этапах коммерциализации национальные разработки могут быть дороже импортных растратированных. Но собственная наука для Беларуси – это элемент стратегической безопасности. Ведь мы не только наращиваем компетенции в различных областях знаний, но и гарантируем увеличение локализации широкого спектра продукции, создаем конкурентный задел. И это помогает нам заставлять зарубежных поставщиков снижать цены, поставлять товары высоких потребительских свойств.

Ну а что касается поручений, то в ближайшее время мы готовимся представить Главе государства и широкой общественности наши новейшие импортозамещающие разработки. А также готовимся к новой встрече широкой научной общественности с Главой государства, уточняем тематику для обстоятельного разговора. Ведь страна крайне заинтересована в том, чтобы наука была реальной производственной силой и ее производительность, то есть наукоемкость, постоянно повышалась. Чтобы наука усиливала свои лидерские качества. В этом и состоит основное напутствие Президента страны ученым.

– В завершение нашей беседы еще два вопроса. Какова истинная роль белорусской Академии наук в обществе и стране? Или по-иному: что имеет общество и государство от нее и что теряет без нее? Бесспорно, эффективность деятельности науки часто незаметна, воспринимается как само собой разумеющееся. Заметно отсутствие науки, когда надо решать неотложные задачи, а некому. А еще – какие ближайшие перспективы развития науки и Академии вы прогнозируете, что нас ожидает, чем белорусские ученые могут удивить и где заявить о мировом лидерстве? Спасибо.

– Не открою секрета, если скажу, что решающим фактором конкурентоспособности любой страны во все времена был и остается высокопроизводительный труд. Измеряемый не только в готовых изделиях и их стоимости, но главное – в их качественных характеристиках и полноценности технологических цепочек на всем жизненном цикле. Наука в этих цепочках – это наша непосредственная производственная и консолидирующая сила, гарант

устойчивого воспроизводства потребительских стоимостей и интеллекта. А это, как известно, основа государственности и суверенитета. Отсюда просматривается целевая миссия Беларуси будущего в том, чтобы на основе преимущественно интеллектуального фактора закрепиться в лидерах по ключевым векторам научно-инновационного и технологического развития.

Президент Беларуси неоднократно указывал на ключевую роль науки и научных результатов как главного богатства и драйвера экономического развития. «Цели науке ставит само время», – подчеркивает А.Г. Лукашенко. В этой связи прежде всего нам надо упрочить базис сложившихся ведущих научных школ, доказавших свой мировой уровень, и одновременно продолжить работу над созданием задела по направлениям, которые будут доминировать в интеллектуальной экономике в ближайшей и отдаленной перспективе.

Мы должны завершить пилотную отработку ключевых компонентов Общества интеллекта. Развивать сеть кластерных структур и научно-производственных центров. Продолжить реализацию совместных с ведущими производителями исследовательских и практических инициатив, нацеленных на опережающее развитие традиционных секторов и принципиально новых точек роста для нашей страны. Надо, не откладывая, обеспечить материализацию известных проектов будущего и генерировать новые. Векторы их действия нами обозначены. Это IT-страна, Индустрия 4.0 и Интеллектуальное общество. Инструменты реализации – программы. Приоритетные сферы создания неиндустриальной структуры белорусской экономики, по которым у нас есть научно-технический задел, – это цифровые технологии, биотехнологии, робототехника, автоматизация, нанотехнологии и новые материалы, приборостроение, фармпрепараты, медицинские приборы и техника, точное земледелие и многие другие области высоких технологий.

Что касается вклада ученых в создание прорывных точек роста, то в ближайшей перспективе мы завершим формирование научной инфраструктуры искусственного интеллекта в обработке больших данных и реализации концепции «Интернет всего». Нам надо развернуть комплекс работ по космическим исследованиям и цифровым геоинформационным технологиям. Это должно выразиться, например, в создании группировки разных по целевому назначению белорусских спутников и новых модификаций суперкомпьютеров, в том числе офисных. Предстоит сформировать свою завершенную

систему по оптоэлектронике и микроэлектронике, охватывающую все сегменты радио- и приборостроения. В этой связи необходимы новейшие образцы обучающей, промышленной и бытовой робототехники. Важно дальнейшее освоение технологий производства стратегически значимых композиционных материалов, металло-, угле- и стеклопластиков, новейших лесохимических и нефтехимических продуктов. Также мы работаем над созданием экспериментальной базы по солнечной и водородной энергетике, отработываем экспериментальное производство суперконденсаторов электроэнергии. Медицине необходимы новые технологии, информационные системы и лекарства на основе оригинального отечественного синтеза. Акценты требуются на персонифицированную медицину.

Таким образом, разработки ученых должны создавать ядро интеллектуальной экономики будущего, которая будет отличаться сочетанием областей традиционной специализации, переведенных на новейшие цифровые возможности, и сфер неиндустриального комплекса, который может базироваться на технологиях высших укладов. И конечно, задавая структурную основу развития, надо идти по пути беспрецедентного импортозамещения и безальтернативной импортоэффективности. Научно-инновационное пространство Беларуси должно быть самодостаточным и независимым от внешней конъюнктуры.

Уверен, амбициозные задачи, поставленные перед учеными руководством страны, нам по плечу. Сейчас наука способна решать любые по сложности проблемы. Думаю, научное сообщество и в перспективе будет оправдывать статус интеллектуальной элиты, двигаясь и развиваясь в контексте мирового прогресса. ■



**ЦЕЛЕВАЯ МИССИЯ
БЕЛАРУСИ БУДУЩЕГО
В ТОМ,
ЧТОБЫ НА ОСНОВЕ
ПРЕИМУЩЕСТВЕННО
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО
ФАКТОРА ЗАКРЕПИТЬСЯ
В ЛИДЕРАХ
ПО КЛЮЧЕВЫМ
ВЕКТОРАМ НАУЧНО-
ИННОВАЦИОННОГО
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ**

ИМПУЛЬС ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



Согласно Концепции национальной безопасности, утвержденной Указом Главы государства, одной из серьезных угроз для страны является снижение научно-технологического и образовательного потенциала до уровня, не способного обеспечить инновационное развитие. В связи со сложившейся геополитической ситуацией вокруг Беларуси эта проблема становится чрезвычайно актуальной. О том, как она решается в условиях нынешних геополитических сдвигов, мы решили узнать у заместителя председателя Государственного комитета по науке и технологиям Татьяны СТОЛЯРОВОЙ.

– Обеспечение технологической безопасности представляет собой одну из ключевых задач для всех стран мира, включая нашу. И реальным национальным ресурсом, способным ее решить, являются современная наука и инновации. При наличии эффективной государственной поддержки они способствуют быстрому росту экономики и повышению ее конкурентоспособности на мировой арене. Именно поэтому работа по формированию и реализации проектов и мероприятий, направленных на инновационную активность всех субъектов хозяйствования, проводится постоянно. В частности, с учетом необходимости научно обоснованного технологического развития видов экономической деятельности в 2019 г. подготовлен Комплексный прогноз научно-технического прогресса Республики Беларусь на 2021–2025 гг. и на период до 2040 г. Для его составления выбраны 14 важнейших отраслей экономики, в которых производится около 70% валового внутреннего продукта, установлены наиболее перспективные для страны инновационные технологии, продуктовые группы, товары и услуги: определены ключевые направления научно-технологического развития, сформирован перечень объектов прогнозирования. На основе прогноза разработаны единые приоритеты научной, научно-технической и инновационной деятель-

ности на 2021–2025 гг., которые утверждены Указом Президента от 07.05.2020 г. №156, постановлением Совета Министров от 26.03.2021 г. №173 подготовлены и утверждены научно-технические программы на 2021–2025 гг., содержащие перечень заданий по созданию конкретных новшеств в интересах отраслей экономики. Кроме того, Указом Президента от 15.09.2021 г. №348 принята Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг., включающая главу «Формирование и ускоренное развитие наукоемких и высокотехнологичных секторов национальной экономики», где определены основные направления технологического роста промышленности, основные технологии, которые необходимо освоить в текущем пятилетнем периоде.

– *Татьяна Григорьевна, как корректируется инновационная политика для обеспечения научно-технологической безопасности?*

– В этой связи необходимо государственное регулирование, в том числе стимулирование и поддержка инновационной деятельности. Ее практическое воплощение – это участие организаций республики в выполнении заданий упомянутой Госпрограммы инновационного развития. В первом полугодии в нее было включено 74 про-

екта, из них 34, или 43%, основаны на технологиях V и VI технологических укладов. На них будет выделено более 75% от общего объема финансирования программы. Это свидетельствует о концентрации ресурсов на наиболее перспективных направлениях, таких как биологические, медицинские, фармацевтические и химические технологии и производства; машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы; энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование; агропромышленные и продовольственные технологии. Уже есть первые результаты реализации программы за 2021 и 9 месяцев 2022 г. Так, завершено выполнение 18 проектов, среди которых формирование банка стволовых клеток, клапанных и сосудистых аллогraftов в Минском НППЦ хирургии, трансплантологии и гематологии; организация производства медицинского стекла и изделий из него на ОАО «Белмедстекло». Налажено изготовление высокотехнологичных, инновационных аналитических и инспекционных комплексов, оптико-механических изделий двойного и специального назначения в ОАО «Оптоэлектронные системы». Отмечу также создание экспортно ориентированного производства оптических компонентов и лазерных систем с диодной накачкой нового поколения в Институте физики НАН Беларуси и реконструкцию меристемной лаборатории со строительством теплицы площадью 0,23 га в агрогородке Мотоль. Все проекты связаны с выпуском товаров с высокими потребительскими свойствами, экспортным и импортозамещающим потенциалом, способствуют увеличению удельного веса инновационной продукции в объеме промышленного производства, созданию новых рабочих мест.

Для развития высоких технологий и инноваций очень важна инновационная инфраструктура: специализированные фонды инновационного развития, венчурные структуры, центры трансфера технологий, технопарки и др. Их деятельность, в соответствии с законодательством, направлена на максимальное содействие резидентам технопарков в проведении опытно-конструкторских работ, создании производств, инжиниринге, бизнес-планировании, охране объектов интеллектуальной собственности, маркетинге, продвижении продукции, привлечении инвестиций, рекламе и т.д. Таким образом, государственная инновационная политика, будучи составной частью социально-экономической политики, нацелена на формирование благоприятных организаци-

онных и правовых условий для инновационного роста. Она подразумевает выполнение субъектами всех форм собственности инновационных проектов, соответствующих приоритетным направлениям НТД, с оптимальным сочетанием развития собственного научно-технологического потенциала, продвижения отечественных технологий на мировой рынок и трансфера зарубежных инноваций. Основные усилия будут сконцентрированы на стимулировании создания отечественных инновационных разработок V и VI технологических укладов, формировании полноценного рынка научно-технической и инновационной продукции, реализации импортозамещающих проектов, совершенствовании институциональной среды, стимулировании инновационного предпринимательства, развитии опытно-внедренческих структур и других перспективных направлениях.

– *Какие основные задачи поставлены Государственной программой инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг.?*

– Целью данного документа является достижение Республикой Беларусь инновационного уровня стран-лидеров, для чего предполагается сформировать благоприятные условия для осуществления и стимулирования научно-технической и инновационной деятельности на основе имплементации передовых мировых практик; обеспечить инновационный рост традиционных отраслей национальной экономики путем повышения наукоемкости производства; создать новые и ускорить становление существующих высокотехнологичных секторов экономики; расширить присутствие и закрепить позиции нашей страны на мировых рынках наукоемкой продукции; способствовать решению вопросов по импортозамещению. Для решения названных задач планируется кардинально перестроить работу предприятий обрабатывающей промышленности, в частности к 2025 г. довести удельный вес инновационно активных организаций в этом сегменте до 30,5%, 35% из которых составят субъекты, осуществляющие процессные инновации. До 21% должен вырасти удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме продукции и до 54% – новой или значительно улучшенной. Планируется, что доля экспорта наукоемкой и высокотехнологичной продукции в общем объеме белорусского экспорта достигнет 35,6%, и за период реализации программы появится не менее 12 тыс. новых рабочих мест.

Для выполнения озвученных задач ГПИР предусмотрен ряд новшеств. Существенной новацией стало создание системы косвенных механизмов стимулирования реализации инновационных проектов через применение действенных налогов, стимулов и таможенных преференций. Помимо этого в ГПИР разработан новый механизм формирования и реализации комплексных (кластерных) проектов, включающих несколько взаимоувязанных инновационных и научно-технических. Их ключевая особенность – в тесной взаимосвязи науки, инноваций и производства.

– Как вы оцениваете уровень применяемых в нашей стране технологий, или уровень ее технологичности?

– Мировой опыт показывает, что важнейшей точкой роста экономики являются высокотехнологичные производства. Доля их экспорта в общем объеме белорусского экспорта по итогам января – августа 2022 г. составила 37,7%, что выше планового годового показателя на 3,7% (34,0%). С целью стимулирования этого сектора экономики сформирован перечень высокотехнологичных товаров, утвержденный постановлением Правительства от 17.05.2022 г. №308. Приказом ГКНТ принят Перечень приоритетных специальностей научных работников высшей квалификации, необходимых для развития производств, относящихся к V и VI укладам экономики. Этот документ размещен на сайте Государственного комитета по науке и технологиям и дает представление о том, какие именно профессии наиболее актуальны для перехода страны на рельсы ускоренного движения к экономике знаний. Кроме того, ГКНТ делает особый акцент на развитии отечественных технологий высокого уклада. На их разработку средства республиканского централизованного инновационного фонда выделяются на безвозвратной основе. Проекты V и VI уровня технологических укладов, основанные на зарубежных технологиях, финансируются из средств Белорусского инновационного фонда на льготных условиях, а все иные – на возвратной основе. Полагаем, что данные подходы позволят придать уверенный импульс развитию и применению в нашей стране высоких технологий.

– Белорусским предприятиям приходится перестраиваться с трансфера зарубежных технологий на внедрение собственных разработок. Как они с этим справляются?

– В условиях санкционной политики данный вопрос имеет первостепенное значение для экономической безопасности республики. В этой связи ГКНТ выполнен анализ потребностей отраслей экономики о замещении соответствующего критического импорта. На основании запросов заинтересованных сторон подготовлена информация о НИОКТР, зарегистрированных в Государственном реестре научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, результаты которых могут использоваться при организации производства импортозамещающих товаров. В значительной степени проблемы их создания решаются путем осуществления научно-технических программ. В первом полугодии 2022 г. выполнялись задания 23 научно-технических программ, в том числе 14 государственных, 8 отраслевых и 1 региональной. Госзаказчиками в первом полугодии текущего года реализовывалось 454 задания, включая научно-исследовательские работы, проекты по подготовке производства и научно-организационному сопровождению программ (подпрограмм). По понятным причинам наибольшее количество заданий – более 90% – сконцентрировано в ГНТП.

По результатам завершенных работ с использованием новых технологий создано 1 новое, модернизировано 4 действующих производства, проведена техническая (технологическая) подготовка 9 существующих объектов. Так, впервые в Республике Беларусь в ходе реализации ГНТП «Зеленые технологии ресурсопользования и экобезопасности» осуществлен комплекс мероприятий по разработке активированных углей из кускового торфа, охватывающий всю технологическую цепочку: исходное сырье – пилотная установка – технология изготовления – активированный уголь. В итоге организовано новое опытное производство торфяных активированных углей на базе филиала «Экспериментальная база Свислочь» Института природопользования НАН Беларуси. Выполнение ГНТП «Цифровые технологии и роботизированные комплексы» увенчалось модернизацией и введением в эксплуатацию участка по производству беспилотного авиационного комплекса для применения средств защиты растений КЗР-20. Реализация задания ГНТП «Разработка фармацевтических субстанций, лекарственных средств и нормативно-правового обеспечения фармацевтической отрасли» позволила внедрить отечественную технологию изготовления проти-

возлепилептического лекарственного препарата «Прегабалин-Белмед» на РУП «Белмедпрепараты».

В рамках подпрограммы «Автотракторокомбайностроение» ГНТП «Инновационное машиностроение и машиностроительные технологии» в ОАО «ММЗ имени С.И. Вавилова – управляющая компания холдинга «БелОМО» и ОАО «Витязь» завершена подготовка к вводу в действие интеллектуальной системы конструкторско-технологического проектирования и производства изделий с использованием цифровых технологий. А в ОАО «Управляющая компания холдинга «Белкоммунмаш» выполнены работы по организации выпуска грузового электромобиля грузоподъемностью до 10 т с установкой системы беспилотного управления. Кроме того, на сегодня уже разработаны и доведены до стадии начала практического применения 63 новшества.

Конечно, в сложившейся ситуации белорусским предприятиям в одиночку непросто справиться с возникшим давлением. Но эта проблема является хорошим триггером к активизации деятельности по уже достигнутым и планируемым договоренностям с дружественными странами и регионами. Во многом нивелировать негативное воздействие санкций позволяет использование экономического потенциала Союзного государства. В течение последнего времени на заседаниях Группы высокого уровня Совета Министров СГ активно рассматривались вопросы о сотрудничестве Республики Беларусь и Российской Федерации в области микроэлектронных технологий, проектирования и производства электронной компонентной базы и электронного машиностроения, об условиях поставок лифтового оборудования на рынки обеих стран, о совместной биржевой торговле. Программа по формированию единой промышленной политики Беларуси и России – одна из 28 интеграционных программ – стала реальным рабочим инструментом для деловой кооперации. В составе ее мероприятий – перечень совместных проектов в рамках Союзного государства и подготовка на их основе планов по импортозамещению. Один из приоритетов – замена зарубежных комплектующих отечественными. По такой программе, например, на Минском подшипниковом заводе в 2021 г. освоено производство 26 типов новых подшипников для машиностроительного комплекса Беларуси. Объединив усилия в рамках совместных программ по импортозамещению, белорусские и российские предприятия защищают

себя от санкционных манипуляций. Так, например, МПЗ получил возможность поставлять под своим брендом на российский рынок собранные по кооперации в Самаре подшипники, участвовать в биржевых операциях и электронных торгах. В свою очередь, Средневожский подшипниковый завод благодаря кооперации вышел к белорусскому потребителю с продукцией, созданной в Минске из своих крупногабаритных деталей. Среди других примеров – строительство завода «Амкодор» в Петрозаводске, расширение линейки производства товаров МТЗ в Татарстане.

Важная роль в углублении белорусско-русской экономической интеграции и преодолении санкционного давления отводится реализации научно-технических программ Союзного государства, доказавших свою успешность на протяжении многих лет. В общей сложности научными организациями стран успешно выполнено более 50 таких программ, в результате чего наука и экономика получили сотни новейших разработок мирового уровня. Тематика программ – новые технологии, оборона и безопасность, космос, фотоника, суперкомпьютеры, информационная безопасность, гидрометеорология, медицина и др. В следующем году планируется приступить к финансированию еще двух программ: «Союз-Биомембраны», связанной с разработкой фармакологически активных соединений, технологий клеточной терапии и методов идентификации для лечения онкологических, аутоиммунных, сердечно-сосудистых и инфекционных заболеваний, и «Комбикорм-3», направленной на создание нового поколения кормовых добавок для сельскохозяйственных животных, птицы и рыбы.

Советом Министров Союзного государства приняты постановления «О внесении изменений в Порядок разработки и реализации программ Союзного государства» и «О внесении изменений в Порядок разработки и реализации проектов Союзного государства». Правовыми актами снимаются ограничения на сферы реализации проектов СГ, финансируемых из союзного бюджета, ранее они касались только образования и культуры. Это открывает для сторон новые возможности решения задач по обеспечению импортозамещения и подготовки новых программ Союзного государства для создания высокотехнологичных производств. Важным моментом является исключение этапа разработки проекта концепции программы, что позволяет сократить сроки разработки и согласования новых программ.

– Что, по вашему мнению, следует предпринять, чтобы повысить уровень технологичности национальной экономики?

– Очевидно, что в этот процесс необходимо вовлекать все сферы экономики, обеспечивая устойчивые связи научной отрасли с реальным сектором. В нашей стране на законодательном уровне определены два основных механизма такого взаимодействия. Первый из них – научно-технические программы: в период с 2021 по 2025 г. на реализацию 14 ГНТП планируется привлечь около 1 млрд руб. Их возможности в достаточной мере позволяют задействовать научный потенциал страны и предложить предприятиям готовый инновационный продукт, который в последующем может быть освоен в промышленных масштабах с использованием второго механизма – Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. Однако достижение поставленных задач невозможно без активного участия государственных заказчиков в лице республиканских органов государственного управления. Национальная академия наук Беларуси, Министерство промышленности, Министерство здравоохранения, Министерство образования, Государственный комитет по стандартизации, Оперативно-аналитический центр при Президенте Республики Беларусь достаточно оперативно работают в этом направлении, наполняя программы заданиями на конкурсной основе, делая ставку на высокотехнологичные проекты. Доля последних постоянно растет и приближается уже к 25%. Полагаю, что госзаказчикам следует активизировать свои усилия в деле разработки и внедрения высокотехнологичных инноваций, а со стороны государства, соответственно, необходимо дальнейшее развитие алгоритма реализации программ. Этой проблеме ГКНТ уделяет большое внимание, учитывая «обратную связь» между заказчиками и исполнителями заданий. В настоящее время ведется активная работа по совершенствованию нормативно-правовой базы НТД.

– Какие отрасли национальной экономики наиболее «отзывчивы» в этом плане?

– К таким отраслям можно отнести микро- и наноэлектронику, производство электротранспортных средств, приборостроение, фармацевтические производства, промышленную биотехнологию, информационные услуги. Они интенсивно

развиваются, определяют будущее национальной экономики на ближайшую перспективу и требуют постоянного роста, чтобы не отставать от мировых тенденций. Предлагаемые к разработке и внедрению новшества, определенные в приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности, должны соответствовать V и VI технологическому укладу и быть востребованы в сформированных по поручению Главы государства комплексных проектах будущего: национальный электротранспорт; биотехнологии в агропромышленном комплексе; точное земледелие; инновационное здравоохранение; биотехнологии для фармацевтики; «умные города» Беларуси. Эти проекты являются точками роста, поскольку формируют новые секторы экономики, стимулируют разработку и производство новых видов востребованной конкурентоспособной продукции и услуг. Кроме того, их реализация сопровождается масштабным мультипликативным эффектом, так как обеспечит создание и внедрение новой высокотехнологичной продукции в смежных отраслях промышленности, информационных технологий, агропромышленного комплекса. Проекты будущего потому и называются комплексными, что включают в себя в том числе и научно-технические задания в упомянутых ранее ГНТП и ГПИР.

– Какие научные проекты наиболее эффективны и важны для страны?

– Здесь можно ответить кратко: все. Следует только разделять проекты, отнесенные к социально значимым или направленным на обеспечение национальной безопасности Республики Беларусь, где не требуется обязательная коммерциализация разработок, и остальным программам, по которым необходимо достижение прогнозируемого коэффициента эффективности, представляющего собой отношение стоимости реализованной продукции к бюджетным затратам, на уровне 5,0. Кроме того, включение новых проектов в программы предполагает серьезный квалификационный отбор с обязательным положительным заключением государственной научно-технической экспертизы. Определяющими факторами при этом выступают: соответствие приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности, степень новизны новшества, достаточность проведенных предпроектных маркетинговых исследо-

ваний и компетенций научного персонала, задействованного в проекте, достижение заявленного объема работ тематике и др. Благодаря успешно функционирующей системе государственных научной и научно-технической экспертиз в 2016 – первом полугодии 2022 г. более 15% из 11 657 объектов экспертизы были возвращены как не подтвердившие свою эффективность, что не позволило направить на них бюджетные средства.

– *Как развивается в стране отраслевая наука, привлекаются ли ученые в производственный сектор, формируются ли научные подразделения непосредственно на предприятиях?*

– Отраслевая наука является связующим звеном между академическими и университетскими исследованиями, разработками и инновациями для производства. Ее суть определяется текущими проблемами каждой отрасли промышленности, а флагманом научного сопровождения инновационных проектов является сеть отраслевых лабораторий. В республике их 94. Необходимо отметить, что решение о создании таких структур принимается с учетом потребностей в них организаций реального сектора экономики и регулируется постановлением Правительства от 09.02.2017 г. №110 «Об утверждении Примерного положения об отраслевой лаборатории». Законодательством также предусмотрено финансирование мероприятий по развитию их материально-технической базы за счет средств инновационных фондов. Наибольшую эффективность демонстрируют отраслевые лаборатории, созданные в научно-технических центрах холдингов. К примеру, в Минпроме их 15, из них 7 приходится на НТЦ. По итогам 2021 г. стоимостной объем работ и оказанных услуг, выполненный отраслевыми лабораториями, составил 60 045,83 тыс. руб., из них 27 597,91 тыс. руб. (46,0%) приходится на внешних заказчиков, в том числе на экспортные поступления – 4136,50 тыс. руб. Лидеры – подразделения Министерства промышленности – за прошлый год заработали 20 479,83 тыс. руб., что составляет 34,1% от всего объема полученных средств. Примерами успешной деятельности также являются отраслевая лаборатория шинной промышленности БГТУ, которой в 2021 г. скорректирована рецептура протектора беговой резины на шинах, повысившая износостойкость, сцепление с сухим и мокрым покрытием, снизившая коэффициент сопротивления качению и позволившая получить более 1,5 млн

руб. экономического эффекта; отраслевая лаборатория прикладных космических технологий БГУ, подготовившая к запуску 2 летных образца научно-образовательного спутника BSUSat-2; отраслевая лаборатория элионики радиационно-стойкой и космической электроники Института прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко БГУ, где разработан и изготовлен вариант прибора наземных испытаний, на который в 2021 г. получено 2 патента Республики Беларусь на полезную модель. Этот программно-аппаратный комплекс для исследования процессов трения методом «диск на плоскости» в номинации «Лучший инновационный проект в области приборостроения» на конкурсе «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года» в рамках Петербургской технической ярмарки и выставок «Hi-Tech, энергетика и электроника» в 2021 г. в Санкт-Петербурге награжден дипломом 2-й степени и серебряной медалью.

Хороший функционал для разработки высокотехнологичной продукции имеют также центры коллективного пользования уникальным научным оборудованием, предоставляющие доступ к сложным исследовательским установкам и технологиям, а также образовательные, консалтинговые и экспертные услуги. Сейчас в республике функционирует 8 центров, половина из которых работает на базе организаций Министерства образования. Среди наиболее интересных разработок – новые катализаторы для полимеризации изобутилена и научные исследования образцов субстанций, используемых для производства лекарственных средств, выполняемые в Центре коллективного пользования уникальным научным оборудованием НИИ физико-химических проблем БГУ; современный расчет структуры водосбора группы озер в национальном парке «Нарочанский» и частном водосборе оз. Нарочь, который сделан в центре биологического факультета БГУ и позволяет установить доленое участие потенциальных источников загрязнения. По результатам исследований разработаны и внедряются мероприятия по устойчивому использованию биоресурсов. В перспективе предлагаемые подходы могут быть перенесены на другие водоемы.

В целом можно сказать, что потенциал для развития высоких технологий в нашей стране есть, и для этого созданы необходимые условия. ■

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

НАУКА, «ПЕРЕХОД» В ЦИФРОВУЮ ФОРМУ

Цифровизация и ее эффекты стали маркером глобальных изменений в производстве научных знаний и их распространении, а также новым способом коммуникации ученых. Для прояснения ситуации в сфере цифровой трансформации белорусской науки редакция журнала «Наука и инновации» пригласила ведущих экспертов страны поделиться своим видением развития данного процесса, его возможностями и перспективами.



Сергей Кругликов,
генеральный директор
Объединенного института
проблем информатики НАН Беларуси,
доктор военных наук,
кандидат технических наук, доцент

– Цифровизация как этап эволюции направлена на автоматизацию и информатизацию экономической деятельности, переход на цифровые технологии, в основе которых лежит не только использование ИКТ для повышения эффективности производства или управления, но также сбор, накопление, анализ и обработка больших данных для прогнозирования, оптимизации процессов и затрат, получения новых знаний. Все это ведет к качественно новому уровню жизнедеятельности общества в целом и модели развития и реализации приоритетных направлений формирования экономики уже как цифровой. Применительно к сфере науки цифровизация – это поиск более совершенных методов и алгоритмов, технических средств и технологических процессов или,

как сейчас принято говорить, бизнес-процессов, направленных на скорейшую цифровую трансформацию, то есть переход на кардинально новый или революционный путь развития.



Сергей Поддубко,
генеральный директор
Объединенного института
машиностроения
НАН Беларуси, кандидат
технических наук, доцент

– Закономерно, что цифровизация проникла в науку, основная задача которой как раз и состоит в получении объективной информации об объектах и процессах, протекающих в них, создании, систематизации, всестороннем развитии и распространении знаний. Она в значительной степени ускоряет научную деятельность как в части обмена знаниями, так и создания новых благодаря численным методам и средствам исследований, анализу результатов, а также их прикладному применению в различных отраслях экономики.



Андрей Гончаров,
директор Института биофизики
и клеточной инженерии
НАН Беларуси,
кандидат медицинских наук

– В области исследований, связанных с изучением биологических процессов, протекающих в живых системах, цифровизация позволила ученым разработать умные приборы и оборудование, которые за счет специализированных программных продуктов и приложений более точно, быстро проводят измерения, автоматически документируют полученные данные, осуществляют их обработку на различных подключенных устройствах, также снабженных ПО. Она открыла широкому кругу пользователей быстрый доступ к результатам научных изысканий, электронным публикациям по различным тематикам и, что немаловажно, минимизировала влияние человеческого фактора. Более того, цифровизация упростила систему участия в различных международных конференциях, съездах, симпозиумах в режиме онлайн. Она дала импульс к прогрессу таких направлений исследований, как биомедицина, биотехнологии, структурная биоинформатика, структурно-обоснованный дизайн лекарственных препаратов, в том числе и противоопухолевых, 3D-биопечать.



Иван Бордок,
ученый секретарь
Института леса
НАН Беларуси,
кандидат сельскохозяйственных наук

– Согласно социологическим данным, более 70% всех исследований в мире содержат либо данные, либо код, либо то и другое. Вот почему цифровизация многократно ускоряет и детализирует ход естественно-научных изысканий. Внедрение электронных вычислительных комплексов дает возможность производить многомерный статистический анализ на всех этапах экспериментальной работы, начиная от сбора информации и заканчивая ее обработкой и описанием

результатов в режиме реального времени. Радиоэлектроника и кибернетика позволили соединить анализ и обработку данных с проведением опытов или наблюдений на принципиально новой основе, когда одновременно исследуется взаимодействие множества различных процессов и количественно обрабатываются его результаты. Благодаря этому ученый не просто систематизирует и анализирует, интерпретирует их, но может оперативно менять ход работы и постановку задач, равно как и типы воздействия на изучаемую систему в зависимости от характера реакций, возникающих непосредственно в процессе эксперимента. К тому же цифровизация в науке – это еще и мобильная связь ученых по всему миру. Наличие научных интернет-порталов, проведение онлайн-конференций обеспечивают открытый доступ к важнейшим достижениям в различных областях науки, включая науку о лесе.



Дмитрий Груммо,
директор Института
экспериментальной ботаники
НАН Беларуси,
кандидат биологических наук

– IT-технологии все чаще применяются для изучения и сохранения биоразнообразия. В частности, стремительно создаются и интерактивно обновляются тематические специализированные базы данных, гербарные коллекции и электронные определители, обрабатываются большие массивы данных полевых исследований для геопространственного анализа, систематизации, классификации растительных сообществ, ведется многофункциональное картографирование с применением средств дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий, развиваются интерактивные web-gis-проекты для мониторинга и контроля над использованием природных ресурсов, привлекая интегрированные социальные сети. Искусственный интеллект проникает в самые разные области ботаники и биологии, он способствует пониманию биологических механизмов, в частности позволяет изучать закономерности формирования биоты без построения эмпирических моделей. Все эти направления в большей или меньшей степени активно развиваются в Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси.



Борис Паньшин,
профессор кафедры
цифровой экономики
экономического факультета БГУ,
доктор экономических наук, профессор

– Если говорить упрощенно, то суть цифровизации можно свести к достижению синергетических эффектов от комплексного использования технологического и интеллектуального капитала в различных сферах деятельности. Отсюда – сетевая координация взаимодействий, технологии больших данных, искусственный интеллект на основе нейросетей, позволяющий воспроизвести объективные законы самоорганизации сложных систем, каковыми являются современный социум, экономика и цифровая культура как институт формирования и передачи смыслов, когнитивных и социальных навыков поведения и взаимодействия людей в цифровой среде.

– Цифровизация ведет к формализации знаний, то есть оцифровывает их, формирует совершенно новую научно-техническую парадигму как для научных изысканий, так и обучения, и взаимодействия. Каково ее влияние на результативность науки?

Сергей Поддубко:

– Благодаря цифровизации создаются более эффективные средства и сервисы работы с информацией, которые дают ученому быстрый доступ к первоисточникам ранее проведенных исследований, результатам самых последних актуальных научных экспериментов. В качестве примера можно назвать оцифровку библиотечных фондов, кстати, один из первых подобных масштабных проектов был выполнен библиотекой Конгресса США в период с 1994 по 2020 г. Все ведущие научные издательства мира сегодня имеют цифровые базы опубликованных изданий. Это позволяет ученым оперативно получать доступ к ним и учитывать их в ходе выполнения и планирования своих работ. С другой стороны, при проведении экспериментов зачастую возникает потребность в обработке больших объемов данных различной структуры, и тут на помощь приходят искусственный интеллект, машинное обучение, прогнозная аналитика. Таким образом, вооружившись современными средствами, даже относительно немногочисленные коллективы могут

оперативно проводить достаточно глубокие исследования, к которым ранее приходилось привлекать целые лаборатории при существенно больших затратах времени и материальных ресурсов.

Особенно значительные изменения наблюдаются в части выполнения прикладных разработок. Это в первую очередь обусловлено экономическими причинами – стремлением производств и компаний к опережающему выводу на рынок инновационной продукции. Данные консалтинговой компании McKinsey говорят о том, что порядка 80% стоимости продукта формируется именно на стадии его разработки. А эксперты консалтинговой группы Deloitte отмечают, что технологии, связанные с выполнением НИОКР, вскоре претерпят значительные изменения и окажут наибольшее влияние на формирование производств будущего. В качестве примера стоит назвать концепцию четвертой промышленной революции Индустрия 4.0, сформированную в Германии и воспринятую в большинстве стран мира. Она предполагает новый подход к производству, основанному на массовом внедрении ИТ в промышленность, масштабную автоматизацию бизнес-процессов и распространение искусственного интеллекта. В концепции охвачены все этапы жизненного цикла изделия, начиная с его первого описания и заканчивая утилизацией, используя разнонаправленные потоки цифровой информации. Это обеспечивает для производителя возможность достаточно эффективно и оперативно выявлять запросы рынка и удовлетворять их с учетом действующих технических, эстетических и других требований, а также экономических и технологических ограничений. Благодаря применению комплекса цифровых программных средств конструирования, моделирования и оптимизации, виртуальных испытаний, технологической подготовки существенно ускоряется выход к прикладным исследованиям, повышается конкурентоспособность и производительность труда, его безопасность.

Теперь на стадии разработки за счет цифровых методов и средств можно анализировать сотни или тысячи вариантов рассматриваемых решений или их комбинаций и выбирать наиболее точно соответствующие исходным требованиям. Все это форсирует появление на рынке действительно инновационных технических продуктов. Яркий пример – развитие автомобильного рынка, электронных устройств и приборов, которые обновляются ежегодно, а то и еще чаще.

Сергей Кругликов:

– По моему мнению, кардинальных изменений, с точки зрения алгоритма проведения фундаментальных исследований, пока нет, но при этом ученые все чаще используют в своей деятельности доступные аппаратные средства, к примеру грид-сети и облачную инфраструктуру, программные сервисы с лицензионным или открытым ПО для поиска релевантной информации, проведения непосредственных расчетов для реального процесса или его моделирования, с тем чтобы оценить эффективность предлагаемых решений и результативность своей деятельности.

Дмитрий Груммо:

– С этим нельзя согласиться, поскольку информационные инновации существенно изменяют парадигму исследований. На примере нашего научного направления видно, что статистический анализ больших массивов полевых описаний, на который раньше уходило до полугода – практически весь камеральный период, сегодня занимает 20–30 мин. Более того, исчезают целые этапы научной работы. Полевые исследования все более активно ведутся с применением электронных шаблонов и хранением результатов наземных исследований в автоматическом режиме на серверах. В этом случае нет необходимости создавать заново электронные базы данных, выезжать еженедельно на объекты – все изменения фиксируются в онлайн-режиме.

При этом цифровизация научных процессов является стимулом для развития как фундаментальных основ ботаники – систематики растений, их классификации, фитоиндикации, так и современных направлений, имеющих сугубо прикладной аспект, в частности мониторинга, прогнозирования состояния природной среды в результате хозяйственной деятельности, контроля природопользования и экологической безопасности.

Иван Бордок:

– Новые технологии предоставляют возможность визуализации данных, ускоряют и упрощают анализ информации и ее интерпретацию, позволяют мгновенно увидеть самое важное. Публикации в режиме онлайн размещаются в научных электронных библиотеках, на базе которых функционирует автоматический подсчет прочтений и индекса цитирований. Так, научные публикации ученых Института леса размещены на информационно-аналитических порталах eLIBRARY, ResearchGate и др.

Андрей Гончаров:

– Цифровизация вносит динамику в фундаментальные исследования, что проявляется в более быстром поиске интересующей научной литературы, в возможности связаться через мессенджеры с исследовательскими группами со всего мира и обсудить интересующие вопросы, организовать и провести совместные исследования, опубликовать их результаты в электронном журнале. Еще хотелось бы отметить, что благодаря развитию цифровизации, интернет-ресурсов, наличию сайтов научных организаций, как и бизнес, получили возможность осуществлять продажи своих услуг на территории нашей страны и за ее пределами.

Борис Паньшин:

– Обобщая сказанное, следует констатировать рост значимости цифровых платформ для систематизации знаний, важность тщательной верификации и обеспечения их связности для использования фундаментальных знаний в прикладных разработках и создании инновационных продуктов. Ключевую роль играют социальные сети для научных коммуникаций и обмена мнениями. Сокращаются транзакционные издержки по взаимодействию ученых с государством, бизнесом и населением. В этой связи особую актуальность приобретает понимание общественной значимости цифровизации, ценность которой заключается в создании новых инструментов и возможностей для самоорганизации и самореализации людей.

– Цифровая трансформация позволяет исключить дублирование и избыточность при экспериментальных исследованиях, оптимизировать рабочие процессы, упростить использование данных, повысить эффективность коммуникации, а также преуспеть в области компьютерного моделирования в биологических, физических экспериментах, применяя прогнозное моделирование и искусственный интеллект. Задействован ли потенциал цифровых инструментов и сетевой инфраструктуры в отечественной науке?

Сергей Кругликов:

– В Национальной академии наук Беларуси создана современная сетевая инфраструктура, имеющая достаточно весомый набор цифровых инструментов и сервисов, который все активнее применяется для проведения экспериментов, научных исследований и опытно-конструкторских работ, и не только

академическими организациями, но и вузовской наукой, и производственным сектором. Таких примеров немало. Наиболее яркий – сетевая высокопроизводительная инфраструктура, созданная в ОИПИ – Республиканский суперкомпьютерный центр коллективного пользования. Он, обладая удаленным доступом к своим вычислительным ресурсам, предоставляет услуги для решения сложнейших прикладных задач в различных отраслях экономики страны. Белорусские суперкомпьютеры семейства «СКИФ», как правило, работают на прикладных предметно-ориентированных программных пакетах, обеспечивающих адекватность проведения моделируемых процессов и распараллеливание расчетов при разработке приложений в кластерной среде: ANSYS, LS-DYNA, LSPrepost, OpenFOAM, ParaView, PARALUTION.

Непрерывный рост производительности суперкомпьютерных систем дал толчок развитию одного из перспективных направлений – грид-компьютинга. Это современная технология создания эффективных распределенных гетерогенных сетей, интегрирующих информационные и вычислительные ресурсы. Ее задача – реализация гибкого, защищенного, скоординированного вычислительного пространства для совместного использования потенциалов. В распределенных грид-инфраструктурах задействуются механизмы обеспечения безопасности, в частности аутентификация и авторизация пользователей, обмен сертификатами, соблюдение конфиденциальности и целостности данных, а также аудит и мониторинг ресурсов и их посетителей. Практической реализацией идеи грид-компьютинга стал аппаратно-программный комплекс на базе грид-инфраструктур с суперкомпьютерными, а также Национальная научно-образовательная грид-сеть, оператором которой выступает ОИПИ. Она успешно эксплуатируется в десятках научных и учебных организаций.

Андрей Гончаров:

– В Институте биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси под руководством доктора биологических наук Валерия Вересова интенсивно развивается структурная биоинформатика и структурно-обоснованный дизайн лекарственных препаратов. Учеными используется операционная система Linux (Ubuntu) и программные пакеты Rosetta, Piper, Galaxy, I-TASSER,

HADDOCK, Prodigy, Glide, Pharmit, ZDOCK, Gold, GROMAX и др., а также базы данных PubChem, Zink, OPM, Memoir для исследований в области моделирования структур белков и их комплексов с белками и низкомолекулярными лигандами.

Научно-исследовательские работы, проводимые институтом, завершаются результатами, содержащими элементы цифровизации. Так, например, при выполнении НИОТР по созданию биотехнологической коллекции культур клеток человека, животных, высших растений, водорослей и цианобактерий одним из результатов исследований стала информационно-поисковая база данных, содержащая сведения об объектах, депонированных в эту коллекцию, разработан интернет-ресурс на ее основе.

Нами создана электронная база данных, содержащая информацию о пациентах, страдающих тяжелыми внебольничными пневмониями, в том числе и интерстициальными, осложненными острым респираторным дистресс-синдромом. Кроме того, клинические испытания, проводимые с использованием биомедицинского клеточного продукта на основе пулированных аллогенных мезенхимальных стволовых клеток были зарегистрированы в международной базе данных clinicaltrials.gov.

Дмитрий Груммо:

– В Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси создана оригинальная технология применения данных дистанционного зондирования для изучения растительного покрова Беларуси и составлены крупномасштабные карты растительности практически для всех крупнейших природных заповедников нашей страны – национальных парков «Беловежская пуща», «Нарочанский», «Припятский», «Браславский», Березинского биосферного заповедника, а также 30-километровой зоны БелАЭС. Общая площадь охвата геоботанических карт составляет 45,4% территории Беларуси. Эти наработки важны для подготовки научных и технико-экономических обоснований режимов охраны и использования более 40 особо охраняемых природных территорий, включая трансграничные, имеющие международное значение Рамсарские угодья, биосферные резерваты ЮНЕСКО, для оценки воздействия на окружающую среду и мониторинга растительности в 30-километровой зоне вокруг Белорусской АЭС, контроля правонарушений в сфере природопользования и пр.

Институт с 2016 г. ведет масштабный проект «Цифровая карта растительности Беларуси». Итог первого цикла – 2 тематические крупно- (1:25 000) и среднемасштабные (1:500 000) карты северной геоботанической подзоны страны, порядка 42,0% территории, теперь подобные карты создаются для остальной ее части.

На основе данных дистанционного зондирования и алгоритмов искусственного интеллекта разработан опытный образец программно-информационного комплекса, позволяющий осуществлять пространственную идентификацию не используемых в хозяйственном обороте земель и получать практические рекомендации по их вовлечению в хозяйственный оборот. Впервые в Беларуси разработана и внедрена комплексная система управления ресурсами растительного мира района для вовлечения в хозяйственный оборот полезных дикорастущих растений.

Создан интерактивный мультимедийный определитель по диагностике наиболее распространенных болезней в лесном фонде, питомниках и дендропарках.

Сергей Поддубко:

– Функции по развитию и прикладному применению технологий и методов цифрового проектирования в Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси возложены на Республиканский компьютерный центр машиностроительного профиля. Его основная задача – совершенствование процесса разработки, включая передачу передового опыта на предприятия, создание инновационной, конкурентоспособной и импортозамещающей машиностроительной продукции широкого назначения. Компьютерный центр решает ее, используя комплексные подходы в области компьютерных технологий по принципу «одного окна» – начиная от промышленного дизайна, конструирования, компьютерного моделирования и виртуальных испытаний, экспериментальных исследований и заканчивая сопровождением производства разрабатываемого объекта – от мобильной машины в целом до отдельных систем и компонентов.

Однако для успешного прикладного применения компьютерных методов расчетов только наличия программных и вычислительных средств недостаточно. Важную роль здесь играют методики проектирования и моделирования. Они должны содержать необходимое описание основных этапов и действий по разработке расчетной модели, ее состава, включая описание моде-

лей и свойств используемых материалов, способов моделирования определенных конструктивных элементов или соединений, ограничения степеней свободы, приложения начальных условий и действующих нагрузок, используемые допущения и ограничения. При разработке методик и моделей выполняется валидация, которая позволяет количественно сопоставить и оценить величину получаемого результата расчета относительно экспериментального значения, после чего возможно их дальнейшее практическое применение.

Одним из успешных результатов этой работы стала замена натурных испытаний автобусов по оценке соответствия Правилам ООН №66 виртуальными, которые в обязательном порядке должны проходить все модели, предназначенные для пригородных и международных перевозок. Данный вид натурных испытаний в республике не проводился, поэтому все транспортные средства, подпадающие под требования этого норматива, испытывались на автополигоне НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ» (Российская Федерация) или с привлечением технической службы этого полигона с оплатой услуги в валюте. Нами был выполнен комплекс расчетных и экспериментальных исследований, включающих определение механических свойств материалов и компонентов силовой структуры при статическом и динамическом нагружении и последующую оцифровку этих результатов. Итогом стало создание методики моделирования и получение в 2020 г. аккредитации на проведение виртуальных испытаний силовой структуры пассажирских транспортных средств по требованиям Правил ООН №66. На текущий момент виртуальные испытания прошли 5 моделей автобусов. Каков эффект от этой работы? Прежде всего экономия валютных средств, а также значительное сокращение временных и материальных затрат. Судите сами, стоимость всего процесса натурных испытаний одного образца составляет порядка 100 тыс. долл. Аналогичный виртуальный вариант стоит на порядок меньше. К тому же этот процесс крайне полезен на начальных стадиях проектирования, когда можно определить наиболее эффективные решения с точки зрения прочности, свойств материалов и, конечно же, минимизации массы создаваемого транспортного средства.

Иван Бордок:

– В институте создан ряд методов описания фенотипических признаков лесных древесных растений, основанных на компьютерном

анализе их изображений, в том числе количественных характеристик формы, окраски и текстуры, метамерных органов, и на этой базе создан программно-технологический комплекс компьютерной биометрии.

Наиболее удобны для алгоритмического описания двумерные объекты, такие как листовые пластинки, но подходят и трехмерные, например шишки, побеги. Количественное описание ветвей, побеговых структур растений фундаментально важно при проведении дендрологических исследований и решении ряда практических задач. Особенности строения структуры побегов и ветвей зачастую становятся определяющими селекционными признаками.

В нашем институте с помощью генетических методов анализа и программного обеспечения, интернет-ресурсов для биоинформационного анализа исследовано более 100 видов возбудителей и вредителей растений. Полученные данные используются для профилактических и защитных мероприятий в лесном хозяйстве. Наиболее значимые результаты геномных исследований депонированы в международном банке данных Национального центра биотехнологической информации в США за приоритетом Республики Беларусь и в настоящее время находятся в открытом доступе для ученых по всему миру через интернет-портал NCBI.

– Цифровые технологии в науке меняют производство научных знаний не только по масштабу и скорости, но и по своей природе, бросают вызовы традиционным подходам, привлекают новые заинтересованные стороны. Это новое положение дел формирует среду цифрового взаимодействия субъектов, интегрированных в единое информационное пространство в виде цифровых платформ на основе открытого доступа и научных сетей.

Сергей Кругликов:

– Должен сказать, что Академия наук вовлечена в этот процесс. Так, ОИПИ НАН Беларуси – официальный провайдер академсети BASNET, включенной в научно-образовательную европейскую сеть GEANT. Абонентами академсети являются более 200 организаций. Она постоянно развивается и имеет безопасную телекоммуникационную инфраструктуру с центрами обработки данных. На BASNET возложены функции управления событиями сетевой безопасности, федерального доступа к сервисам и ресурсам, обеспе-

чения достоверности данных глобальной маршрутизации, накопления и хранения данных. Имеются подсистемы сетевой интеграции, администрирования и управления доступом и бесперебойного электропитания. Вход в научно-образовательную европейскую сеть GEANT позволяет делать доступными различные научно-образовательные европейские центры и сервисы, тем самым реализуется принцип открытой науки.

Дмитрий Груммо:

– Полагаю, это важнейший этап построения науки будущего, архитектура которой будет основана не на политико-административных барьерах, а принципах открытости и сотрудничества, кроме, разумеется, вопросов национальной безопасности. При этом значительную роль должна играть гражданская наука, которая формируется на принципах открытости и широкого вовлечения в научные исследования волонтеров, что особенно важно для изучения флоры и растительности Беларуси.

Андрей Гончаров:

– Научные сети – это интерактивные площадки для представителей научного сообщества с широкими возможностями для обмена мнениями, поиска и создания групп со схожими интересами, размещения своих публикаций и интеграции в научную жизнь научного сообщества, что, безусловно, способствует ее развитию. Наука по своей сути и должна быть открытой, так как любой ученый нацелен на созидание, а цифровизация способствует ускорению данного процесса. Главным риском может быть только профессионализм и компетентность участников сети.

Сергей Поддубко:

– Развитие научных сетей и открытая наука – это путь к повышению доступности, в том числе для молодых или же начинающих групп ученых, к информации о планировании работ, полному набору промежуточных и итоговых результатов проводимых исследований. При этом возможен вариант, когда известные ученые могут внести свои рекомендации в развитие или выполнение «открытого» проекта.

В части прикладной науки ожидать значительного распространения такой практики, на мой взгляд, не стоит. В этом случае будут нарушены основные принципы ее функционирования. Как правило, серьезные прикладные иссле-

дования, определяющие конкурентное преимущество на рынке того, кто ими владеет, ориентированы на получение инновационного решения конкретной технической или технологической задачи. Поэтому такие изыскания проводятся в условиях сохранения максимальной конфиденциальности, при нарушении которых будут предъявлены значительные штрафные санкции. Другим важным фактором, исключающим открытое проведение исследований, является возможность регистрации авторского права на полученные результаты, что также требует закрытого, негласного проведения разработок.

Борис Паньшин:

– Открытость науки и социальные сети, безусловно, являются важнейшим фактором сокращения затрат на научные исследования, но при условии качества разработок и высокой культуры доверия в научной среде.

– В силу глобального характера технологических трансформаций и цифровых технологий особую значимость приобретает цифровой суверенитет науки. Как он обеспечивается в нашей стране?

Сергей Кругликов:

– На данный момент понятия «цифровой суверенитет науки» в чистом виде не существует. Имеющиеся средства для его достижения включают экономические стимулы по разработке отечественных технологий, а также внедрение технических функций, позволяющих обеспечить эффективное шифрование и защиту данных. Подавляющее большинство мер, направленных на индивидуальное самоопределение ученых в цифровой среде, касается повышения их медийной и цифровой грамотности. На законодательном уровне введен в действие Указ Президента Республики Беларусь «Об органе государственного регулирования в сфере цифрового развития и вопросах информатизации» от 07.04.2022 г. №136, подготовлен и находится в Совете Министров Республики Беларусь проект Указа «О цифровом развитии», в которых определены направления обеспечения цифрового суверенитета.

Беларусь – одна из немногих стран, обладающая конкурентоспособными интеллектуальными технологиями и решениями, и при их масштабном внедрении и экспорте потенциально можно создать свой цифровой кластер в области развития интеллектуальных систем.

Иван Бордок:

– Наука неотделима от других сфер хозяйственной деятельности человека. Поэтому и цифровой суверенитет должен обеспечиваться в той же мере, в какой он осуществляется в других областях производственной жизни. Надо иметь в виду, что если сейчас белорусским ученым доступны определенные платформы и программное обеспечение, то нет уверенности, что так будет и дальше. Можно предположить, что тренд сокрытия значимых результатов исследований от конкурентов будет только нарастать. К примеру, в США федеральный Офис по науке и технологиям требует от ученых тщательно следить за неразглашением информации об исследованиях. И потому уже сейчас необходимо задуматься о национальной цифровой платформе для коммуникации, управления проектами и компьютерных вычислений.

Борис Паньшин:

– Цифровой суверенитет науки, как и любой другой сферы общественно значимой деятельности, обеспечивается и реализуется государством. Исходя из этого государственная политика в сфере цифровизации науки, как и прежде, должна быть направлена на укрепление авторитета ученых и на формирование приоритетов и стимулов для создания ими качественно нового и истинно научного продукта и предоставления его в цифровом виде, вне зависимости от рыночной конъюнктуры и политических пристрастий.

– Совершенно очевидно, что процессы цифровой трансформации неизбежно ведут к изменению научной практики, научных процедур, которые будут легко воспроизводиться, результаты – строго документироваться, а данные – мгновенно распространяться среди научного сообщества, расширяя горизонты сотрудничества между глобальными исследовательскими группами, стимулируя открытость в науке. Это значит, что мы стоим на пороге формирования науки будущего. Какой она видится?

Сергей Поддубко:

– Стоит предположить, что наука будущего, во-первых, будет развиваться как по численности занятых в ней, так и по разнообразию направлений. Будут проводиться новые исследования, находящиеся на стыке различных наук, что потребует умения и средств для объединения совершенно разных команд исследователей в единые эффективные коллективы.

Следует ожидать активного развития имеющихся и появления новых высокопроизводительных средств численного моделирования процессов, что существенно повысит уровень сложности проводимых исследований. Нас ждет еще более глубокая интеграция физического и информационного пространства. Распространение продвинутых киберфизических систем, например, обязательно позволит как реализовать технологию беспилотных автомобилей высшего уровня, так и сформировать единую интеллектуальную, умную среду их функционирования – с учетом взаимодействия с другими видами транспорта и, конечно же, пешеходами. В комплексе же развитие научного прогресса приведет к качественному изменению жизни человека, расширению его персональных возможностей для творчества и самореализации.

Андрей Гончаров:

– Наука будущего уже невозможна без цифровизации. Но, несмотря на ее стремительное развитие, главную роль по-прежнему будет играть исследователь. Именно он – действующее лицо всех процессов познания: от планирования эксперимента до интерпретации результатов. Это та сфера деятельности, где, я думаю, роботы в полной мере не заменят человека, но цифровизация способствует более стремительному развитию научного процесса.

Борис Паньшин:

– Думаю, что будущее за коллективной работой ученых из разных отраслей и различных стран над созданием условий, моделей и инструментов для самоорганизации и самореализации людей и формирования доверия в обществе.

Сергей Кругликов:

– Наука всегда направлена на будущее. Каждый день приносит все новые и новые теоретические и практические результаты. При этом наука завтрашнего дня формируется сегодня как академиком, так и молодыми учеными, студентами, школьниками. Поэтому она зависит от грамотно построенной, гибкой и адаптивной к резким вызовам системы образования всех уровней. Убежден, наука будущего – это не только цифровизация и интеллектуализация всего и всех, но развитие всех направлений – от гуманитарного профиля до сверхкосмических технологий. Только гармоничное общество может уверенно идти вперед и быть по-настоящему независимым.

Дмитрий Груммо:

– Наука видится открытой с максимальным применением ИКТ. Вместе с тем хочу заметить, что, безусловно, техническое совершенство – важная вещь, особенно в современной биологии, ведь это направление – во многом результат совершенствования программных средств и достижений математики. Но это, прежде всего, инструментарий. Задача ученых-биологов – не превратиться в оператора ЭВМ, а развивать новые направления исследований, базирующиеся на понимании фундаментальных основ биологии.

Иван Бордок:

– Наука будущего должна быть наукой открытой, поощряющей взаимодействие ученых по всему миру посредством научных сетей, обмена опытом и знаниями. Единение ученых необходимо не только для решения фундаментальных и прикладных задач в народном хозяйстве, но и, к примеру, для ликвидации и прогнозирования экологических проблем, которые возникают в разных странах, на разных континентах. Однако, к сожалению, реалии указывают на необходимость соблюдать разумный баланс между открытостью и осмотрительностью в вопросах коллаборации с учеными из других стран. Поэтому создаваемые на национальном уровне платформы и программные решения должны иметь возможность полноценно работать как в автономном режиме, так и в режиме интеграции с похожими продуктами других государств.

Считаю правильным, если редакция журнала «Наука и инновации» продолжит полемику по данной проблематике. Уверен, польза будет несомненная.

Сложно предсказать, как поступательное внедрение интеллектуальных технологий будет и дальше влиять на производство научного знания, но совершенно очевидно, что наука продолжит играть свою доминирующую роль в этом развитии, а ученые будут адаптировать свою практику за счет интеграции интерфейсов, цифровых платформ и инновационных технологий. Наука – ключевое звено, которое, претерпевая цифровую трансформацию, обязано давать ориентиры и прорисовывать контуры будущего, находить инструменты, способные поддерживать баланс между устойчивостью и адаптивностью социально-политической системы, экономики и системы общественных отношений. ■

Жанна КОМАРОВА

ГСНТИ В ОБЩЕМ ВЕКТОРЕ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ



В ходе построения цифровой экономики в нашей стране особое внимание уделяется трансформации научной отрасли. Это направление значительно активизировалось с 2006 г., с момента подготовки концепции Перечня работ по развитию Государственной системы научно-технической информации в Республике Беларусь (ГСНТИ), ключевыми задачами которой стали создание соответствующего контента, высокоскоростной информационно-коммуникационной инфраструктуры и их интеграция в мировое научное пространство. О том, что изменилось с тех пор и какие задачи предстоит решить в будущем, наша беседа с исполнительным директором Республиканского общественного объединения «Информационное общество» кандидатом технических наук Сергеем ЕНИНЫМ.

– За прошедшее время проделана достаточно большая и серьезная работа: проведено 138 НИОКТР, затрагивающих большую часть вопросов цифровизации науки, а также касающихся сопровождения и совершенствования контента библиотек научно-технической информации, создания научно-информационных и научно-образовательных компьютерных сетей. В итоге в стране появилась развитая информационно-коммуникационная инфраструктура НТИ: Единая научно-информационная компьютерная сеть Республики Беларусь, сети Минобразования, Минздрава, Минэкономики, а также BASNET НАН Беларуси, обеспечивающая автономный доступ к мировым ресурсам через общеевропейскую научную платформу GEANT. Подключение к ней предоставляет научно-образовательному сообществу качественно новые возможности для выполнения совместных инновационных проектов с европейскими коллегами в таких областях, как, например, инженерные расчеты и механика, нанотехнологии, климатология, физика элементарных частиц, телемедицина, геномная инженерия и др., которые требуют высокоскоростного обмена большими массивами данных. Наши ученые могут пользоваться европейским электронным научно-техническим контентом, в том числе национальным библиотечным, включая Россию. На базе BASNET функционируют корпоративная библиотечная сеть, телекоммуникационная подсистема, в том числе ГРИД-сети, и другие подсистемы. Студентам и учащимся доступны современные технологии электронного образования, широко представленные на платформе GEANT.

Сейчас к сетям ГСНТИ подключено 203 организации, а на ее просторах находятся 72 информационных ресурса и системы. Сформирована цифровая инфраструктура научно-технических библиотек Беларуси: созданы электронные каталоги (ЭК), библиотеки, сервисы доставки документов и книг, на постоянной основе генерируются собственные базы данных (БД). Наиболее крупными библиотеками ГСНТИ стали РНТБ со 160 БД и более 180 тыс. пользователей в год, ЦНБ НАН Беларуси, электронный каталог которой насчитывает более 1,7 млн записей, 1,8 млн записей в БД и имеет доступ к мировым БД, БелСХБ НАН Беларуси с выходом на более 40 БД и свыше 10 тыс. записей в ЭК. Функционирует национальный электронный каталог научно-технических библиотек с более 8 млн записей. Национальная библиотека ведет сводный

ЭК библиотек Беларуси и Национальную библиографию, формируемую на основании Закона об обязательном экземпляре печатных изданий. Доступ к ним обеспечивается через Интернет, оказывается платная услуга доставки электронных копий документов пользователям. В начале 2000-х гг. в Национальной библиотеке создан виртуальный читальный зал, обеспечивающий удаленный коллективный доступ к определенному перечню авторитетных баз данных научнотехнической информации мировых производителей. В 2016 г. через этот зал организована централизованная подписка для 42 учреждений на такие авторитетные в мировом масштабе базы данных, как EBSCO, EastView, Университетская библиотека и др. Доступ предоставляется только с компьютеров, расположенных на территории библиотек и организаций, которые заключили с Нацбиблиотекой соответствующие договоры. Во всех крупных библиотеках сформированы электронные каталоги, в которых представлены библиографические записи на книги, диссертации, авторефераты диссертаций, периодические издания.

С 2006 г. создано 75 автоматизированных информационных систем и БД, 32 информационных ресурса, проведено 32 НИОКТР по развитию информационно-коммуникационной инфраструктуры. Автоматизировано большинство процессов хранения и обработки НТИ, образованы системы цифрового мониторинга научно-технической и инновационной деятельности, разработаны новые технологии обработки, хранения и передачи данных, обеспечения их безопасности и управления, современные технологии поиска и оценки.

– То есть можно утверждать, что существуют основательная база и благоприятный климат для нового цифрового формата отечественной науки. Но поскольку эта сфера наиболее глубоко подвержена изменениям, как планируется в дальнейшем строить качественно новую модель генерации, распространения и использования знаний?

– Современные условия формирования информационного общества требуют постановки в качестве цели развития ГСНТИ на 2021–2025 гг. обеспечения оперативного информационного взаимодействия и доступа субъектов НИС к необходимым данным путем формирования единого цифрового пространства научной отрасли. Ведь

именно так, в плотной взаимосвязи Национальной инновационной системы и ГСНТИ в новом цифровом формате, становится возможным построение качественно новой модели генерации, распространения и использования знаний, их воплощения в новых продуктах, технологиях, услугах во всех сферах жизни общества. Для этого был принят программно-целевой подход, закрепивший основные постулаты становления ГСНТИ на предстоящий период в рамках Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь и Плана мероприятий по развитию НИС. Единое цифровое пространство научной отрасли, которое предстоит сформировать, должно включать в себя республиканский портал НТИ, национальную информационную платформу электронного издательства и ресурс по распространению образовательного контента, касающегося вопросов работы с НТИ – библиографическими и реферативными базами данных, созданием электронных публикаций, реферированием, использованием механизмов описания и идентификации информации. Для оперативного взаимодействия и доступа субъектов Национальной инновационной системы к необходимым данным нужно сформировать систему нормативного правового обеспечения электронных научных и научно-технических изданий, а также обеспечить финансовые, научно-методические и организационные условия для стимулирования деятельности по созданию электронных материалов, их распространению в соответствии с мировыми практиками открытого доступа, открытой науки, международными стандартами идентификации и описания электронных ресурсов.

Следует организовать единый республиканский центр (ЕРЦ), обеспечивающий доступ наших ученых и инноваторов к мировым информационным ресурсам НТИ, включая полнотекстовые и фактографические базы данных, БД индексов научного цитирования; создать систему авторизованного доступа и оперативного информирования пользователей ЕРЦ с описанием, каталогизацией и реферированием доступных и наиболее значимых международных ресурсов. Нельзя сбрасывать со счетов необходимость осваивания современных инструментов работы с информацией, которые включают технологии обработки больших массивов данных, искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности. На повестке дня остро стоит вопрос развития

телекоммуникационной инфраструктуры с функционированием современных сервисов – видеоконференцсвязью, доставкой мультимедийного контента высокого разрешения, виртуализацией рабочего пространства пользователей, информационной безопасностью и отказоустойчивостью. Серьезные подвижки должны произойти в цифровой инфраструктуре научно-технических библиотек, информационных центров и фондов, где крайне необходимы новые методы и технологии ведения и интеграции электронных информационных ресурсов, электронных библиотек и архивов, включая обработку сведений из разных источников, управление информационными потоками, обеспечение работы с данными цифровых форматов, меняющимися в реальном времени. Нужно создать условия для развития и объединения открытых репозиторий НТИ и электронных библиотек, оснастить их современным поисковым аппаратом и единой системой метаданных.

Для формирования системы информационно-аналитической поддержки принятия решений в научно-технической сфере, государственном управлении и экономике необходимы технологии автоматизированного сбора, агрегирования и анализа информации из распределенных источников, включая открытые интернет-ресурсы, чтобы обеспечить функционирование спектра информационно-аналитических услуг. Все перечисленные действия должны быть направлены на создание цифровой инфраструктуры научно-технических данных и станут основой развития в стране информационной среды инноваций, качественной информационной поддержки государственной деятельности, основой развития науки и ее популяризации в стране, а также распространения данных о национальных научно-технических достижениях в мировом пространстве.

– Для решения таких глобальных задач требуется серьезная организационная структура. Какой она должна быть?

– Представляется целесообразным создание 3 ключевых центров: Межведомственного информационно-аналитического по вопросам инновационного развития и цифровой трансформации, Национального электронного издательского и Центра электронных информационных ресурсов НТИ. Основные функции первого будут заключаться в поддержке единой

системы государственной экспертизы, повышении ее качества путем привлечения независимых профильных экспертов, включая зарубежных, ведении базы данных жизненных циклов проектов, рейтинга и перечня компетенций экспертов. К тому же в задачи структуры будет входить создание системы информирования работников государственного, отраслевого, регионального и местного управления по вопросам информационного и инновационного развития для повышения качества принимаемых решений. Во главу угла деятельности Межведомственного информационно-аналитического центра будет поставлено развитие белорусской научной социальной сети, мониторинг жизненного цикла научных, научно-технических и инновационных проектов, реализуемых в рамках государственных, отраслевых и региональных программ, анализ их результатов и эффективности, обеспечение открытой публикации результатов исследований, улучшение качества управления наукой, исключение дублирования, формирование рейтингов ученых, университетов, научных организаций, поддержка проведения коллективных исследований, формирования временных научных коллективов для решения оперативных задач.

Центру электронных информационных ресурсов НТИ предстоит ведение государственного реестра НИОКТР: регистрация работ, присвоение индексов DOI англоязычным рефератам, предоставление доступа к отчетам и депонированным рукописям. Также функции центра будут заключаться в аналитических исследованиях, касающихся объемов финансирования по разделам науки, по темам, организациям и др., оценки востребованности результатов научно-исследовательских работ, ведении репозитория электронных ресурсов НТИ как части национальной библиографии. В настоящее время она содержит информацию только о печатных изданиях, поэтому необходимо обеспечить постоянное хранение и доступ к электронным ресурсам НТИ.

Национальный электронный издательский центр должен стать официальным партнером и агентом Международной ассоциации по связям издателей (Publishers International Linking Association, Inc.), корпорации, являющейся владельцем и оператором базы данных цифровых идентификаторов CrossRef, оказывать содействие издательствам научно-технической литературы в получении важного инструмента повышения цитируемости статей – идентификатора

цифрового объекта DOI и присвоении индекса научным периодическим изданиям. В его обязанности будет входить предоставление услуг электронного издательства для отраслевых и научных журналов, верстка статей, ведение их баз данных, распространение или подписка платных и бесплатных версий профильной периодики. Предстоит также провести работу по совершенствованию управления правами интеллектуальной собственности на основе международной системы лицензирования, создать условия для обязательной регистрации электронных ресурсов в Национальном репозитории, внедрить в Республике Беларусь международные стандарты описания и идентификации электронных ресурсов – DOI, Dublin Core и др.

– В достаточной ли мере распространяются и используются результаты исследований и научных знаний в нашей стране?

– У нас насчитывается более 300 научных периодических изданий, но их подавляющее большинство имеет твердые копии. Ввиду отсутствия электронных версий белорусских журналов они слабо представлены в международных базах данных, таких как Web of Science и Scopus. Ряд научных и образовательных учреждений самостоятельно формирует тематические электронные научные библиотеки и репозитории информационных ресурсов научно-технической информации. Активно продвигает международную инициативу открытого доступа Научная библиотека Белорусского национального технического университета, которая издает в электронном виде 5 научных журналов. На сегодняшний день такой доступ предоставляется к 17 репозиториям учреждений образования республики. Подобный формат способствует повышению престижа университета в международной системе ранжирования университетов Webometrics. По последним данным рейтинга «Ranking Web of World Repositories», электронная библиотека БГУ заняла 114-е место в числе всех включенных в рейтинг информационных ресурсов и 2-е место в рейтинге библиотек стран Центральной и Восточной Европы. Что касается доступа к отчетам об опытно-конструкторских и научно-исследовательских работах, то они хранятся в Государственном реестре, принадлежащем Государственному комитету по науке и технологиям. К сожалению, широкий доступ к ним не обеспечен и, соответственно, условия для коммерциализации затруднены.

Таким образом, в секторе исследований и разработок для превращения его в эффективный инструмент инновационного развития, подготовки высококвалифицированных специалистов и поддержки принятия решений в системе государственного управления требуются серьезные реформы. При имеющемся заделе здесь должен обеспечиваться систематический анализ мировых трендов социально-экономического развития и мирового потока инноваций для их эффективного применения в экономике страны и поддержки принятия решений в системе госуправления, включая долгосрочное планирование и прогнозирование. Для повышения качества системы госэкспертизы программ и проектов необходимо обеспечить информационную поддержку, включая доступ к Госреестру НИОКТР, базам данных авторефератов диссертаций, электронных публикаций и др.; привлечь независимых экспертов, создать базу данных жизненных циклов проектов, содержащую экспертные заключения, итоговые отчеты, результаты внедрения и т.д. С целью интеграции в мировое информационное пространство следует внедрить в Беларуси международные стандарты идентификации и описания электронных ресурсов, включая англоязычные рефераты; создать национальный репозиторий информационных ресурсов, что позволит более эффективно использовать и коммерциализовать результаты научных исследований, а также объективно оценивать рейтинги ученых и научных коллективов; обеспечить включение электронных публикаций в национальную библиографию; внедрить международную систему лицензирования Creative Commons для управления и защиты авторских прав.

Реализация мер по созданию предложенной организационной структуры и совершенствованию законодательства будет содействовать формированию в стране современной экономики знаний, существенно улучшит качество управления наукой и повысит эффективность расходования бюджетных средств на финансирование исследований и разработок, ускорит процесс цифровой трансформации сектора науки и технологий Республики Беларусь, а также ее интеграцию в мировое научно-исследовательское пространство. ■

Ирина РИМАШЕВСКАЯ

Наука и образование — главные драйверы развития цифровой экономики

УДК 338:004+005.336.4



Вероника Князькова,
доцент кафедры
менеджмента
Белорусского
государственного
университета
информатики
и радиоэлектроники,
кандидат
экономических наук



Вопросы, связанные с развитием информационного общества в Республике Беларусь и, как следствие, с цифровизацией социально-экономической жизни, весьма актуальны и подкреплены Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития до 2035 г. и Государственной программой «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг. [1–4]. Теоретико-методологические и практические аспекты данного явления разрабатывают в своих трудах такие ученые, как В.Ф. Байнев, Т.Н. Беляцкая, Н.И. Богдан, Г.Г. Головенчик, М.М. Ковалев, Б.Н. Панышин, К.В. Рудый, Т.А. Ткалич и др.

Для оценки прогресса в решении поставленных задач используют комплексную систему целевых показателей, включающую количество абонентов беспроводного широкополосного доступа в сеть Интернет, охват населения страны услугами сотовой подвижной электросвязи по технологии LTE (4G), количество электронных услуг и сервисов, предоставляемых в проактивном формате, и пр. В основном это индикаторы, характеризующие телекоммуникационную инфраструктуру цифровой экономики. Однако эти факторы необходимы, но не достаточны для успешного развития цифровой экономики и информационного общества. Как отмечает М.М. Ковалев, сегодня

«становятся важными только два фактора экономического роста: человеческий капитал (знания, навыки и здоровье населения) и умение его использовать (национальная инновационная система)» [5]. Следовательно, инфраструктурные показатели необходимо дополнить параметрами, дающими представление об интеллектуальном потенциале участников процессов цифровизации, например индикаторами, характеризующими качество системы образования, уровень подготовки по математике и естественным наукам, активность применения ИКТ бизнесом и государством, инновационный потенциал (число патентов, расходы на НИОКР, численность занятых в наукоемких производствах, исследовательские взаимодействия между вузами и промышленностью) и пр. Важно заметить, что показатели, связанные с организацией и проведением НИОКР, а также с образованием, в экономической практике принято рассматривать исключительно как затраты, понесенные экономическим субъектом, с целями либо фундаментального характера (например, разработать теорию или методологию изучаемого феномена), либо практической направленности, причем данная ориентированность постулируется как содержащая в себе ценность только для субъекта, осуществляющего НИОКР. Аналогичная ситуация с образованием – классика экономической теории рассматривает процесс его получения как вклад в человеческий капитал конкретного индивида. Однако научные исследования и разработки, инвестиции в образование населения важны не только для

тех, кто их проводит, участвует, повышает свой образовательный уровень, но и для государства, в том числе в целях развития информационного общества и эффективного осуществления процессов цифровизации [6].

Для того чтобы продемонстрировать влияние указанных факторов на процессы цифровой трансформации, воспользуемся существующим в мировой практике инструментарием – индексами, характеризующими, с одной стороны, развитие информационного общества и уровень готовности социально-экономической системы к цифровой трансформации, а с другой – дающими представление об уровне инновационной активности, качестве системы образования и инфраструктуры в каждой стране. Для этого целесообразно использовать Индекс сетевой готовности и Глобальный инновационный индекс.

Индекс сетевой готовности (Network Readiness Index, NRI) был впервые опубликован в 2002 г. и с тех пор претерпел некоторые изменения. Сегодня в него включаются 4 составляющие – технологии, люди, управление и влияние. NRI считается наиболее авторитетным и всеобъемлющим показателем, характеризующим уровень развития информационно-коммуникационных технологий, сетевой экономики, а также их технологический потенциал и возможности [7].

Глобальный инновационный индекс (Global Innovation Index, GII) издается с 2007 г. Всемирной организацией интеллектуальной собственности (ВОИС) совместно с Сетью академических партнеров и содержит результаты сопоставительного

анализа инновационных систем стран мира и их рейтинг, в том числе по направлениям научной, инновационной и креативной деятельности. GII включает 81 показатель, которые объединены в 7 блоков. Итоговый рейтинг рассчитывается как среднее двух субиндексов – ресурсов и результатов инноваций. В первый включены следующие составляющие: институты (GII_inst), человеческий капитал и наука (GII_hcr), инфраструктура (GII_inf), уровень рынка (GII_market), бизнеса (GII_bus); во второй – развитие технологий и экономики знаний (GII_k&t) и результаты креативной деятельности (GII_creat) [8].

Для оценки влияния научной, инновационной деятельности на развитие информационного общества рассмотрим связи между GII и NRI, а также переменными, входящими в GII, и итоговым NRI для 124 стран мира, данные по которым опубликованы и в [7], и в [8]. Сделаем это при помощи коэффициента корреляции R Пирсона. Важно отметить, что перед тем как его использовать, необходимо убедиться, что анализируемые переменные подчиняются нормальному распределению (также называемому распределению Гаусса). Для каждого показателя был применен критерий Колмогорова-Смирнова, который показал, что распределение значений показателей NRI, GII, GII_inst, GII_hcr, GII_inf, GII_market, GII_bus, GII_k&t, GII_creat статистически не отличается от нормального ($p > 0,05$).

Результаты расчета коэффициента корреляции R, вычисленные с уровнем значимости $p = 0,01$, свидетельствуют о наличии сильной прямолинейной связи между рассматри-

ваемыми переменными. Уточнив тип связи между NRI и GII, NRI и GII_inst, NRI и GII_hcr, NRI и GII_inf, NRI и GII_market, NRI и GII_bus, NRI и GII_k&t, NRI и GII_creat, было установлено, что он описывается уравнениями линейной регрессии. Результаты корреляционного анализа, а также статистические характеристики полученных уравнений линейной регрессии приведены в *таблице*.

В соответствии с данными таблицы, 91,5% дисперсии переменной NRI обусловлено влиянием со стороны GII, причем всех его составляющих. Наибольшее воздействие оказывает инфраструктура (что абсолютно логично и не требовало проведения дополнительного анализа), а также человеческий капитал и наука (82,8% дисперсии переменной NRI обусловлено ее влиянием). Вследствие важности данных, входящих в состав GII, рассмотрим более подробно составляющую GII «человеческий капитал и наука».

В нее входят 12 показателей, которые структурно объединены в 3 группы: образование, высшее образование, исследования и разработки. Беларусь

заняла в данном рейтинге 35-е место из 132 стран мира в 2021 г. (в целом наша страна находится на 77-м месте в рейтинге GII-2022). Наилучшие результаты – в группах «образование» и «высшее образование» – 16-е и 8-е места соответственно. К сожалению, в группе «исследования и разработки» у нас 57-е место. В силу значимости данного фактора для процессов цифровизации проведем более подробный анализ научной и инновационной деятельности на основании данных Национального статистического комитета Республики Беларусь [9] и Всемирного банка.

Выявлен ряд негативных тенденций в данной области. Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, в расчете на 10 тыс. чел., занятых в экономике, сократилась на 9,9% – с 67,4 чел. в 2010 г. до 59,9 в 2021 г. Число лиц, имеющих ученую степень доктора наук, снизилось на 26,1%, кандидата наук – на 16,7%.

В 2010–2021 гг. уменьшилась номинально начисленная среднемесячная заработная плата работников образования (исчис-

ленная в процентах к среднереспуббликанскому уровню) на 9,1% и составила 67,2% в 2021 г.

Отрицательную тенденцию за данный период демонстрируют также показатели деятельности докторантуры и аспирантуры (адъюнктуры). Так, число специалистов, выпущенных из последней, уменьшилось на 26,5% (в 2021 г. – 869 чел.); из них с защищенной диссертацией в 2021 г. вышли 6,3%. Отметим, что количество выпускников докторантуры за данный период увеличилось с 58 до 108 человек, но лишь 8,3% из них защитили диссертации в течение периода обучения (*рис. 1, 2*). В результате это привело к тому, что в 2021 г. более 82% исследователей, имеющих степень доктора наук, были старше 60 лет (причем 61% из них – в возрасте 70 лет и старше), что, несомненно, не способствует развитию научных школ и созданию инноваций в Беларуси. По мнению А.Е. Дайнеко и А.Р. Цыганова, «сегодня главными проблемами в науке являются нарушение воспроизводственной структуры и резкое старение научного персонала. «Старение»

Уравнение регрессии	Статистические характеристики				
	R	R ²	Скорректированный R ²	F-критерий	Значимость (p-уровень)
NRI = 0,008+0,966 GII	0,957	0,916	0,915	1324,272	0,000
NRI = 0,031+0,931 GII_inf	0,936	0,875	0,874	857,033	0,000
NRI = 0,047+0,904 GII_hcr	0,911	0,829	0,828	592,017	0,000
NRI = 0,055+0,879 GII_k&t	0,872	0,761	0,759	388,741	0,000
NRI = 0,08+0,847 GII_inst	0,865	0,749	0,747	364,099	0,000
NRI = 0,071+0,852 GII_creat	0,854	0,730	0,727	329,323	0,000
NRI = 0,072+0,849 GII_bus	0,853	0,728	0,726	326,203	0,000
NRI = 0,131+0,734 GII_market	0,732	0,536	0,532	140,910	0,000

Таблица. Статистические характеристики полученных уравнений регрессии

Примечание: R – множественный коэффициент корреляции между зависимой и независимой переменными; R² – коэффициент детерминации

Источник: составлено автором при помощи программного обеспечения SPSS

исследовательских коллективов и ведущих научных школ может привести к отрицательному системному кумулятивному эффекту» [10].

Данные тенденции усугубили ситуацию с развитием инновационной активности как среди коммерческих организаций, так и среди физических лиц. Например, значение коэффициента изобретательской активности (определяется как число отечественных патент-

ных заявок на изобретения, поданных в Беларуси, в расчете на 10 тыс. чел. населения) с 2011 г. по 2021 г. снизилось в 4,5 раза – с 1,8 до 0,4 (рис. 3).

Стало меньше промышленных организаций, осуществляющих вложения в инновации: с 501 единицы в 2011 г. до 448 в 2021 г., то есть в 1,12 раз. Показатели, характеризующие поступление патентных заявок и выдачу патентов, также демонстрируют отри-

цательную тенденцию. Так, с 2010 г. по 2021 г. число заявок на патентование изобретений, поданных национальными заявителями, стало меньше почти в 6 (!) раз, а число выданных им патентов уменьшилось более чем в 4 раза (рис. 4).

Проведенный анализ позволил выявить следующие основные «проблемные точки», связанные с развитием интеллектуального потенциала белорусской экономики. Во-первых, это недостаточный уровень финансирования отечественной науки и системы образования, где заработная плата работников не только не превышает среднереспубликанский уровень, но и более чем на треть ниже его. В 2020 г. государственные расходы на образование составили менее 5% (например, в Молдове значение этого показателя составило 6,4%); расходы на НИОКР – 0,55% (в Израиле – 5,4%, Японии – 3,3%) (рис. 5).

Вторая проблема – старение кадров. Третья – невысокая результативность проводимых исследований (снижение патентной активности). Дополним полученные выводы результатами анализа, проведенного белорусским ученым-экономистом Е.Э. Головчанской: выпуск аспирантов и докторантов на 1 тыс. чел. населения в возрасте 25–34 года в нашей стране в 3 раза меньше, чем в среднем по странам Европы; снижение эффективности проводимых НИОКР; низкий уровень инновационной активности малых и средних предприятий Беларуси по сравнению с данными Европейского союза (3,46% и 30% соответственно) [11].

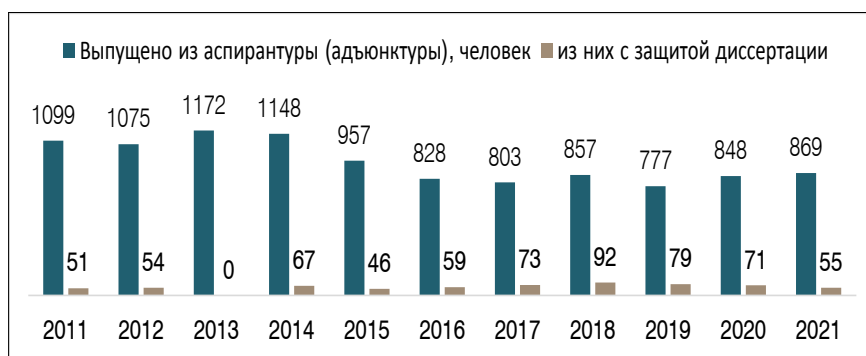


Рис. 1. Число человек, выпущенных из аспирантуры (адъюнктуры)

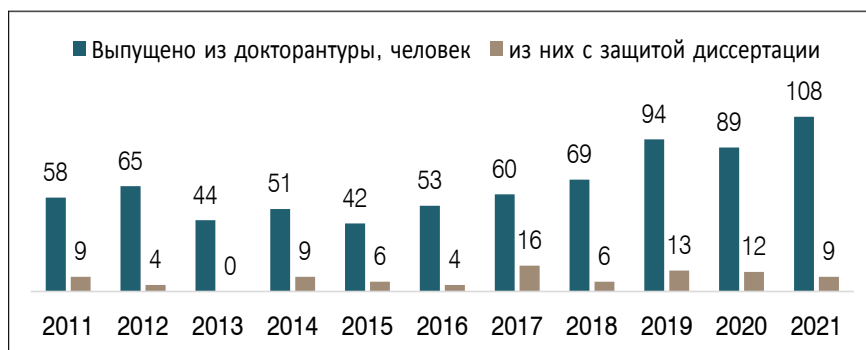


Рис. 2. Число человек, выпущенных из докторантуры

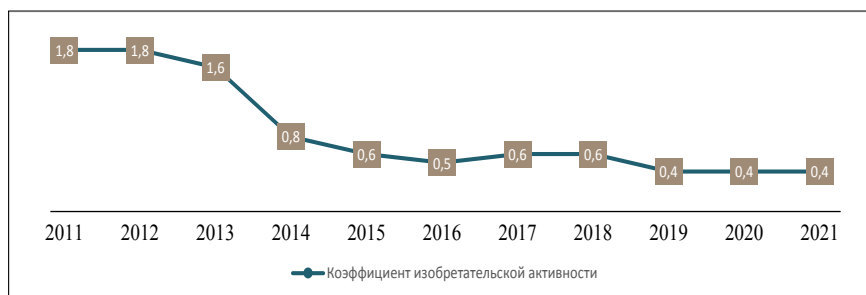


Рис. 3. Динамика коэффициента изобретательской активности

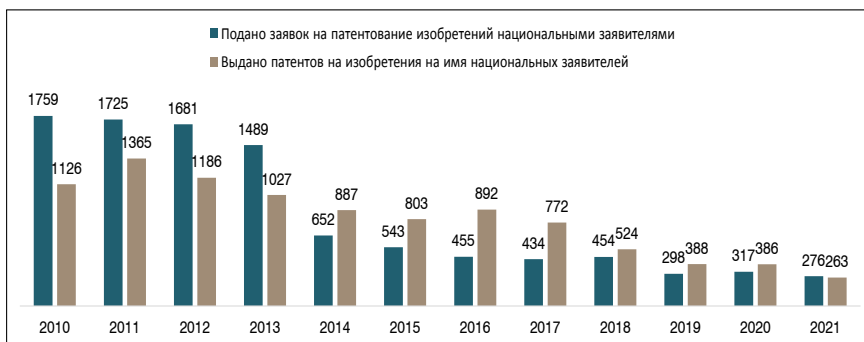


Рис. 4. Патентная активность национальных заявителей

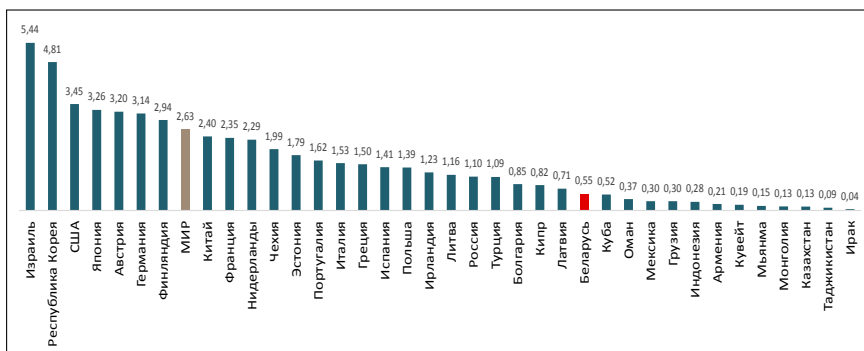


Рис. 5. Расходы на НИОКР (% ВВП) в ряде стран мира

Заслуживающий отдельного внимания анализ был проведен белорусским ученым-экономистом Н.И. Богдан [12]. Автор указала на невысокий уровень инновационной активности в сфере ИКТ, а также на слабый спрос на высокотехнологичные услуги сектора со стороны промышленности [12]. Кроме того, отмечен низкий относительно стран ЕС уровень инвестиций на НИР непосредственно сектора ИКТ: «... из общего объема затрат на научные исследования (2016 г. – 473,334 млн руб.) затраты сектора ИКТ составили 7,275 млн руб. – 1,5%. Чехия, Эстония, Венгрия вкладывают на науку в секторе ИКТ соответственно 17, 37,3 и 21,4% совокупных расходов бизнеса. Сохранение низких затрат на научные исследования в Беларуси в перспективе лишает отрасль дости-

жения высоких показателей конкурентоспособности» [12].

Вложения в науку и образование, на наш взгляд, следует рассматривать как инвестиции в знания, которые

могут быть нацелены на разработку новых технологий и более эффективных способов применения существующих ресурсов. Результатами научных исследований могут воспользоваться не только сами инноваторы из-за эффекта распространения. Здесь огромная роль отводится государству. Обычно НИОКР, проводимые частным бизнесом, более инновационны и нацелены на внедрение новых производственных процессов, быстро приводящих к повышению производительности. Фундаментальные формы НИОКР, как правило, не влекут за собой рост технологического уровня в краткосрочной перспективе. Тем не менее они генерируют базисные знания с возможным технологическим распространением. Развитие науки и образования не только будет способствовать укреплению престижа Республики Беларусь на мировой инновационной арене, но и благоприятно повлияет на эффективность процессов формирования информационного общества и цифровой экономики. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Т.Н. Беляцкая. Формирование электронной экономики Беларуси: макроэкономические условия // Наука и инновации. 2018. №12. С. 46–52.
2. Н.И. Богдан. Инновации и человеческие ресурсы развития цифровой экономики // Белорусский экономический журнал. 2018. №3. С. 110–123.
3. Б. Паньшин. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Наука и инновации. 2016. №3. С. 17–20.
4. К. Рудый. Электронная экономика государства // Банковский вестник. 2013. №13. С. 33–39.
5. М.М. Ковалев. Человеческий капитал – фундамент экономики знаний // Проблемы управления. Сер. А. 2011. №3. С. 46–56.
6. В.С. Князькова. Категория «интеллектуальный потенциал» в анализе электронной экономики Республики Беларусь // Гуманитарно-экономический вестник. 2017. №3/4 (71–72). С. 144–150.
7. The Network Readiness Index 2021 // Portulans Institute // <https://networkreadinessindex.org/>.
8. The Global Innovation Index 2021 // https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2021/.
9. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь, 2022 // https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_compilation/index_56719/.
10. А.Е. Дайнеко. Кадровый потенциал белорусской науки – движущая сила инновационного развития // Проблемы управления. Сер. А. 2011. №3. С. 33–37.
11. Е.Э. Головачанская. Оценка интеллектуальной активности инновационной экономики // Наука и инновации. 2017. №8 (174). С. 48–53.
12. Н.И. Богдан. Инновации и человеческие ресурсы для развития цифровой экономики // Белорусский экономический журнал. 2018. №3. С. 110–123.

Цифровые навыки и компетенции научного сообщества Республики Беларусь



Надежда Бондарева,
завсектором научно-методического обеспечения ГСНТИ отдела научно-методического обеспечения развития систем научно-технической информации БелиСА



Наталья Денисова,
научный сотрудник сектора научно-методического обеспечения ГСНТИ отдела научно-методического обеспечения развития систем научно-технической информации БелиСА



Анастасия Колозина,
младший научный сотрудник сектора научно-методического обеспечения ГСНТИ отдела научно-методического обеспечения развития систем научно-технической информации БелиСА

На протяжении 19 лет, с момента принятия Государственной программы «Электронная Беларусь» в 2003 г., в нашей стране предпринимаются меры по цифровой трансформации отраслей национальной экономики и развитию технологий электронного правительства. Была проделана колоссальная работа как по разработке нормативно-правовой базы, регулирующей отношения в цифровой среде, так и по созданию и внедрению в общественные, экономические, научные и управленческие бизнес-процессы информационных технологий. В результате в республике достигнут достаточно высокий уровень цифровизации как бизнес-среды, так и повседневной жизни белорусов.

По данным Национального статистического комитета (Белстат), на 2020 г. 98,4% организаций использовали Интернет, 70,4% имели собственный веб-сайт [1]. Существенно трансформировалась и социальная инфраструктура: 80,0% учреждений образования были охвачены проектом «Электронная школа», 97,7% врачей в государ-

ственных организациях здравоохранения имели возможность выписки электронных рецептов. Активное развитие получили электронные услуги и административные процедуры, оказываемые посредством Общегосударственной автоматизированной информационной системы (ОАИС): за период 2016–2020 гг. их количество выросло примерно в 5 раз и составило на 2020 г. 71 единицу на 100 человек населения [2].

Цифровые информационно-коммуникационные технологии стали неотъемлемой частью жизни современного белорусского общества. К 2020 г. практически все население страны в возрасте 6–72 лет (97,9%) пользовалось сотовой связью, почти три четверти (73,1%) – персональными компьютерами [1], 85,1% – Интернетом. При этом доступ к цифровому контенту, электронным товарам и услугам осуществляли как при помощи мобильных устройств (73,9%), так и узлов стационарной связи (проводной либо WI-FI) – 80,6% [2].

Белорусские интернет-пользователи очень активны: как можно видеть на *рис. 1*, большинство из них заходит в сеть ежедневно [2], хотя оче-

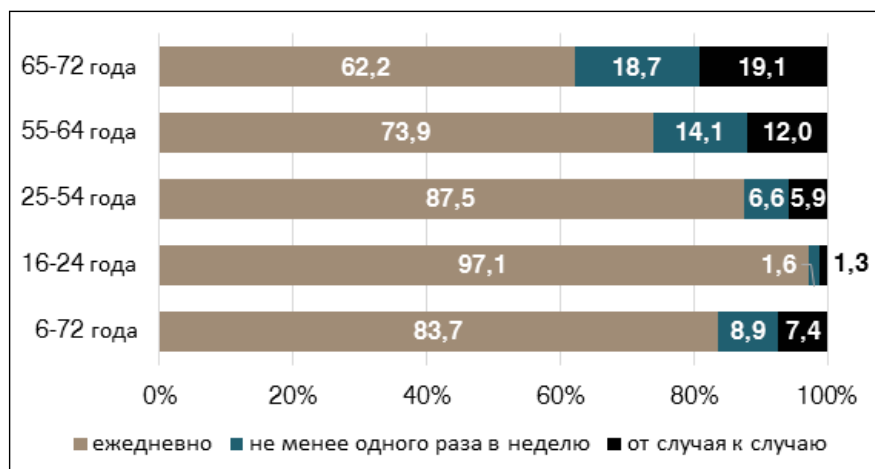


Рис. 1. Частота выхода в сеть Интернет в 2020 г. в зависимости от возраста интернет-пользователей, %

видна зависимость от возраста. Так, значительная часть лиц предпенсионной и пенсионной категории (55–72 года) пользуется Интернетом раз в неделю и менее, что говорит о ее недостаточно сильной вовлеченности в цифровую среду.

На рис. 2 представлены цели выхода в Интернет белорусских пользователей в зависи-

мости от их возраста по данным выборочного обследования домашних хозяйств в 2021 г., проведенного Белстатом [1].

Для всех возрастных групп характерно активное использование сети для коммуникационных (отправка и получение электронной почты, переговоры, общение в социальных сетях), развлекательных

(просмотр фильмов, прослушивание музыки, компьютерные игры) и информационных (поиск информации о товарах и услугах, чтение, скачивание газет, журналов и литературы) целей. Несмотря на достаточно большую долю лиц старших возрастов (примерно две трети и более среди тех, кому 55–72 года), в целом их деятельность в цифровой среде менее разнообразна. Так, по целям выхода в Интернет, связанным с получением электронных товаров и услуг (финансовые операции, заказы и продажи товаров и услуг, взаимодействие с государственными организациями и органами власти), наблюдаются существенные различия между старшими и младшими возрастными группами: лишь от трети и менее лиц в возрасте 65–72 лет применяют для этого возможности Всемирной паутины.

Можно сделать вывод, что в Беларуси достигнуты значительные результаты в сфере цифровой трансформации общества, однако сохраняются трудности с вовлечением в этот процесс лиц старших возрастов. Сложившаяся ситуация – одно из проявлений более общей проблемы обеспечения условий для развития цифровых навыков и компетенций всех жителей страны. Следует отметить, что на государственном уровне уделяется недостаточно внимания этому вопросу, который, согласно международным исследованиям, является ключевым фактором, влияющим на успех и эффективность цифровой трансформации государственного сектора [3]. Так, из 85 мероприятий государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг. ему посвящено только одно,

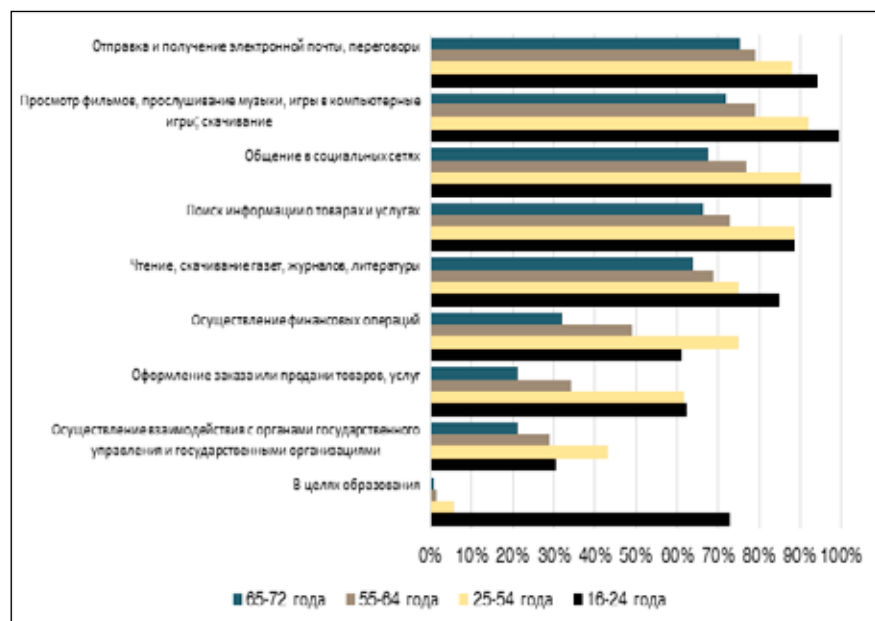


Рис. 2. Цели выхода в сеть Интернет в 2021 г. в зависимости от возраста интернет-пользователей, %

закрывающееся в создании образовательной платформы [4].

Между тем развитые цифровые навыки граждан оказывают благоприятное влияние на работу национальной экономики в целом. Согласно исследованиям компании Boston Consulting Group, повышение уровня таких умений у сотрудников частных компаний значительно увеличивает конкурентное преимущество последних по ряду показателей: время выхода производимого продукта на рынок, экономическая эффективность, качество продукта и удовлетворенность клиентов [5].

Цифровые компетенции в науке: методика определения

Наука – одна из областей, в которой цифровые компетенции и навыки высоко востребованы. Вместе с тем отличительная черта данной сферы – значительная доля лиц старших возрастов [6]. Как видно из представленных на *рис. 3* данных, 35,0% белорусских исследователей – старше 50 лет. Поэтому можно предположить, что у них также сохраняется зависимость уровня развития цифровой грамотности от возраста. Для проверки данной гипотезы, а также для оценки цифровых навыков и компетенций отечественных ученых нами был проведен их опрос.

Выборка учреждений, работники которых приглашались к участию в нем, была сформирована на основании перечня научных организаций, аккредитованных Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь.

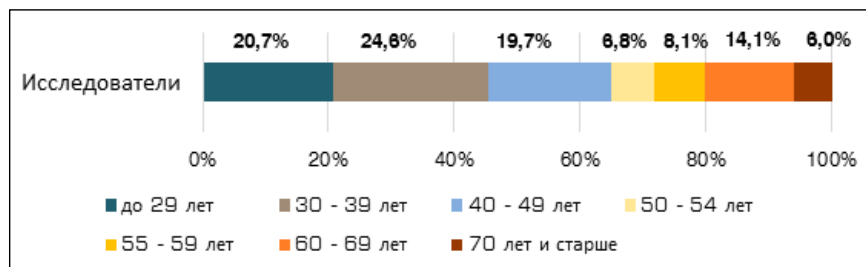


Рис. 3. Структура исследователей по возрасту в 2021 г., %

На основании данных Белстата, отрасли науки были разделены на 3 группы по численности исследователей, занятых в них (*рис. 4*): технические, естественные и прочие (в их состав включены гуманитарные, медицинские, социально-экономические, общественные, сельскохозяйственные науки). В опросе участвовали сотрудники 15 организаций различных форм собственности и ведомственной подчиненности.

Каждая из них получила письмо с указанием ссылки на электронную анкету и просьбой обеспечить ее заполнение такой категорией работников, как исследователи. Внутри организаций контроль порядка сбора данных не осуществлялся. Всего было собрано 306 валидных анкет, то есть в среднем 20,4 от одного учреждения. Контрольными признаками выступали «область науки» и «нали-

чие / отсутствие ученой степени», генеральная совокупность и достигнутая выборочная совокупность по данным признакам статистически значимо не различаются. В целях стандартизации расчетов при оценке различных показателей в масштабах всех научных учреждений Республики Беларусь данные были перевзвешены.

Цифровые компетенции в исследовании определялись как сочетание знаний и навыков использования современных технологий для выполнения задач, общения, управления информацией, совместной работы, гражданского участия, а также для эффективного, безопасного, самостоятельного и этичного существования в цифровой среде [7].

Термины «цифровые компетенции», «цифровая компетентность», «цифровая грамотность» рассматривались

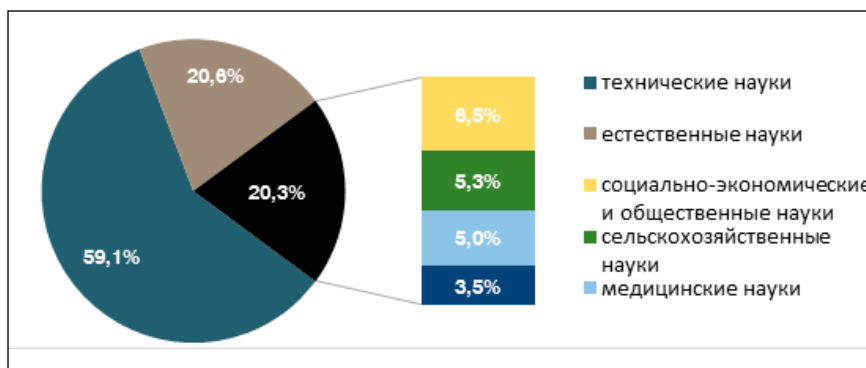


Рис. 4. Структура исследователей по отраслям науки, %



Рис. 5. Распределение респондентов по уровню базовых цифровых компетенций

в качестве синонимов. В аналитических целях все цифровые компетенции были разделены на две категории:

- **базовые** – применяемые индивидом в повседневной жизни для решения бытовых проблем, удовлетворения личных потребностей, социального взаимодействия и т.п.;
- **специализированные** – необходимые при решении профессиональных задач.

Изучение первых было основано на методике оценки базовой цифровой грамотности граждан Европейского союза, которая используется в рамках расчета индекса цифровой экономики и общества (DESI) [8] и проводится по 4 областям: информация, коммуникация, навыки программного обеспечения для манипуляции контентом, решение проблем.

Уровень цифровых компетенций в каждой из них (по шкале «нулевой», «базовый», «выше базового») оценивается по факту осуществления респондентами определенной цифровой деятельности за последние 3 месяца: чем более разнообразной и сложной она была, тем он выше. На основе данных в каждой области рассчитывается агрегированный показатель базовой цифровой компетентности: «нулевой», «низкий», «средний» либо «выше

среднего». В результате представленная система позволяет оценить, обладает ли индивид навыками, необходимыми для использования цифровой среды в своей повседневной жизни.

Изучение специализированных цифровых компетенций базировалось на универсальной методологии The Digital Competence Framework for Citizen (DigComp 2.1) [9], подходящей для любой трудовой деятельности и основанной на модели, состоящей из 5 областей и соответствующему им 21 цифровому навыку. Однако в связи с тем, что предметная рамка исследования охватывала только научно-исследовательскую сферу, общий перечень навыков был сокращен до 4 областей и 11 цифровых компетенций.

В анкете каждая из компетенций была представлена тремя вопросами, описывающими возможность ее применения в различных по сложности задачах, уровень осведомленности и самостоятельности при работе в цифровой среде. Вопросы были расположены от простого к сложному. При этом чем больше положительных ответов у респондента, тем выше оценка уровня его специализированных цифровых компетенций.

Таким образом, выбранные методики позволяют комплексно оценить уровень цифровой грамотности научного сообщества нашей страны.

Результаты

По результатам первой части опроса выявлено, что среди респондентов нет тех, кто обладает нулевыми базовыми цифровыми компетенциями, у более половины опрошенных (56,3%) их уровень выше среднего (рис. 5).

Небольшой оказалась доля ученых с низким уровнем цифровой грамотности (7,9%), что говорит об их достаточно высокой повседневной вовлеченности исследователей в цифровую среду нашего общества.

Среди четырех изученных областей базовых цифровых компетенций («Информация», «Коммуникация», «Навыки программного обеспечения для манипуляции контентом» и «Решение проблем») респонденты используют наибольшее разнообразие практик при работе с цифровой информацией (поиске, получении и пр.), а также при общении в виртуальной среде (рис. 6).

Как можно видеть на рис. 6, практически все респонденты искали информацию в сети Интернет, работали с файлами на персональных компьютерах (телефонах, планшетах). Меньше распространен поиск узкоспециализированных сведений (например, по вопросам здравоохранения, сведений от органов государственного управления), что может быть отчасти объяснено отсутствием у ряда участников необходимости, заинтересованности в подобного рода сведениях.

Среди цифровых коммуникационных практик наиболее популярны отправка и получение электронных сообщений (при помощи электронной почты или мессенджеров): за последние три месяца практически все опрошенные применяли этот вид коммуникации (рис. 7). В то же время использование социальных сетей для общения менее распространено среди белорусских ученых, как и загрузки самостоятельно созданного контента (фотографий, постов, музыки и пр.) в Интернет: менее половины (40,8%) делали это.

Работа с цифровым контентом посредством программных средств у большинства опрошенных сводится к работе с текстом и таблицами (рис. 8), что может быть объяснено характером научно-исследовательской работы. Применение языков программирования для решения каких-либо задач в последнее время отметила лишь небольшая часть (14,2%).

Следует также отметить, что среди опрошенных в возрасте 46 лет и старше доля лиц, которые занимались программированием в последнее время, составила всего 6,4%, в то время как среди молодежи до 30 лет она была значительно выше – 18,6%. Таким образом, последняя категория обладает большим разнообразием умений работы с цифровым контентом.

Что касается решения респондентами своих повседневных проблем при помощи различных цифровых навыков, то, как видно из рис. 9, наиболее распространены практиками стали передача файлов между устройствами и совершение электронных банковских операций.



Рис. 6. Использование респондентами практик работы с цифровой информацией за последние 3 месяца

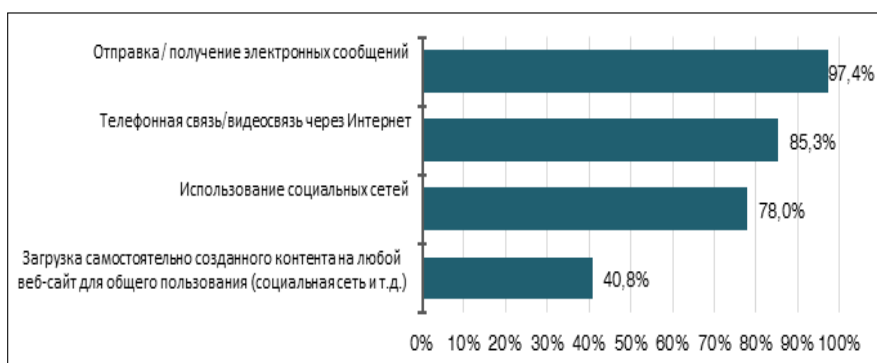


Рис. 7. Использование респондентами коммуникационных практик за последние 3 месяца



Рис. 8. Применение респондентами навыков использования программного обеспечения для манипуляции контентом за последние 3 месяца



Рис. 9. Использование респондентами цифровых практик решения проблем за последние 3 месяца

Низкая распространенность практик, связанных с настройкой программного обеспечения, с использованием онлайн-курсов, онлайн-продаж отчасти может быть объяснена ситуативным характером потребности. Так, программное обеспечение, как правило, требует настроек лишь в момент своей установки на устройство. Также можно предположить, что учебные онлайн-курсы будут наиболее востребованы у молодых ученых, активно повышающих свой образовательный уровень. Вместе с тем респонденты в возрасте 46 лет и старше демонстрируют значительно меньшую активность в использовании

цифровых навыков для решения своих повседневных проблем.

Вторая часть опроса предполагала оценку специализированных цифровых компетенций тех респондентов, чьи базовые умения по итогам первой части были не ниже среднего уровня. Таким образом, в ней приняли участие 92,1% от всей выборки.

Оценка проводилась по четырем областям: информационная грамотность, основы цифровой безопасности, коммуникация и сотрудничество, цифровой контент.

Как видно из представленных на рис. 10 данных, белорусские ученые обладают наиболее высоким уровнем

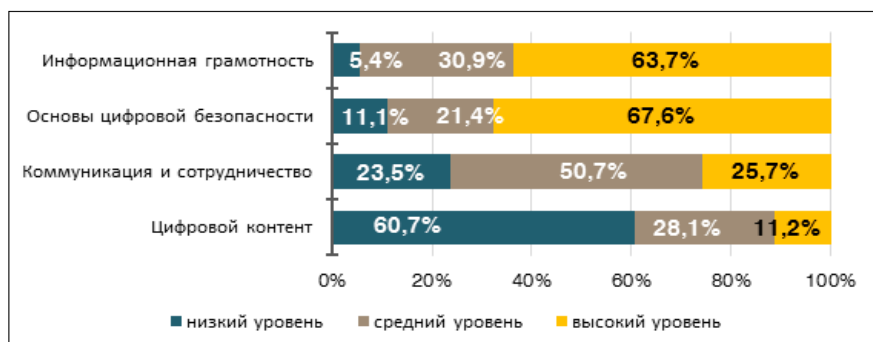


Рис. 10. Структура респондентов по уровню специализированных цифровых компетенций в четырех областях, % от числа ответивших

специализированных цифровых компетенций в областях информационной грамотности и основ цифровой безопасности: около двух третей респондентов здесь получили максимальную оценку. В двух других сферах ситуация хуже. Так, в коммуникации и сотрудничестве низкий уровень компетенций примерно у четверти опрошенных, а по цифровому контенту – у большинства (60,7%).

Рассмотрим более детально каждую из указанных областей.

«Информационная грамотность». Из трех компетенций данного раздела большинство участников опроса обладают на высоком уровне двумя. По пункту «Просмотр, поиск и фильтрация данных, информации и цифрового контента» практически все респонденты (свыше 90%) могут осуществлять как простой, так и специализированный поиск в Интернете, а примерно три четверти (76,3%) умеют использовать расширенный поиск с функциями фильтрации и сортировки данных.

Также широко распространены модели поведения, связанные с «Управлением данными, информацией и цифровым контентом»: свыше 90% ответивших умеют каталогизировать и хранить данные на компьютере, использовать электронные таблицы для их анализа, взвешенно подходят к вопросам безопасности их хранения.

Вместе с тем в рамках компетенции «Оценка данных, информации и цифрового контента», несмотря на то, что большинство опрошенных старается критически оценивать информацию, проверять ее достоверность, лишь около трети (36,4%) отметили, что уделяют

большое внимание этому. При этом чем старше респондент, тем реже прилагает усилия в данном направлении: если среди молодых ученых примерно каждый второй критически относится и проверяет источник данных, то среди старшего поколения такой модели поведения придерживается меньше трети опрошенных.

«Основы цифровой безопасности». Здесь также продемонстрирован достаточно высокий уровень специализированных цифровых компетенций. Практически все респонденты (свыше 85%) знают о вирусах и необходимости антивирусного программного обеспечения, ответственно подходят к настройкам политик безопасности и информированы о возможностях использования их персональной информации как в законных, так и в незаконных целях. Также примерно три четверти при работе с программным обеспечением обращают внимание на надежность и безопасность сервисов, на применяемые ими политики обеспечения конфиденциальности данных.

«Коммуникация и сотрудничество». В этой области около четверти опрошенных (23,5%) продемонстрировали низкий уровень специализированных цифровых компетенций, а около половины – средний. Наиболее развита компетенция «Гражданское участие посредством цифровых технологий», которая охватывает знания и умения использования онлайн-сервисов торговли, системы здравоохранения и прочих услуг. Из данных, представленных на *рис. 11*, можно сделать вывод, что невысокие показатели в области коммуникации в большей мере свойственны лицам старших возрастов.

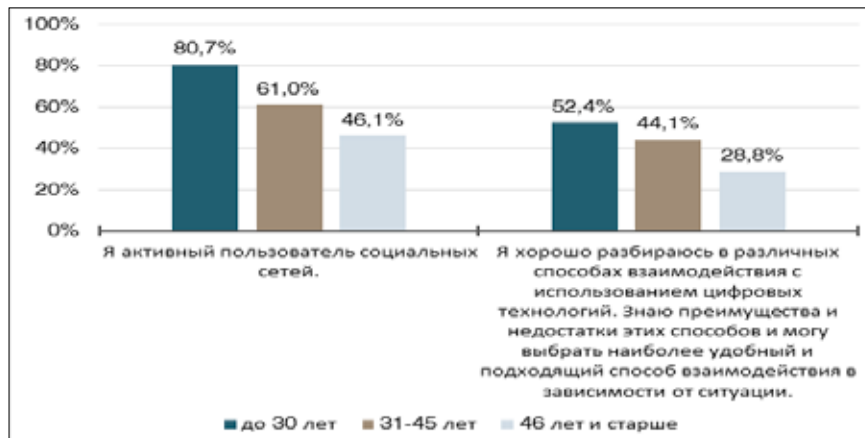


Рис. 11. Доля респондентов, которые активно используют социальные сети и хорошо осведомлены о способах цифрового взаимодействия, в зависимости от возраста

В рамках компетенции «Сотрудничество с использованием цифровых технологий» респонденты продемонстрировали наиболее низкий уровень знаний и умений. Так, лишь около 60% из них знают о возможностях электронной совместной работы над документом, и менее половины умеют ее организовывать. В целом же информированность о преимуществах и недостатках сервисов, позволяющих это осуществлять, находится на крайне

низком уровне: менее пятой части опрошенных отметили свою осведомленность в данном вопросе. Лица старших возрастов здесь также демонстрируют более низкий уровень цифровых умений (*рис. 12*).

«Цифровой контент». В этой последней изученной области опрошенные продемонстрировали наиболее низкую цифровую грамотность: как было показано на *рис. 10*, лишь 11,2% из них обладают высоким уровнем таких ком-

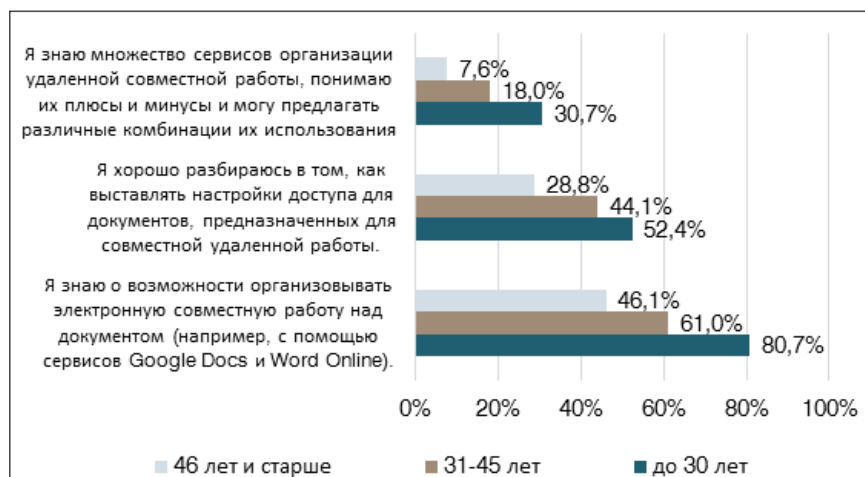


Рис. 12. Осведомленность респондентов о возможностях организации взаимодействия в рамках цифровой компетенции «Сотрудничество с использованием цифровых технологий»

петенций. Наилучшие результаты показаны в «Создании и развитии цифрового контента»: около 80% респондентов умеют делать электронные презентации и редактировать цифровые фотографии и видео с использованием специального программного обеспечения. Но вместе с тем достаточно малая доля (18,3%) из них обладает глубокими знаниями и умениями для создания узкоспециализированного цифрового контента (веб-приложения, аудиозаписи и пр.).

В рамках компетенции «Авторские права и лицензии» продемонстрирован достаточно высокий уровень осведомленности о существовании авторского права на цифровой контент, однако, несмотря на это, на практике проверка и соблюдение данных прав мало используется: менее половины опрошенных отметили у себя такую привычку.

Наиболее низкий уровень цифровой грамотности показан в «Программировании»: около трети респондентов может самостоятельно написать простое приложение, и лишь 16,3% – создать приложение для автоматизации своих рабочих процессов. Однако примерно каждый пятый представляет процесс разработки программного продукта и считает, что мог бы принять в нем участие. Здесь также характерна зависимость от возраста участника опроса: чем он старше, тем ниже его осведомленность и умения.

Выводы

Большинство белорусских ученых (92,1%) обладают базовыми цифровыми компетенциями на среднем и выше сред-

него уровнях. Наибольшее разнообразие навыков отмечено в коммуникациях, работе с информацией, решении проблем посредством цифровых технологий. Вместе с тем было выявлено, что базовые умения использования программного обеспечения для работы с цифровым контентом развиты неравномерно. Так, большинство опрошенных отметило наличие навыков в работе с цифровыми текстами и таблицами, однако лишь малая доля (14,2%) указала на возможность самостоятельного программирования.

Анализ специализированных цифровых компетенций выявил, что представители отечественной науки демонстрируют достаточно высокий их уровень в областях информационной грамотности и основ цифровой безопасности. В работе с информацией наиболее распространены навыки, связанные с управлением, просмотром, поиском и фильтрацией данных, а наименее – работы с узкоспециализированным цифровым контентом (например, создание и редактирование аудиофайлов). В области основ цифровой безопасности показан высокий уровень осведомленности как в вопросах защиты устройств, так и персональных данных.

В сфере коммуникации и сотрудничества высокий уровень цифровой грамотности показали лишь 25,7% опрошенных, средний – 50,7%. Наиболее низкий отмечен в работе с цифровым контентом. Только 16,3% респондентов указали, что способны автоматизировать свои рабочие процессы посредством программирования и самостоятельного создания вспомо-

гательных приложений. При этом среди всех опрошенных две трети трудятся в организациях отрасли технических наук.

Таким образом, для повышения цифровой грамотности ученых необходимо развивать их знания и умения в организации цифровой коммуникации и работе с цифровым контентом. В рамках специализированных цифровых компетенций также проявляется зависимость от возраста: чем старше ученый, тем ниже его уровень владения цифровыми навыками и компетенциями. Поэтому одним из перспективных направлений должно стать создание образовательного контента, проведение мероприятий, направленных на развитие цифровых компетенций лиц старшего возраста. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022.
2. Информационное сообщество в Республике Беларусь / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021.
3. OECD, Government at a Glance 2021 // <https://doi.org/10.1787/1c258f55-en>.
4. О государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы, постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 2 февр. 2021 г., №66 / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь // <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100066&p1=1>.
5. Digital Maturity Is Paying Off // <https://www.bcg.com/publications/2018/digital-maturity-is-paying-off>.
6. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022.
7. DCDM. Digital competence development methodology, v.2 // http://www.dcds-project.eu/wp-content/uploads/2020/02/D9_DCD-Methodology-and-content_v2.pdf.
8. The Digital Economy and Society Index (DESI) // <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi>.
9. DigComp 2.1 The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use // <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106281>.

АЛЬТМЕТРИКИ БУДУЩЕГО

Исследовательская и инновационная деятельность по своей природе характеризуется большим массивом информации, рассредоточенной по множеству различных баз данных и в Интернете. Их наиболее рациональное использование возможно с помощью цифровых технологий, способных связывать и анализировать наборы разрозненных сведений для продвижения в научной сфере и с целью формирования эффективной политики в области науки, технологий и инноваций (НТИ). В этой связи Организация экономического сотрудничества и развития начала реализацию проекта, направленного на изучение инициатив цифровой науки и инновационной политики (DSIP) в странах ОЭСР и государствах-партнерах. Его цель – оценка потенциала цифровых источников и инструментов для совершенствования научной сферы и ее результативного управления.

Данные, касающиеся науки и инноваций, в основном генерируются в профильных исследовательских организациях, вузах, финансовых агентствах, осуществляющих грантовую поддержку изысканий, а также в частных библиотеческих и патентных базах данных. Определенный объем информации собирается в Интернете, в том числе на веб-сайтах компаний и в социальных сетях. Формирование инфраструктуры DSIP имеет неоспоримые преимущества: увеличивает объем, степень детализации, гибкость и актуальность данных, способствует разработке новых показателей НТИ, оценке уровня инноваций, усилению технологического прогнозирования и выявлению ведущих экспертов и организаций в определенной сфере науки. Для отсле-

живания новых тем и технологий исследований, а также для поддержки инвестиционных решений в области НИОКР активно применяются новейшие цифровые инструменты, разрабатываются дополнительные услуги, благодаря чему данные интегрируются с внешними платформами и превращаются в мощные цифровые ресурсы, обеспечивающие всесторонний анализ сведений о результатах НТИ.

Во многих странах уже сформированы отдельные элементы современных систем цифровой науки. К примеру, в Бельгии в 2011 г. появилось Исследовательское информационное пространство Фландрии, представляющее собой ресурс для углубленного анализа научно-технических тенденций и разработки статистических показателей НТИ, а также отслеживания финансирования изысканий.

В Бразилии учреждена платформа Lattes Platform, основанная на интеграции различных цифровых данных бразильских государственных учреждений и высших учебных заведений. Она позволяет визуализировать информацию НТИ и разрабатывать дополнительные аналитические решения в области науки и инноваций.

В Польше запущена интегрированная информационная система POL-on, основной задачей которой является создание базы данных научных и образовательных учреждений страны. Собранные сведения используются Министерством науки и высшего образования для администрирования деятельности польских университетов и исследовательских подразделений. Определенный объем информации, собранной системой, доступен для общественности.

Концептуальный вид инициативы DSIP и ее основных компонентов представлен на *рисунке*.

ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

АДМИНИСТРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

- Налоговые органы
- Статистические ведомства
- Негосударственные организации
- Центры обработки данных

ФИРМЫ И НЕКОММЕРЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

- Библиографические БД
- БД инновационных результатов

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И НАУЧНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ

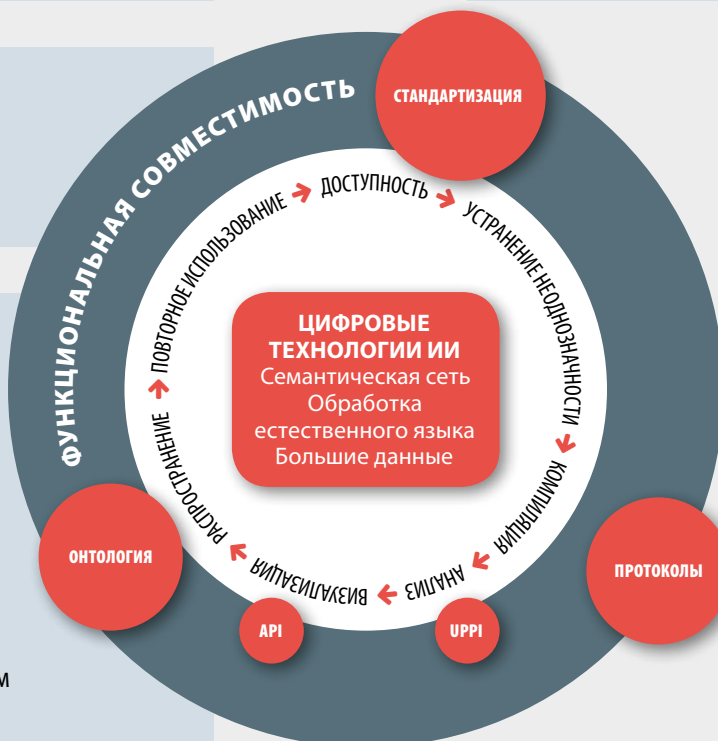
- Исследовательская информационная система
- Научные институциональные репозитории – электронный архив для длительного хранения, накопления и обеспечения долговременного и надежного открытого доступа к результатам научных исследований
- Персональные данные

ИНТЕРНЕТ

- Веб-ресурсы исследовательских учреждений
- Социальные сети
- База данных научных результатов
- Общедоступные универсальные интернет-энциклопедии
- Сайты научных организаций

ФУНКЦИИ И ЦЕЛИ DSIP

- Оптимизация рабочих процессов
- Эффективный мониторинг и оценка научной политики
- Обоснованное принятие решений



ПОЛЬЗОВАТЕЛИ DSIP

- Административные органы
- Негосударственные организации
- Высшие учебные заведения
- Научно-исследовательские учреждения
- Компании
- Гражданское общество

Рисунок. Концептуальное представление инициативы DSIP

Примечание: API – интерфейс прикладного программирования; UPPI – уникальный, постоянный и универсальный идентификатор

Основные элементы системы состоят из различных источников, которые поступают в цикл данных, разрешенный стандартами взаимодействия, включая уникальные, постоянные и унифицированные идентификаторы (UPPI).

ЦЕЛИ ИНИЦИАТИВЫ DSIP

Системы DSIP выполняют ряд функций и сулят множество преимуществ. Среди них можно отметить следующие.

- **Оптимизация рабочих процессов.** Цифровые инструменты значительно упрощают рутинные административные процедуры, повышают эффективность работы научных организаций, а также облегчают получение грантов. Ученые, претендующие на них, могут использовать идентификаторы функциональной совместимости, чтобы связать свои исследовательские профили с заявками на гранты. Такой инструмент применяется в качестве цифрового входа в эстонскую исследовательскую систему ETIS.

- *Детальный и своевременный анализ данных для принятия решений в области НТИ.* Цифровизация предлагает наиболее оптимальную интеграцию сведений, собранных разными агентствами, обеспечение прироста контента и, соответственно, возможности для разработки интегрированной межведомственной политики на уровне исследовательской или инновационной системы, касающейся в том числе и более рационального распределения финансирования. К примеру, Министерство образования, культуры, спорта, науки и технологий Японии и Национальный институт политики в области науки и технологий запустили платформу SciREX, содержащую перечень научно-технических запросов, требующих инвестиционной поддержки.
- *Мониторинг исследований и управление научной деятельностью.* Системы DSIP предлагают возможность оценки текущих изысканий, финансируемых государством, позволяют более гибко корректировать их направления и в перспективе сделать этот процесс открытым и непрерывным. Так, в Колумбии создана Технологическая платформа SCIENTI, которая благодаря разработанным индикаторам и показателям НТИ способна в реальном времени отслеживать результаты научной работы. Для достижения таких целей будут использоваться новейшие цифровые ресурсы, такие как искусственный интеллект, аналитика больших данных и другие, которые выявляют закономерности, необходимые для развития новых областей исследований, технологий, отраслей и управления ими. Цифровые технологии также могут поддерживать краткосрочное прогнозирование НТИ, осуществлять стратегическое планирование, определять спрос на рабочую силу в конкретных областях и устранять потенциальные несоответствия со стороны предложения на рынке труда. В Российской Федерации, к примеру, Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ разработал систему iFORA для поддержки форсайт-исследований.
- *Накопление информации.* Помимо обширных баз данных системы DSIP часто содержат данные аудита входов и выходов пользователей на тот или иной ресурс. Подобные кейсы важны для выявления ведущих экспертов в конкретной области науки, в частности определения рецензентов проектных пред-

ложений, для фиксации центров передового опыта и установления партнерских контактов. Например, Министерство бизнеса, инноваций и занятости Новой Зеландии разработало Новозеландскую исследовательскую информационную систему, предназначенную для улучшения поиска данных по вопросам, связанным с исследованиями и инновациями. Здесь представлены сведения об объемах государственных инвестиций в научные изыскания, потенциальных сферах взаимодействия науки и бизнеса, а также о наиболее авторитетных ученых и организациях. При этом основная цель платформы – максимальная коммерциализация разработок и укрепление отношений между научными кругами и промышленностью.

- *Инклюзивность в области НТИ.* DSIP играет важную роль в обеспечении долгосрочного устойчивого финансирования исследований и инноваций и укреплении доверия населения к достижениям науки. С помощью системы возможно их обсуждение с заинтересованными сторонами в доступной форме, например посредством интерактивной визуализации данных, предоставления гражданам знаний о значимости и необходимости научных разработок. Коста-Рика, например, запустила интегрированную платформу Hipatia, созданную на основе различных административных сведений, чтобы помочь населению страны лучше понять национальный научный потенциал и его влияние на развитие экономики.

СОВМЕСТИМОСТЬ

Систематизация разрозненной информации из внешних источников требует разработки общих форматов данных и других средств взаимодействия, включая, помимо прочего, интерфейсы прикладного программирования (API), онтологии, протоколы и UPPI.

Интегрированная и функционально совместимая система облегчает отслеживание результатов исследований и инновационной деятельности в разных странах, позволяет значительно снизить административную нагрузку, а также более эффективно анализировать данные. К тому же концентрация оперативных и подробных сведений на одном ресурсе дает возможность разрабатывать более гибкую и адаптированную политику управления наукой. Однако для полноценного функционирования системы в международном

масштабе, по мнению экспертов ОЭСР, необходимо преодолеть несколько серьезных барьеров, среди которых обеспечение качества данных, их защита и доступ к ним, оптимальная интеграция, устойчивое финансирование, наличие цифровых навыков и доверие к новым технологиям.

На техническом уровне нужно определить вид цифровой системы, обеспечивающей совместимость данных, на семантическом – решить проблему их неоднородности, на управленческом – согласовать функционал. Не стоит забывать об эффективности стандартов информации, особенно в смешанной экосистеме, включающей как старые, так и новые форматы. В связи с этим в некоторых DSIP используются национальные идентификаторы, например регистрационные номера компаний и социального страхования, а также идентификаторы исследователей в конкретных странах (таблица).

В последние годы были предприняты попытки разработать общие стандарты и словари для улучшения международной совместимости инфраструктур DSIP. К ним относятся UPPI, которые присваивают стандартизированный код, уникальный для каждого исследовательского объекта, сохраняющийся длительное время и распространяющийся на различные наборы данных. Некоторые UPPI существуют как неотъемлемая часть или поддержка коммерческих продуктов, таких как базы данных публикаций/цитирования, исследовательские информационные системы, службы управления цепочками поставок и т.д. Другие представляют собой исключительно системы идентификаторов, к примеру ORCID, целью которого является устранение двусмысленности имен в научных исследованиях путем разработки уникальных идентификаторов для отдельных исследователей. Эти системы обеспечивают простой реестр UPPI и базовую связанную информацию (например, имя и место работы для физических лиц, название и расположение для организаций). Кроме того, они часто непосредственно включают или содержат ссылки на широкий спектр дополнительных сведений, например об образовании ученых, их занятости и др.

ХАРАКТЕРИСТИКИ UPPI

По мнению аналитиков проекта, UPPI должны соответствовать определенным требованиям. Среди них можно отметить следующие:

- *точность* – соответствие формальному шаблону (регулярному выражению), устанавливающему набор назначаемых идентификаторов, что облегчает их проверку и применение;
- *стабильность* – неподверженность изменениям, исключение ненужных деталей или информации, которая может быть трансформирована путем использования случайного буквенно-цифрового кода фиксированной длины и структуры;
- *принадлежность* не более чем к одному локальному объекту во избежание двусмысленности. Например, буквенно-цифровой идентификатор должен включать либо цифру ноль, либо букву «о», поскольку их путают;
- *уникальность* – связанность объекта не более чем с одним идентификатором и исключение его «переработки» для другого объекта;
- *регистрация* – четкая задокументированная фиксация схемы идентификатора, его работы и любых изменений, происходящих с ним;
- *веб-совместимость* – отмена использования символов, выполняющих определенные функции HTML, и форматов обмена (например, XML), таких как «:», «/», «.»;
- *веб-разрешаемость* – возможность преобразовываться в веб-адрес, по которому можно получить доступ к данным или информацию об объекте. На практике это означает, что идентификатор должен состоять из шаблона URI – универсального идентификатора ресурса, например <http://orcid.org/>, и локального идентификатора, относящегося к конкретной записи, например 0000–0002–2040–1464. При совместном использовании URI и локальный идентификатор создают разрешимый веб-адрес (например, <http://orcid.org/0000-0002-2040-1464>). Это позволяет легко проверить идентификатор, чтобы убедиться, что он относится к фактической записи, а она в свою очередь к правильному объекту;
- *доступность* – использование метаданных, в частности имени объекта, к которому относится идентификатор, для прозрачной ссылки и действий в общедоступном поиске [2].

Инициаторы проекта считают, что каждый дополнительный регистрант системы UPPI увеличивает ее ценность и формирует так называемый сетевой эффект, в рамках которого в будущем UPPI станет общепринятым способом идентификации научных объектов. Еще одним отраслевым стандартом для интеграции данных

является API, обеспечивающий автоматизированный протокол обмена данными. Он активно внедряется многими странами на всех государственных цифровых ресурсах и базах данных, в том числе и научно-исследовательских. Улучшение доступа к наборам административной информации положительно влияет на функциональность и надежность результатов анализа, предоставляемых системами DSIP.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ DSIP В ОЦЕНКЕ ИССЛЕДОВАНИЙ

В последнее время наука все чаще сталкивается с требованием продемонстрировать эффективность осуществленных исследований, подтвердить их экономический эффект и отчитаться о затраченных средствах. В этой связи решающее значение приобретает оценка научных достижений, основанная на цифровых фактических данных. Эта процедура имеет ряд преимуществ, обусловленных технической возможностью работы с большими связанными базами, с тонким уровнем детализации информации и ее агрегированием. Однако существуют значительные риски того, что такая оценка не всегда будет точна, поскольку данные доступны в количественном, явно сжатом виде, а для объективности картины они должны охватывать все нюансы интересующего явления. Более того, они должны быть доступны и совместимы с другими источниками. Следует учитывать и разные уровни анализа:

с точки зрения работы отдельных ученых, их учреждений, страны или научной области в целом. Наиболее распространенные сегодня библиометрические показатели, в том числе количество цитирований, являются, по мнению аналитиков, суррогатной мерой оценки результатов научных исследований. Поэтому необходимо предпринять усилия по созданию открытой, надежной и последовательной системы измерения всех видов научной деятельности. Обеспечить такой процесс способны инфраструктуры DSIP, благодаря которым большинство важнейших измерений на этом поле будет представлено в цифровом виде.

Подобные альтернативы предназначены для оценки таких нетрадиционных научных продуктов, как наборы данных и программное обеспечение, не учитываемых в индексах цитирования. К тому же эти показатели, в отличие от представляемых в малоизвестных научных журналах, будут более доступны широкой аудитории, специалистам-практикам или общественности в целом. В качестве более широкого и своевременного источника оценки исследований, чем цитирование, предлагаются метрики, созданные на платформах социальных сетей. Они усовершенствованы для содействия открытой науке и помощи в фильтрации быстрорастущих объемов информации.

Одной из главных движущих сил цифровизации науки и инновационной политики становятся решения, разработанные бизнес-компаниями и некоммерческими организациями. Они ока-

Тип	Примеры
UPPI для участников научной деятельности	- Открытый идентификатор исследователя и участника (ORCID) - Цифровой идентификатор объекта (DOI) - Глобальная база данных идентификаторов исследований (GRID) - Международный стандартный идентификатор имени (ISNI) - Идентификатор Ringgold
Идентификаторы авторов, созданные издателями/индексаторами	- Идентификатор исследователя - Идентификатор автора Scopus
Стандарты управления данными о результатах НТИ	- Общоевропейский формат исследовательской информации (CERIF) - Словарь Consortia Advancing Standards in Research Administration Information (CASRAI) - Онтология VIVO
Протоколы	Протокол инициативы открытых архивов для сбора метаданных (OAI-PMH)

Таблица. Средства обеспечения функциональной совместимости в DSIP и родственных системах. Источник: [1]

зывают значительное влияние на развитие инициатив DSIP, использующих их цифровые продукты и услуги в качестве строительных блоков: технологические архитектуры, инструменты для управления данными, консалтинговые услуги, связанные с запуском и обслуживанием цифровых инфраструктур. Следует отметить, по мнению аналитиков проекта, положительную тенденцию укрепления сотрудничества между государственным и частным секторами не только в формате покупки готовых решений, но и в разработке новых. Особенно активны крупные академические издательства Elsevier и Holtzbrinck Publishing Group вместе с аналитической фирмой Clarivate Analytics. Они создают и объединяют набор данных и услуг в платформы, которые имитируют многие функции полноценных систем DSIP. Несколько продуктов, разработанных этими компаниями, включая библиографические базы данных, уникальные идентификаторы и организационную CRIS, часто выступают в качестве ключевых компонентов государственных инициатив DSIP.

Кроме того, цифровые гиганты Alphabet и Microsoft, а также национальные технологические корпорации, такие как Baidu (Китайская Народная Республика) и Naver (Корея), разработали платформы для поиска научных результатов. И хотя влияние этих компаний на цифровизацию науки и инновационной политики ограничено, объем информации, накапливаемой ими, может стать ключевой базой национальных систем DSIP. Например, API Microsoft Academic Graph позволяет получать контент о публикациях, цитировании, авторах, учреждениях, областях исследований, журналах и конференциях, который может использоваться в системах DSIP. Академические поисковые системы (Google Scholar, Microsoft Academic, Baidu Scholar и Naver Academic), собирающие данные о научных публикациях и цитировании, способны анализировать уровень научных работ и проводивших их ученых, а также определять рейтинги университетов.

К потенциальным участникам инициатив DSIP относятся организации, реализующие консультационные проекты для поддержки науки и финансирования научных разработок. Примером может служить Science-Metrix – канадская исследовательская компания, специализирующаяся на оценке научно-технологической деятельности с использованием библиометрических данных, которой в 2018 г. было поручено разработать

методы и показатели уровня исследований и инноваций для Национального научного фонда США.

Некоммерческие организации также вносят весомый вклад в формирование DSIP путем финансирования и разработки решений для этой инициативы. Например, Фонд Альфреда П. Слоуна поддержал проекты по сбору систематических данных об эффективности финансируемых государством исследований (ETOILE, UMETRICS), по предоставлению свободного доступа и обмена научными результатами (arXiv.org, FORCE11, Impactstory) и устранению неоднозначности данных (улучшение цитирований, разработка уникальных идентификаторов). Австрийское некоммерческое социальное предприятие Cambia в сотрудничестве с Квинслендским технологическим университетом запустило открытую платформу Lens PatCite, объединяющую базы данных нескольких национальных и международных патентных ведомств, а также научных учреждений, включая PubMed, Crossref и Microsoft Academic, для обеспечения открытого доступа к связанной патентной информации.

Благодаря высокому уровню функциональности цифровые решения, разработанные некоммерческими организациями, широко используются государственными органами, а также бизнес-структурами. Часто они выступают важными элементами DSIP, улучшая их совместимость. Таким образом, для активного формирования подобных экосистем необходимо стратегическое сотрудничество частного и некоммерческого секторов, межведомственная координация, использование общих ресурсов для документирования метаданных, разработки стандартов для них и обеспечения наиболее продуктивного взаимодействия программных и аппаратных средств. Инициатива DSIP должна основываться на принципах совместного проектирования, совместного творчества и совместного управления. Эти слагаемые обеспечат необходимые условия для внедрения новых технологий и включения неиспользуемых источников данных в системы DSIP. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Обзор науки, технологий и инноваций ОЭСР, 2018 г.: Адаптация к технологическим и социальным изменениям // https://doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2018-en.
2. Плохие идентификаторы – это выбоины на информационной супермагистрали: полезные уроки для исследователей // <https://biologues.plos.org/2017/07/06/bad-identifiers-are-the-potholes-of-the-information-superhighway-take-home-lessons-for-researchers/>.

Наталья МИНАКОВА

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТОМ «УМНЫЙ ГОРОД» В БЕЛАРУСИ



Сергей Кругликов,
генеральный директор
Объединенного института проблем
информатики Национальной
академии наук Беларуси,
доктор военных наук, кандидат
технических наук, доцент;
kruglikov_s@newman.bas-net.by



Галина Матюшенко,
младший научный
сотрудник лаборатории
автоматизации
процессов
проектирования
ОИПИ НАН Беларуси;
gmatushenko@gmail.com



Наталья Муха,
научный сотрудник
лаборатории
автоматизации
процессов
проектирования
ОИПИ НАН Беларуси;
mnp27@mail.ru



Переход к цифровой экономике сопровождается активным внедрением концепции «умный город», которая предполагает масштабные инвестиции в технологии для стимулирования экономического роста, ускорения социального прогресса и улучшения состояния окружающей среды. Это экономическая и политическая задача, а не тенденция, и ее решение приобретает первостепенное значение [1].

Концепция «смарт сити» постоянно развивается. В исследовании умных городов 2019 г. [2] отмечается, что город можно считать «умным», когда инвестиции в человеческий и социальный капитал, коммуникационные технологии и инфраструктуру способствуют устойчивому экономическому росту и высокому качеству жизни при разумном управлении ресурсами, осуществляемом через открытое правительство. И хотя понятие «умный город» не имеет универсальной трактовки, оно содержит определенные ключевые индикаторы, например улучшение качества жизни, эффективность, устойчивость.

Аннотация. На основе проведенного анализа общих подходов к управлению развитием умных городов предложена модель управления проектом «умный город» в Беларуси.

Ключевые слова: концепция «смарт сити», подходы и модели управления, цифровая трансформация, координационный центр, цифровая экономика, проект «умный город».

Для цитирования: Кругликов С., Матюшенко Г., Муха Н. Модель управления проектом «умный город» в Беларуси // Наука и инновации. 2022. №11. С. 58–64. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-11-58-64>

В ряде городов нашей страны концепция «умный город» уже стартовала [3]. Этот процесс иницируется и регулируется принятыми на уровне государства документами и решениями. В частности, в Государственной программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг., поставлена задача реализации проекта республиканского значения «Умные города Беларуси».

Учитывая, что в городах нашей республики проживает порядка 78% граждан, политика городского развития должна стать предметом государственного внимания и осуществляться через систему целенаправленных действий [4].

Формирование эффективной системы управления городским хозяйством предусматривает внедрение «умных» механизмов управления, которые предполагают предвидение изменений и будущего, планирование, изменение, переосмысление, поддержку и сотрудничество с гражданами и ключевыми заинтересованными сторонами в экосистеме города, использующими данные для принятия решений и управления всеми сферами его жизни.

АНАЛИЗ ОБЩИХ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ РАЗВИТИЕМ УМНЫХ ГОРОДОВ

Подходы к реализации модели «смарт сити» в различных странах мира отличаются друг от друга. Единого алгоритма управления этим процессом нет, однако есть несколько общих методов, которые ведут к повышению конкурентоспособности на основе внедрения ИКТ.

Реализация концепции «умный город» крупными компаниями. В конце 1990-х гг. компания Cisco – мировой лидер в области телекоммуникаций – в рамках своей специализации реализовала концепцию «умного города» в Милане, применив механизмы государственно-частного партнерства. Корпорация IBM выполнила комплексные проекты в таких городах мира, как Нью-Йорк, Чикаго, Мадрид, на базе разнообразных схем партнерств с участием бизнеса и властей разных уровней. Совместная практика реализации проектов компаниями-лидерами в соответствии с их специализацией получила более широкое распространение, к примеру, IT-решения для умных городов предлагают компании Google, Microsoft, SAP, Oracle, Cisco, телеком – Ericsson, Vodafone, энергетики – GE, Eaton, Schneider Electric, безопас-

ности – Symantec, автоматизации зданий и систем контроля – Johnson Controls, Schneider Electric.

Трансформация существующих городов в умные с целью обеспечения устойчивого развития [5]. Инициативы умного города находят свое отражение в стратегических документах многих мегаполисов Европы. К примеру, стратегия Вены основывается на комплексном подходе, который предполагает использование новых механизмов координации политики и управления. Документ как таковой является рамочным и задает направленность развития для соответствующих сфер жизнедеятельности мегаполиса в рамках концепции «умный город». Он устанавливает требования к разработке отраслевых и рабочих планов, стратегий, проектов. Среди основных задач – сохранение природных ресурсов, создание и использование инноваций, обеспечение высокого качества жизни и социально сбалансированного общества.

В Сингапуре применяется проектный подход, предполагающий реализацию ряда масштабных инфраструктурных программ с использованием ИКТ, предназначенных для бизнеса и граждан, которые позиционируются под брендом «умный остров». В своей стратегии город-государство определил лишь целевые показатели по ряду направлений, которые должны быть достигнуты к 2030 г. Среди них: умная энергетика – 90–95% электричества должно производиться на основе природного газа, а умные энергосистемы планируется устанавливать в 30% домохозяйств; 100%-ое распространение широкополосного Интернета и внедрения 4G LTE; умный дом – 50% домов должны быть оснащены этой технологией; умные здания – 80% всех сооружений должны соответствовать стандарту энергоэффективности «Green Mark Certified»; умное здравоохранение, предполагающее обеспечение интегрированных информационных систем по всему Сингапуру, а также использование облачных сервисов хранения данных и др.

Как видим, подходы к развитию городов будущего в европейских и азиатских странах отличаются – в последних они имеют технологическую направленность, в первых – социальную.

Выбор оптимального сценарного варианта цифрового перехода к интеллектуализации городов или основных его субъектов во многом зависит от целей, преследуемых ими. На это, в свою очередь, влияют стартовые условия, в которых город находится в части развития цифровых технологий, рынка и межсекторного партнерства.

Следует отметить, что переход к умным городам – насущная социально-экономическая потребность. Города будущего создаются на основе новых технических решений и подходов, что обеспечивает разнообразие форм управления ими. Каждое из них может как способствовать совершенствованию управления городом, так и, в силу нескоординированности усилий, привести к противоположным результатам, усложнив процесс управления и тем самым уменьшив его эффективность. Комплексное управление городской инфраструктурой, операциями и взаимодействием граждан – одна из отличительных черт умного города. Для его реализации в конкретном географически ограниченном регионе, обеспечения организационных основ и непрерывности процесса эффективного прохождения каждого цикла развития, планомерного перевода на новый качественный уровень администрация создают различные типы оргструктур.

Анализ показывает, что на их выбор влияют такие факторы, как уровень развития страны, ее социально-экономические и политические условия, размеры городов и степень их готовности к принятию модели «смарт сити».

Рассмотрим примеры организационных структур, которые управляют умным городом в различных государствах. В Лос-Анджелесе (США) для этих целей при городской администрации создан Консультативный совет, куда вошли представители компаний – операторов городских систем, местных технологических фирм и стартапов из различных производственных секторов и сфер услуг, НКО, университеты и пр. Глава совета одновременно возглавляет один из комитетов администрации. Основные задачи структуры – налаживание взаимодействия различных стейкхолдеров – частных компаний, проектировщиков, администрации, общественности – для согласования плана городского развития, выработка рекомендаций по политике текущего управления, заключение партнерских соглашений как с городскими, так и с внешними организациями для внедрения концепции «умный город», корректировка действий по ее реализации в рамках его Цифровой дорожной карты, определение индикаторов оценки внедренных проектов и приложений, которые повышают операционную эффективность и удобство городских служб, экономят городской бюджет, приносят дополнительный доход.

Для построения умного города в Гонконге (Китай) создан Консорциум по развитию и внедрению ИКТ. Он состоит из отраслевых комитетов, в которые входят представители бизнеса и коммерческих организаций, исследовательских институтов, эксперты и городские активисты. Консорциум призван помогать правительству в продвижении концепции «умный город», консультировать его по вопросам формирования политики и стандартов, относящихся к развитию инновационных технологий, создания платформ для правительства, партнеров, научно-исследовательских образований, коммерческих организаций и бизнеса. Консорциум координирует проведение исследований, касающихся умного города, отвечает за стимулирование общественной вовлеченности и внедрение технологий «смарт сити», сотрудничество с международными группами и организациями для продвижения и обмена информацией.

В Казахстане таким координатором выступает акционерное общество «Astana Innovations». Оно является главным оператором реализации концепции проекта «Smart Astana», утвержденного постановлением акимата столицы 01.08.2017 г. №180–1579. Стратегия общества нацелена на четкое определение приоритетов для достижения основных его целей: выработку комплекса мер, развитие стартапов, реализацию концепции «умный город» и проектов цифровизации в тесном взаимодействии с государственными учреждениями столицы, а также внедрение инноваций. В рамках реализации своей миссии – стимулирования цифровизации в городе Нур-Султан – стратегическими направлениями деятельности общества являются: поддержка предложений цифровых инноваций в столице, повышение эффективности ее цифровой экосистемы и стимулирование спроса на цифровые решения на местном уровне [6].

Правительство Армении также реализует концепцию «умный город», цель которой заключается в том, чтобы используя новые технологии, модернизировать столицу – Ереван и повысить степень участия граждан в ее жизни. Для этого при мэрии создана комиссия «Умный город», к работе в которой привлечены предприниматели, представители госструктур и гражданского сектора. Она уже разработала краткосрочную стратегию на год [7].

Проект цифровизации городского хозяйства «Умный город» в России реализуется в рамках нацпроекта «Жилье и городская среда» и нацио-

нальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». При ведомственном проекте действует рабочая группа «Умный город» как постоянный совещательно-консультативный орган по вопросам цифровизации городского хозяйства. Среди ее основных функций значатся разработка методики мониторинга реализации проекта и оценки его результатов, анализ запросов в сфере цифровой трансформации городского хозяйства от бизнеса, научно-образовательных организаций и центров компетенций.

Для управления регионом в России на основе использования IT-технологий создаются ситуационные центры (СЦ) и центры управления регионом (ЦУР). Эти две структуры выполняют один и тот же набор функций – сбор информации, моделирование, прогнозирование и принятие решений в области регионального управления, а также обмен информацией с федеральными органами государственной власти.

Первые центры управления как полнотфункциональные решения, в которых на единой платформе собраны все необходимые информационные системы, а имеющиеся в них данные интегрируются, обрабатываются, анализируются и предоставляются руководству, начали создаваться в рамках программы «Электронная Россия 2002–2010 гг.» и названы ситуационными центрами. На начальном этапе они представляли собой пространство, где были визуализированы данные из разных источников для их дальнейшего мониторинга в удобном и наглядном формате. К 2008 г. на федеральном уровне были созданы СЦ Правительства РФ, Администрации Президента, Министерства природных ресурсов, Росатома, Информационно-аналитический центр Центризбиркома, а также Центр управления кризисными ситуациями МЧС и др. [8].

В 2020 г. в России стартовала новая государственная IT-инициатива – регионам было предложено создать у себя Центры управления регионом. В Доме правительства Московской обл. подобный ЦУР функционирует еще с начала 2019 г. и обеспечивает ее оперативное управление. В этом центре с помощью информационных систем в круглосуточном режиме производятся сбор и анализ данных по всем сферам жизнедеятельности Подмосковья, которые поступают от портала «Добродел», горячих линий губернатора, профильных ведомств, муниципалитетов, отраслевых систем.

Центр управления регионом – это формируемый в субъекте РФ проектный офис, создание и деятельность которого регламентируется нормативным правовым актом субъекта. За ЦУР закреплена ряд функций: координация работ по мониторингу и обработке всех видов обращений и сообщений, поступающих в органы и организации (по любым каналам), а также публикуемых в социальных сетях, мессенджерах и других средствах электронной массовой коммуникации; взаимодействие с гражданами через все цифровые системы по направлениям и тематикам деятельности ЦУР; оперативное реагирование на обращения; предоставление дополнительной информации в целях территориального и стратегического планирования развития регионов.

Приведенные примеры свидетельствуют о наличии множества вариантов организационных форм управления цифровой трансформацией города. Каждая страна в соответствии со своим уровнем зрелости и ресурсов, условиями и запросами внедряет свой вариант структуры и определяет ее задачи. Степень ответственности при этом может варьироваться – от оказания поддержки в управлении проектами до прямого управления.

Интеллектуализация и цифровая трансформация города – не одномоментный процесс. Для ее достижения с технологической и организационной точки зрения необходимо пройти ряд последовательных этапов. Формирование умного цифрового города с единой интегрированной инфраструктурой – это результат длительного многоуровневого и поэтапного процесса последовательной цифровой трансформации всех секторов городского хозяйства.

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ «УМНЫЙ ГОРОД» В БЕЛАРУСИ

Переход к модели «смарт сити» в нашей стране может быть осуществлен в соответствии с различными наборами действий-сценариев [9]. Они отличаются в зависимости от того, кто является основным интересантом, субъектом и инвестором. Такими игроками могут выступать бизнес, органы местного самоуправления, объединения разных стейкхолдеров (консорциумы, граждане и их объединения и т.п.). В зависимости от ответственного субъекта различается базовый мотив для реализации концепции «умный город» и внедрения технологий. Это может быть целевая установка либо на снижение издержек и экономию (в случае,

если основной субъект – городская администрация), либо на получение прибыли и расширение рынков сбыта (если основной субъект – бизнес). Выбранные предпочтения будут существенно влиять на роль государства в процессе интеллектуализации и цифровизации городов, характер проводимой государственной политики, системы приоритетов и программы действий.

В условиях разворачивающейся технологической революции интеллектуализация процессов городского развития, осуществляемая в рамках активно развивающейся концепции «смарт сити», – неизбежная перспектива и для Беларуси. Сращивание концепции «умный город» и цифровой трансформации, происходящее в нашей стране и в мире, – уже случившаяся реальность [10]. Характеристика «цифровой» с недавних пор является ключевой для современного мегаполиса. Это означает, что долгосрочная стратегия развития белорусских городов неминуемо связана с реализацией данного подхода.

На основе анализа зарубежного опыта управления умным городом для Республики Беларусь наиболее рациональной могла бы стать такая структура, как Координационный центр умного города (КЦ) при городской администрации, который обеспечивал бы взаимодействие различных стейкхолдеров.

В регламенте работы КЦ целесообразно предусмотреть механизмы вовлечения бизнеса и общественности в проекты умного города с целью привлечения дополнительных инвестиций на основе государственно-частного партнерства, а также обсуждения приоритетов развития цифровых сервисов и услуг. При формировании Координационного центра местные органы власти могут использовать имеющийся в стране опыт работы Общественных советов (рабочих групп, координационных советов, инициативных групп), обеспечивающих согласованные действия и обратную связь с общественностью при разработке и реализации стратегических планов устойчивого роста, зеленого градостроительства, развития предпринимательства и других сфер городской жизни.

Основной целью создания таких центров может стать координация деятельности местных администраций исполнительных органов власти, регулярная межведомственная и межсекторная кооперация в вопросах анализа, планирования, мониторинга и контроля исполнения управленческих решений на пути цифровой трансформации города во всех аспектах его жизнедеятельности.

Среди множества задач, которые могут быть возложены на КЦ, следует выделить такие:

- *содействие развитию ИКТ-инфраструктуры региона, обеспечивающее устойчивый экономический рост и высокое качество жизни местного сообщества при разумном управлении имеющимися у него природными и промышленными ресурсами;*
- *создание условий для формирования экосистемы городских инноваций с привлечением научно-исследовательских учреждений, республиканских технологических центров, организаций инновационной инфраструктуры (технопарки, бизнес-инкубаторы, центры IT-компетенций, IT-акселераторы) и т.д.;*
- *разработка механизмов поддержки местных инициатив и повышение инвестиционной привлекательности города на основе эффективного использования ИКТ;*
- *выработка стратегических документов по созданию и развитию «смарт сити», исходя из специфики и потребностей региона;*
- *подготовка пилотных проектов «умный город» на основе государственно-частного партнерства с привлечением профильных специалистов и расширение инструментов их финансирования;*
- *поддержка IT-стартапов;*
- *формирование программ подготовки управленческих кадров, обладающих соответствующими компетенциями и мотивацией;*
- *проведение просветительских мероприятий по стимулированию и вовлечению жителей в процесс внедрения и использования сервисов умного города;*
- *регулярное информирование о ходе реализации проектов через СМИ и Интернет;*
- *взаимодействие с представителями общественности.*

Таким образом, исходя из целей и задач Координационного центра, можно сформулировать следующее его определение: КЦ умного города – это постоянно действующий координирующий, совещательный, консультативный и экспертный орган, который организует и участвует в подготовке и обсуждении стратегических документов, программ, мероприятий, проектов, нормативных правовых актов и др., связанных с созданием благоприятных условий для обеспечения процессов цифрового развития города, внедрением технологий/проектов умных городов и достижением других задач госу-

дарственных программ, направленных на комплексную цифровую трансформацию страны.

Экосистема цифровой экономики представляет собой партнерство на основе постоянного взаимодействия технологических платформ, прикладных интернет-сервисов, информационных и аналитических систем органов государственной власти, организаций и граждан. Поэтому КЦ может также отвечать за координацию работы по мониторингу эффективности типовой цифровой платформы «Умный город».

Для достижения поставленных целей и задач структуру Координационного центра можно представить следующим образом (рис. 1).

Состав КЦ формируется из специалистов местной исполнительной власти и представителей заинтересованных сторон из разных сфер: организационной, правовой, экономической, архитектуры и строительства, телекоммуникационной, ИКТ, СМИ, правоохранительной и др., а также граждан, проживающих на данной территории. Управление КЦ возлагается на Управляющий комитет – коллегиальный орган, отвечающий за определение стратегии реализации проекта «умный город». Он обеспечивает согласование действий органов государственной исполнительной власти, местного самоуправления города и региона, заинтересованных организаций, экспертов.

Следующее структурное подразделение – Проектный офис (рис. 2).

Он отвечает за разработку и реализацию мероприятий дорожной карты цифровой трансформации города или региона, осуществляет в рамках своей компетенции их мониторинг, обеспечивает сбор предложений, формирует отчеты о выполнении проектов. Его задача – обеспечение согласованных действий между участниками проектной деятельности.

Консультационным органом при Проектном офисе может стать Экспертный совет, состав которого формируется по принципу широкого представительства научно-образовательного, предпринимательского и общественного городских сообществ. Его основная цель – экспертиза проектов цифрового развития и выработка предложений по их реализации.

Умный город следует рассматривать как единую мощную органическую систему, в которой городские администрации разрабатывают интегрированную структуру планирования на основе определения основных компе-

тенций города и обеспечения возможностей мониторинга, анализа и планирования его жизнедеятельности, улучшая такие аспекты, как эффективность, равенство и качество жизни граждан в режиме реального времени.



Рис. 1. Структура Координационного центра умного города

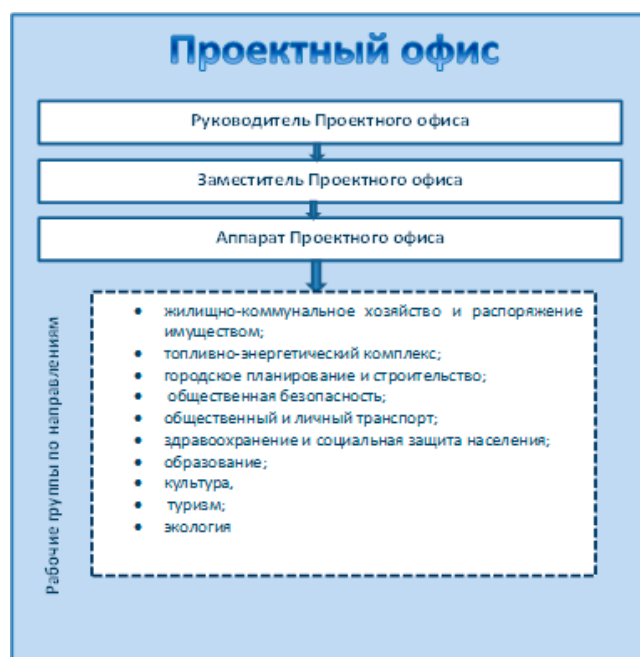


Рис. 2. Структура Проектного офиса

Исходя из этого в проекты умного города необходимо внедрять интегрированную модель данных и услуг из разнородных источников и поставщиков, чтобы обеспечить сотрудничество между участниками и координировать управление различными инициативами, максимизировать синергию между ними, повторно использовать общие компоненты и учитывать изменения, которые могут происходить с течением времени. Интегрированное управление смежными проектами обязательно для получения выгод и оптимизации затрат, времени, усилий и общих активов. Проекты, ориентированные на отдельные интеллектуальные аспекты – мобильность, окружающую среду, людей, жизнь, управление, экономику и т.д., больше не требуются, вместо них будет действовать системный и комплексный подход, повышающий функциональную совместимость и масштабируемость решений. Таким образом, управление умными проектами также должно быть умным.

Реализация предложенных решений в свою очередь предъявляет качественно новые требования к исполнителям, которые должны быть нестандартно мыслящими людьми, умеющими и готовыми разрабатывать и внедрять инновации. Цифровая трансформация системы управления городом создаст условия для заинтересованности бизнеса в инвестировании новых технологий на предприятиях, расположенных в нем. Трансформация управленческих практик на основе умного управления приводит к необходимости освоения новых принципов работы властных структур, прежде всего это касается взаимодействия с населением и бизнес-сектором. Управление умной городской средой включает проблемы разработки уникальной для каждого конкретного города концепции или дорожной карты и стратегии ее реализации [10].

В Беларуси с 2004 г. широко внедряется практика создания стратегий устойчивого развития для городов и населенных пунктов. Эти документы могут лечь в основу цифровой трансформации населенных пунктов, в рамках которой планируется внедрение концепции «умный город», а также постепенный переход на новый уровень устойчивого развития на основе ИКТ. Они же могут быть проанализированы и дополнены новыми разделами, проектами и инициативами, касающимися этих городов. В пользу данного подхода свидетельствует и тот факт, что все долгосрочные документы устойчивого регионального развития имеют социальную направленность

и конечную цель, аналогичную той, что ставит концепция «умный город», а именно – улучшение качества жизни населения и среды обитания.

Данный подход позволит оптимизировать время и затраты на подготовку дорожных карт и построение цифрового общества в регионах, внедрение цифрового механизма их управления, стимулирование инициативы городских и региональных администраций к реализации концепции «умный город», а так же придаст динамику имеющимся стратегическим документам и планам социально-экономического развития. ■

■ **Summary.** This article proposes an analysis of international approaches to managing the development of «smart cities», as well as proposals for organizing the management of the «smart city» project in the cities of Belarus.

■ **Keywords:** smart cite concept, management approaches and models, digital transformation, coordination center, digital economy, smart city project.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-11-58-64>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Построение умных устойчивых городов завтрашнего дня // https://www.itu.int/en/itu/news/Documents/2016-02/2016_ITUNews02-ru.pdf.
2. International study on the situation and future trends in Smart Governance // https://www.researchgate.net/publication/341166746_Future_Trends_and_Current_State_of_Smart_City_Concepts_A_Survey.
3. Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология: сб. статей С.В. Кругликов, Г.П. Матюшенко. – Беларуская навука, Минск, 2020. // <https://nash.gov.by/rus/activity/nauchno-metodicheskoe-obespechenie-razvitiya-informatizatsii/books.pdf>.
4. Численность населения на 01.01.2022 г. по областям и г. Минск // https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/ssrd-mvf_2/natsionalnaya-stranitsa-svodnyh-dannyh/naselenie_6/chislennost-naseleniya1_yan_poobl.
5. Nam T., Pardo T.A., Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people and institution / The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research. DG.O 2011, College Park, MD, USA, June 12–15, 2011
6. Стратегия развития Акционерного общества «Astana Innovations» на 2020–2029 годы // https://drive.google.com/file/d/1PnZjUgt2CloVJ5_2DVfUTb7gkAtvP08j/view.
7. «Голос Армении», общественно политическая газета // <https://golosarmenii.am/article/65022/kak-budut-vyglyadet-umnye-goroda-armenii>.
8. Умный город. Вedomственный проект Минстроя России // <https://russiasmartcity.ru/>.
9. Г.П. Матюшенко. Стратегическое видение цифровой трансформации систем управления регионами Беларуси / XI Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные технологии в промышленности, логистике и социальной сфере», Минск, 26–27 мая 2021 г. – Минск, 2021 г.
10. Л.В. Губич, Г.П. Матюшенко. Стратегический подход к внедрению цифровых инноваций «smart city» в регионах Беларуси // Inter Regional Innovations, 2021. №1. С. 28–33.

Статья поступила в редакцию 07.06.2022 г.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ УРБАНИЗАЦИИ В УЗБЕКИСТАНЕ

УДК: 33.332.145



Юлдуз Салимова,
главный специалист Департамента развития
«зеленой» и инновационной экономики
Министерства экономического развития
и сокращения бедности Республики
Узбекистан, аспирантка Института
экономики НАН Беларуси;
yulduzka87@mail.ru

Аннотация. Обоснована необходимость разработки концепции развития и регулирования урбанизации в Узбекистане, обеспечивающей устойчивый социально-экономический и инновационный рост, формирование городской среды и городского образа жизни. Сформулированы принципы урбанистической политики, предложены ее новые приоритетные направления.

Ключевые слова: урбанизация, городские территории, комплексное устойчивое социально-экономическое и инновационное развитие, кластерный подход развития, «зеленые» технологии, политика урбанизации.

Для цитирования: Салимова Ю. Разработка концепции развития и регулирования урбанизации в Узбекистане // Наука и инновации. 2022. №11. С. 65–71. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-11-65-71>

Необходимость разработки концепции развития и регулирования урбанизации в Республике Узбекистан становится общепризнанной, и это обусловлено в первую очередь новым фактором сбалансированного развития городской хозяйственной системы – усилением значимости стратегического городского управления в условиях глобального рыночного пространства.

По уровню урбанизации (50,4%) Узбекистан заметно отстает от многих стран: согласно рейтингу ООН Urbanization Index, республика занимает 130-е место среди 195 государств. При этом среднемировой показатель урбанизации составляет 50,4%, а в странах СНГ – 57,3% (в том числе в России – 74,6%, Казахстане – 57,5%, Туркменистане – 52%) [4].

В целях усиления градообразующих процессов как нового фактора устойчивого развития Президент Республики Узбекистан Ш. Мирзиёев в Послании Олий Мажлису (парламенту) 28 декабря 2018 г. поставил стратегическую цель: к 2030 г. довести уровень урбанизации в стране до 60,0%. Для достижения этой цели Главой государства принят Указ «О мерах по коренному совершенствованию процессов урбанизации», где одним из основных направлений определена подготовка ее Концепции

на указанный период. Данный документ находится на стадии создания уже 2 года из-за отсутствия соответствующих компетенций у разработчиков и опыта стратегического планирования узбекских регионов и городов [5].

Таким образом, целостной, научно обоснованной, утвержденной органами государственного управления урбанистической стратегии в стране пока не существует. Поэтому предложенные автором основные концептуальные положения представляются актуальными в теоретическом и практическом плане. В этом контексте настоящая статья обобщает современный международный опыт городского планирования и лучшие практики в этой области.

Авторская методология разработки концепции развития и регулирования урбанизации как нового документа основана на комплексном сочетании отраслевых, территориальных (региональных), социальных, экономических и инновационных стратегий и предусматривает стратегическое планирование и проведение соответствующей комплексной региональной политики.

Анализ профильных документов и теорий, связанных с урбанизацией и городским планированием, позволил сформулировать основную цель и принципы государственной политики урбанизации.

Принципиально новые подходы заключаются в следующем:

- *вертикальном развитии урбанизации в стране и комплексном устойчивом социально-экономическом и инновационном развитии городов;*
- *децентрализации власти и усилении роли местных органов власти, повышении их ответственности, что позволит обеспечить местные структуры финансовыми ресурсами, расширить их полномочия и получить в дальнейшем дополнительные источники собственных доходов для обустройства населенных пунктов, а также повысить комплексность управления в регионах на основе согласованности приоритетов, задач и мероприятий на всех уровнях;*
- *кластерном развитии городов, которое даст возможность поднять их социально-экономический уровень, обеспечить благополучие жителей;*
- *внедрении принципов «зеленой» экономики, что повысит экологическую устойчивость и безопасность городов;*
- *активизации инновационной деятельности на рыночных условиях, в том числе реализации концепции «Умный город», системы государственно-частного партнерства и привлечение инвесторов путем создания благоприятных усло-*

вий для деловой среды, что приведет к дополнительным финансовым вложениям в территории;

- *комплексном планировании городов с учетом региональных особенностей, оптимальным использованием имеющихся ресурсов на основе природно-экономического потенциала и эффективного размещения производительных сил, которое в дальнейшем трансформируется в конкретные программы и текущие планы [3];*
- *прозрачности, открытости, многообразии участников процесса урбанизации, что будет способствовать более эффективному управленческому взаимодействию на основе общественного обсуждения;*
- *синергетическом принципе, заключающемся в объединении компонентов городской жизни, составляющих сложную систему, при многообразии элементов и связей между ними и наличии определенной степени самостоятельности участников.*

Перечисленные подходы к реализации урбанистической политики целесообразно проводить в жизнь поэтапно.

СОДЕРЖАНИЕ КОНЦЕПЦИИ

В документе важно отразить объект управления, которым являются города с учетом природно-экономического потенциала. Субъектами развития и регулирования урбанизации в Республике Узбекистан выступают деловые, научные круги, государственные органы управления, представители местной власти (махалли, хокимияты), общественные организации, инвесторы и местное население. Махалли, представляющие собой местные органы самоуправления, объединяющие жителей определенной территории и находящиеся в непосредственном контакте с ними, содействующие укреплению атмосферы мира и согласия, взаимоуважения, доброты и милосердия, национальных обычаев и ценностей, обеспечению сплоченности семьи, воспитания здорового и гармонично развитого поколения, решению насущных проблем населения, играют важную роль в этом механизме, будучи связующим звеном между хокимиятом и жителями города.

На административном уровне считаем целесообразным создать координирующий орган для проведения единой целенаправленной государственной политики в области урбанизации. Но перед этим по возможности сформировать пул высококвалифицированных кадров или организовать их обучение за рубежом по специальностям, связанным с урбанизацией.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

РАЗВИТИЕ
ГОРОДОВ,
АГЛОМЕРАЦИЙ
И ГОРОДОВ-
СПУТНИКОВ

ГРАДО-
СТРОИТЕЛЬНАЯ
ПОЛИТИКА

ЖИЛИЩНО-
КОММУНАЛЬНАЯ
ПОЛИТИКА

ИНФРАСТРУКТУР-
НАЯ ПОЛИТИКА

РЕГИОНАЛЬНО-
ОРИЕНТИРОВАН-
НАЯ ПОЛИТИКА

МИГРАЦИОННАЯ
ПОЛИТИКА

КОМПЛЕКСНОЕ
УСТОЙЧИВОЕ
СОЦИАЛЬНО-ЭКО-
НОМИЧЕСКОЕ
И ИННОВАЦИОН-
НОЕ РАЗВИТИЕ

ЗЕМЕЛЬНАЯ
ПОЛИТИКА

«ЗЕЛЕНАЯ»
ИННОВАЦИОННАЯ
ПОЛИТИКА

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
ПОЛИТИКА

ФИНАНСОВЫЕ И НЕФИНАНСОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И МЕХАНИЗМЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ:

законодательно-нормативная и статистическая база; государственные городские программы, инвестиционные программы городов, программы развития городов-спутников и агломераций

НОВЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ:

кластерный, комплексный, синергетический подход, внедрение «зеленых» инновационных технологий; государственно-частное партнерство, привлечение инвестиций в города, рациональное размещение производительных сил

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ:

инвентаризация всех городских поселений,
разработка целевых показателей определения уровня урбанизированности территорий
(применение авторской методики), приоритетных направлений, мониторинг,
кластеризация, статистическая отчетность,
территориальный и городской бенчмаркинг

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГОРОДСКОГО УПРАВЛЕНИЯ:

децентрализация, комплексность, создание отдельного **управленческого аппарата**,
увязка социально-экономических программ развития **с региональной и городской политикой**,
внедрение **рыночных механизмов** управления и самоуправления в развитии городов

РЕЗУЛЬТАТ:

комплекс практических мер по реализации Концепции

ДАЛЬНЕЙШИЕ ШАГИ:

Стратегия развития урбанизации и Стратегия развития каждого города и агломерации

Рисунок. Авторская концепция развития урбанизации в Узбекистане

ПРИОРИТЕТЫ

В Указе Президента Республики Узбекистан «О мерах по коренному совершенствованию процессов урбанизации» одной из ключевых задач названа их активизация на основе принципиально новой жилищной политики. Она предусматривает специальные меры поддержки инвестиций в строительство жилых домов с обеспечением инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры, гарантированное право собственности и формирование условий для введения земельных участков в гражданский оборот, создание условий для свободного перемещения населения из сельской местности в города путем совершенствования системы административного регулирования миграционных процессов, принятие мер по повышению благосостояния жителей крупных городов, содействие полной и продуктивной их занятости с учетом расширения доступа к экономическим и производственным ресурсам. Планируется также открытие и укрепление системы технопарков на основе региональных высших образовательных учреждений и научно-исследовательских институтов, широкое внедрение прогрессивного международного опыта управления средними городами, расширение сети городов-спутников с удобным транспортным сообщением с мегаполисами, расширение общественно-деловых зон в центральной части крупных агломераций с уменьшением производственных и иных территорий [5].

Между тем урбанизация пока не стала важным источником устойчивого роста и повышения качества жизни населения. В данном вопросе имеется ряд диспропорций и системных проблем, в том числе:

- **устаревшие генеральные планы и городская инфраструктура**, не отвечающие современным требованиям, что оказывает отрицательное воздействие на сбалансированность городской застройки и качество жизни горожан, приводит к хаотичному развитию;
- **изношенные и морально устаревшие объекты коммунальной инфраструктуры**, являющиеся причиной роста аварий в системах тепло-, электро- и водоснабжения и увеличения расходов на их содержание;
- **жилищная политика с несовременными строительными нормами**, несбалансированной транспортной и социальной инфраструктурой, без учета региональных особенностей и потребно-

стей людей в жилье, результатом чего становится неэффективное строительство жилья;

- **высокая централизация управленческих функций** и неразвитая система управления городами, сопровождающаяся недостатком квалифицированных рабочих и специалистов в области урбанистики;
- **неэффективное управление земельными ресурсами**, что препятствует формированию условий для введения земельных участков в гражданский оборот;
- **слабая территориальная мобильность сельского населения**, низкий уровень занятости, высокая внешняя (преимущественно трудовая) миграция, в том числе из городов;
- **недостаток предприятий, перерабатывающих бытовые отходы**, и несоответствие отраслевым стандартам, приводящее к ухудшению экологической ситуации в стране;
- **отсутствие целенаправленной урбанистической политики**, а также долгосрочной стратегии развития в разрезе каждого города.

Приведенный перечень проблем актуализирует формирование дополнительных, разработанных автором направлений развития и регулирования урбанизации, в числе которых:

- **формирование и активизация территориально организованных социально-экономических, производственных кластеров** и налаживание системы управления ими в городах;
- **комплексное регионально ориентированное городское развитие с учетом местных особенностей с оптимальным использованием имеющихся ресурсов на основе природно-экономического потенциала и эффективного размещения производительных сил**;
- **формирование городских агломераций**, прежде всего на базе областных центров и города Нукуса, а также за счет слияния отдельных городских населенных пунктов; создание городов-спутников, позволяющих разгрузить мегаполисы в части производства потребительских товаров и оказания услуг, концентрации научного и инновационного потенциала, оптимизировать размещение жилья и снизить трафик;
- **разработка и реализация градостроительной политики государства с учетом повышения эффективности градостроительного планирования и управления земельными ресурсами на рыночных условиях**;
- **использование современных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий** в различных сферах деятельности для развития городов;

- внедрение smart-систем для управления городами и использование цифровых платформ для укрепления связей между хозяйственными субъектами [1];
- внедрение механизма ГЧП для долгосрочного финансирования и управления общественной инфраструктурой в целях реализации промышленной политики, стимулирования инновационной активности, привлечения инвестиций в развитие инфраструктуры и социальной сферы городов;
- усиление экономических отношений между всеми субъектами городского процесса.

ИНСТРУМЕНТЫ

Формирование концепции развития и регулирования урбанизации в Узбекистане базируется на использовании следующих финансовых и нефинансовых механизмов.

Развитие институциональной основы, включающей:

- разработку долгосрочной стратегии развития каждого города и агломерации с определением приоритетных направлений, конкурентных преимуществ и источников их экономического роста;
- включение всех городов в систему кратко-, средне- и долгосрочного социально-экономического прогнозирования, определяющую их вклад в экономику страны и региона;
- последовательную децентрализацию механизма управления с повышением статуса органов государственной власти на местах, включая передачу муниципалитетам всех государственных активностей на подведомственных территориях, расширение фискальной децентрализации;
- оптимизацию государственных программ по строительству коммерческих жилых домов;
- увязку планов городского развития с региональными стратегиями.

Формирование механизмов регулирования и контроля:

- создание отдельного управленческого аппарата, то есть трехуровневого управления; наращивание потенциала местных органов власти в области региональной городской политики;
- внедрение комплексной системы управления, включающей взаимодействие всех слоев населения;
- формирование цифровых платформ управления городскими территориями;
- совершенствование статистической отчетности в разрезе отдельных категорий городов и регионов, включая данные переписи населения и международного рейтинга уровня урбанизации;

- разработка целевых показателей определения уровня урбанизированности территорий и внедрение системы мониторинга и отчетности выполнения.

Совершенствование нормативно-правовой базы в сфере урбанизации, в частности Жилищного, Градостроительного, Земельного и Налогового кодексов.

Интеграция процессов урбанизации в образование и науку:

- совершенствование учебных программ соответствующих направлений высшего и среднего специального образования с учетом основ урбанизации, а также введение тематики по основам урбанизации в соответствующие программы общего среднего образования;
- введение тематики по основам урбанизации в соответствующую (по направлениям) учебную литературу для высшего, среднего специального, профессионального, общего среднего образования в процессе ее подготовки или переиздания;
- внедрение в программы переподготовки и повышения квалификации педагогических и научных работников основ урбанизации, включая тематики городского управления, городского развития, формирования урбанистических структур и т.д.;
- оказание поддержки научным исследованиям и инновационным разработкам в сфере урбанизации.

Повышение потенциала и создание благоприятной среды в сфере урбанизации.

В последнее время распространенными экономическими инструментами стали государственно-частное партнерство, городское или региональное развитие на кластерной основе, активизация малого бизнеса, в том числе поддержка семейного и ремесленного предпринимательства.

В целом реализация концепции предполагает использование существующих, а также разработку новых инструментов, основанных на децентрализации власти, инвентаризации всех городских территорий, связи органов городского самоуправления с городскими жителями и другими представителями общественности.

МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ

Основные задачи и приоритетные направления концепции реализуются посредством мероприятий, определенных в национальных, отраслевых, секторальных планах и стратегиях. Вместе с тем целесообразно разработать долгосрочную Стратегию развития и регулирования урбанизации, а также

Концепцию развития урбанизации для каждого города с определением приоритетных направлений, конкурентных преимуществ и источников комплексного социально-экономического роста городских территорий.

На первоначальном этапе требуется проведение инвентаризации всех городских поселений для выявления системных проблем и оценки потенциала для их дальнейшего роста.

Мало задействованными в настоящее время являются махалли и механизм государственного взаимодействия, который должен стать ведущим звеном в городском развитии. Это, в свою очередь, означает превращение их в структуру на местах, оказывающую реальную помощь и содействие в социально-экономической жизни общества, а также усиление взаимодействия с государственными органами, в том числе с Народными приемными Президента Республики Узбекистан и секторами по комплексному социально-экономическому развитию регионов по подворовому обходу, выявлению проблем и улучшению жизни населения.

Необходимо создание рабочей группы из заинтересованных сторон, которые будут вовлечены в реализацию концепции, в том числе органов государственного и хозяйственного управления, исполнительной власти на местах, самоуправления граждан и других институтов гражданского общества, международных организаций, частного сектора, а также населения.

Следует развивать сетевой и кластерный типы связей между всеми участниками инновационного процесса (логистическими комплексами, производственными объектами, жилыми образованиями, частным предпринимательством, научно-исследовательскими комплексами, инвестиционными организациями) [2], а также разработать индивидуальные программы развития городов-спутников исходя из их уникальных особенностей (природных, социальных, экономических, культурных и др.).

Кроме того, целесообразным представляется участие в международных проектах и программах в сфере урбанизации, привлечение для реализации проектов иностранных инвесторов, использование кредитов и грантов международных финансовых институтов, зарубежных правительственных организаций и других доноров.

Детальная проработка концепции урбанизации – сложнейшая комплексная задача, поскольку для устойчивого развития каждого конкретного

города необходимо отдельное, в некотором смысле уникальное решение. При этом крайне важно учитывать региональную асимметрию социально-экономического развития.

В результате описанных выше преобразований ожидаются следующие положительные изменения:

- **превращение городов и их агломераций** в центры и источники социально-экономического развития отдельных регионов и страны в целом;
- **рост производительности труда и уровня жизни населения**, а также конкурентоспособности всей экономики государства;
- **повышение качества управления** на национальном, региональном и местном уровнях;
- **сосредоточение в городах и поселках городского типа** новых высокотехнологичных рабочих мест и как следствие этого – оптимизация внутренних и внешних миграционных потоков и сокращение безработицы;
- **улучшение жилищных условий** граждан благодаря реализации принципиально новой жилищной политики;
- **увеличение доли благоустроенного жилья** (обеспеченного центральным водоснабжением, природным газом, канализацией) и, соответственно, процента населения, проживающего в нем;
- **появление новых объектов социальной инфраструктуры** в городах, расширение площади общественных пространств, в том числе парков культуры и отдыха, приходящихся на каждого жителя;
- **обеспечение полного сбора и переработки** твердых бытовых отходов;
- **устойчивое развитие городов** на основе сбалансированного подхода к стимулированию экономического роста, обеспечению социальной и экологической безопасности;
- **децентрализация системы городского управления с расширением полномочий и ответственности** органов государственной власти на местах в вопросах устойчивого развития;
- **формирование оптимальной иерархии городов** (малые, средние, большие, крупные, начиная с Ташкента) и городских территорий;
- **эффективное использование земельных ресурсов.**

В целом активизация процессов урбанизации в Узбекистане создаст новые возможности для экономического роста, что должно привести и к существенному повышению благосостояния жителей страны. Долгосрочные национальные, региональные, городские концепции развития необходимо рассматривать как дорожные карты перехода к более устойчивому и целенаправленному росту различных сфер экономики.

Несмотря на то, что концепция развития и регулирования урбанизации в Республике Узбекистан находится на стадии разработки уже 2 года, в скором будущем она станет для государства новым программным документом, до сих пор отсутствовавшим в практике стратегического планирования. Для его эффективной реализации разработчикам необходимо ориентироваться на рыночные принципы функционирования экономики, при которых роль государства несколько меняется: от директивного стиля управления оно плавно переходит к планомерному созданию в городах институциональных конкурентных рыночных условий для субъектов хозяйствования. Это повлияет не только на социально-экономическую сферу и внедрение инноваций, но и на уровень жизни людей, их культуру и образ жизни.

Таким образом, основными составляющими нового подхода к управлению процессами урбанизации представляются децентрализация власти с усилением роли местного управления, внедрение механизмов кластерного ведения хозяйства и принципов комплексного устойчивого развития, применение инноваций, реализация незадействованных резервов и конкурентных преимуществ каждого населенного пункта. Новизна данной концепции заключается в следующем:

- *появление нового субъекта, связующего хокимият с органами исполнительной власти на местах – махалли;*
- *выделение новых направлений урбанизации: жилищно-коммунальное, инфраструктурное, градостроительное, земельное и др.;*
- *развитие городских агломераций с рациональным размещением производительных сил и стимулированием миграционного притока в города;*
- *повышение значения экологической устойчивости как мегаполисов, так и менее крупных городов и поселков, внедрение принципов «зеленой» экономики;*
- *финансовые и нефинансовые механизмы поддержки урбанизации и комплексного развития;*
- *применение новых методов управления, основанных на кластерном подходе в контексте регионального потенциала, то есть оптимального использования имеющихся ресурсов и распределения производительных сил;*
- *совершенствование системы государственно-частного партнерства и условий для привлечения инвестиций.*

Данная концепция как научно-практическая основа для разработки государственной политики

урбанизации подразумевает соответствующие изменения ряда стратегических документов (таких как Градостроительный, Жилищный, Земельный кодексы и др.), а также взвешенный практический подход ко всем возможным источникам финансирования инвестиционных проектов. Кроме этого, для успешной реализации предложенной методологии в Узбекистане необходимо рассмотреть новые законопроекты («О региональном развитии», «О развитии урбанизации»), разработать и утвердить соответствующие методические рекомендации не только по созданию стратегии преобразований, но и по введению ее принципов в действие. ■

■ **Summary.** The article shows the need to develop a concept for the development and regulation of urbanization in Uzbekistan, which is a new direction for ensuring sustainable socio-economic, innovative development based on the formation of the urban environment and urban lifestyle. The principles of the formation of urban policy are formulated, objects and subjects are identified. It offers new priorities of its development direction: application of new methods of management, based on the cluster approach of urban development in conjunction with regional development with the optimal use of existing resources on the basis of naturaleconomic potential of cities and efficient deployment of productive forces; by introducing the principles of «green» economy; based on innovative development on market conditions, development of the system of public private partnership and attracting investors by providing favorable conditions for the business environment.

■ **Keywords:** urbanization, urban areas, integrated sustainable socio-economic and innovative development, cluster development approach, «green» technologies, urbanization policy.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-11-65-71>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Я.М. Александрович, А.В. Богданович. Концептуальные положения стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь // Белорусский экономический журнал. 2010. №2. С. 20–33.
2. Т.С. Вертинская. Стратегии устойчивого развития регионов Беларуси: к вопросу о разработке новой методологии. Управленческое консультирование // Псковский регионологический журнал. 2016. №3 (27). С. 17–30.
3. С.Ш. Мирзиёева. Анализ опыта Узбекистана по разработке стратегий развития страны и регионов // Власть и экономика. Управленческое консультирование. 2019. №3. С. 49–61.
4. Рейтинг стран мира по уровню урбанизации, 2006–2022 / Гуманитарный портал: Исследования // Центр гуманитарных технологий // URL: <https://gtmarket.ru/ratings/urbanization-index>.
5. Указ Президента Республики Узбекистан «О мерах по коренному совершенствованию процессов урбанизации» №УП-5623 от 10.01.2019 г. – Ташкент, 2019. // <https://lex.uz/docs/4154824?otherlang=3>.

Статья поступила в редакцию 07.06.2022 г.

ПЕРЕПИСЬ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ



Анатолий Злотников,
профессор кафедры
права и экономических
теорий Белорусского
торгово-экономического
университета
потребительской
кооперации, кандидат
экономических наук,
доцент

Репродуктивное поведение в нашей стране связано с различными тенденциями в рождаемости. Одна из них – сложившаяся половозрастная структура, которая проецирует те или иные перспективы в демографическом развитии. Поэтому изучение репродуктивных процессов является одним из важнейших направлений социогуманитарных наук.

Видное место в ней занимает монография Л.П. Шахотько почти полувековой давности «Рождаемость в Белоруссии» (1975 г.), в которой динамика и эволюция этого феномена исследованы за почти столетний период. В ней выявлены факторы снижения уровня рождаемости – структурные изменения в половозрастной и брачной структуре населения, смена ценностных ориентаций, противоречия между расширением масштабов занятости и выполнением функций материнства. В другой ее работе «Воспроизводство населения Белорусской ССР» (1985 г.) демографические процессы рассматриваются во взаимосвязи рождаемости с брачными и семейными отношениями, состоянием здоровья и миграции. Сложившиеся тенденции в этой сфере формируют существенные изменения в половозрастной структуре населения, что является определяющим фактором в отношении перспектив демографического развития Беларуси конца XX – начала XXI в.

В первую очередь рождаемость отражает тенденции в изменяющейся величине демографического потенциала, которым выступают женщины детородного возраста – 15–49 лет. Данные национальных переписей населения свидетельствуют

о циклической зависимости формирования наиболее активного репродуктивного потенциала – возраста 20–39 лет, на долю которых приходится почти три четверти рожденных детей (табл. 1).

Прежде всего наблюдается уменьшение величины репродуктивного потенциала, составившее по сравнению с предыдущими переписями 94,54% в 2009 г. и 88,88% – в 2019-м, что отражает сложившийся в конце второго десятилетия нынешнего столетия уровень низкой рождаемости, которого ранее демографическая история Беларуси не знала. В 2003 г. был зафиксирован минимальный показатель – 88 512 чел., в 2015 г. в ходе реализации мероприятий, определенных Законом Республики Беларусь 2002 г. «О демографической безопасности», наивысший – 119 028 чел. (прирост около 30,5 тыс. чел.), затем он начал резко уменьшаться и к 2019 г., последнему, в отношении которого имеются данные национальной статистики, упал более чем на 31,4 тыс., составив 87 602 чел. Среднегодовые темпы прироста рождаемости в начале нового тысячелетия отмечены на уровне 2,47%, а ее снижения – 7,31%, то есть отрицательное сальдо в этом двадцатилетии было втрое больше предыдущего роста.

Как и во многих европейских странах, такая картина обусловлена, во-первых, коронавирусной ситуацией, во-вторых – предыдущей низкой рождаемостью конца XX в., ибо малочисленное поколение того периода обеспечивает и небольшую рождаемость. В-третьих, на рубеже конца 2010-х – начала 2020-х гг. наблюдался значительный рост миграции населения в наиболее активном репродуктивном возрасте. Что же касается небольшого потока иммигрантов, то на новом месте жительства они в первую очередь решают проблемы экономической и социальной адаптации, а репродуктивные перспективы отодвигаются на второй план. По нашим предварительным расчетам, в 2020–2021 гг. число родившихся в Беларуси составило менее 80 тыс. чел. и может колебаться в пределах (небольшой плюс-минус в десятые доли) около 9%, то есть в относительных показателях ее уровень остался вроде бы

прежним. Но за этими величинами только за один календарный год скрывается более чем 94-тысячное уменьшение численности населения Беларуси, что в послевоенной демографической истории страны является антирекордом.

Согласно данным переписи населения 2019 г., рождаемость в репродуктивном потенциале (15–49 лет) в расчете на тысячу женщин наименьшая в г. Минске – 1036 рождений и в Витебской области – 1214. Сложившиеся тенденции отражены в *табл. 2* и характеризуют будущую негативную демовоспроизводственную ситуацию. Эти данные выявляют, что у поколения женщин, родившихся в послевоенный период и доживших до переписи 2019 г., показатели фертильности в основном были еще близки к требованиям простого воспроизводства населения, но при этом имели постоянную тенденцию к падению. Причем в разрезе пятилетних когорт у поколения начала 1960-х наблюдаются наибольшие значения его снижения: 80 рождений в расчете на тысячу женщин, у родившихся во второй половине 1960-х гг. – более 100 рождений, достигнув низкого показателя – 1591 у женщин, которым в период переписи 2019 г. исполнилось 45–49 лет. Нынешние 35–44-летние представительницы слабого пола в свое время несколько улучшили репродуктивную ситуацию в Беларуси: 40–44-летние повысили ее на 59 рождений, а 35–39-летние – еще на 23. Однако последующее поколение возраста 30–34 года установило антирекорд – снижение в этой группе составило более 200 рождений, последствия которого сказываются на нынешней репродуктивной ситуации.

В региональном анализе тенденций демографического развития традиционно выделяются западные области (Брестская и Гродненская), восточные – приграничные с Россией (Витебская, Могилевская и Гомельская), южные – полесские, граничащие с Украиной (Брестская и Гомельская), а также центральные – столичная агломерация (город Минск и Минская область). Интересно то обстоятельство, что внутри каждой из этих групп присутствуют регионы с различными демографическими тенденциями и уровнями развития. Наиболее негативная демографическая ситуация присуща столице, где когортная рождаемость в расчете на тысячу женщин в возрастной группе 20–24 года была на 45,5 процентных пункта хуже, чем в Витебской области, 25–29 лет – на 26,4 пункта, 30–34 года – на 13,5, 35–39 лет – на 5,1, 40–44 года – на 4,2 и 45–49 лет – на 7,5 пункта. При этом в Минске зафиксирован самый высокий удельный вес женщин в наиболее репродуктивном возрасте в срав-

Возрастная группа, лет	1999	2009	2019
ВСЕГО	5 327 616	5 083 611	5 061 973
в том числе			
0–4	231 240	239 947	255 488
5–9	319 651	214 662	273 160
10–14	404 908	226 112	246 882
15–19	385 356	308 757	221 344
20–24	350 170	378 895	219 413
25–29	344 587	368 456	310 546
30–34	354 901	341 428	392 937
35–39	423 370	340 125	381 356
40–44	415 529	342 488	345 140
45–49	353 960	404 468	337 685
50–54	259 150	403 920	333 961
55–59	262 774	339 861	385 127
60–64	327 155	257 241	387 326
65–69	299 958	214 675	310 845
70 и старше	594 377	702 576	660 763
из них			
0–14	955 799	680 721	775 530
0–19	1 341 155	989 478	996 874
15–49	2 627 873	2 484 617	2 208 421
20–39	1 473 028	1 428 904	1 304 252

Таблица 1. Динамика численности женского населения Республики Беларусь по возрастным группам (по материалам переписей 1999, 2009 и 2019 гг.), чел.

нении с другими крупными территориально-административными регионами Беларуси.

Отметим также гендерную диспропорцию, наблюдающуюся в областях страны и областных центрах. Так, величины удельного веса мужского населения следующие: Брестская область и город Брест – 46,40% и 45,19%, Витебская область и Витебск – 45,88% и 44,68%, Гомельская область и Гомель – 46,17% и 45,17%, Гродненская область и Гродно – 46,33% и 45,61%, Минская область и Минск – 46,35% и 45,75%, Могилевская область и Могилев – 46,54% и 45,79%. Вроде бы разница в процентах небольшая, но, к примеру, в Витебске в количественном измерении эта величина составляет около 40 тыс. чел. Если же рассматривать не общее гендерное соотношение, а в наиболее активном репродуктивном возрасте, то положение еще более удручающее, что сказывается и прямо, и косвенно на брачном состоянии и динамике рождаемости.

	Беларусь в целом	В том числе в региональном разрезе						
		Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минск	Минская	Могилевская
Всего	1541	1713	1521	1615	1630	1261	1628	1582
в том числе:								
15–19	22	24	22	25	20	15	25	27
20–24	363	455	374	437	380	204	417	434
25–29	1005	1165	1020	1098	1098	751	1069	1081
30–34	1462	1658	1426	1541	1590	1233	1528	1486
35–39	1673	1849	1595	1719	1755	1514	1734	1657
40–44	1650	1823	1569	1675	1719	1503	1706	1628
45–49	1591	1758	1511	1615	1679	1398	1652	1589
50–54	1644	1808	1850	1684	1738	1398	1713	1652
55–59	1747	1922	1712	1807	1829	1489	1817	1754
60–64	1827	1979	1789	1897	1894	1552	1932	1854
65–69	1855	2024	1806	1942	1933	1576	1966	1885
70 и старше	2066	2263	1978	2208	2128	1667	2190	2146
из них:								
15–49	1238	1397	1214	1298	1305	1036	1300	1271

Таблица 2. Число рожденных детей на 1000 женщин соответствующей возрастной группы (по материалам переписи населения 2019 г.)

Материалы переписи населения 2019 г. характеризуют итоги вклада в рождаемость репродуктивного потенциала областей Республики Беларусь (табл. 3). Худшие показатели во всех возрастных когортах демонстрирует г. Минск: к примеру, в возрастной группе 20–24 года процент родивших составил 14,63, что вдвое ниже по сравнению с другим регионом, входящим в столичную агломерацию, – Минской областью. Такие же небольшие значения рождаемости характерны и для Витебской области.

Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь при проведении переписи населения 2019 г. в опросный лист был включен вопрос, связанный с репродуктивными планами женщин в возрасте 18–49 лет. Итоговые результаты ответов респондентов на вопрос 25 «Планируете ли Вы рождение детей?» с вариантами «да», «нет» и «затрудняюсь ответить» отражены в табл. 4 и характеризуют субъективный фактор демографического развития.

Как видно, менее трети респондентов собираются улучшить демографическую ситуацию, наибольший показатель в региональном разрезе приходится на г. Минск, а наименьший – на Могилевскую область, разрыв между которыми составляет более 11 процентных пунктов. При этом максимальную активность планирует проявить возрастная когорта 20–24 года – 61,93%, и во всех регионах ее представителей большинство. Респонденты этого возраста

преобладают в Брестской области (64,67%), а меньше всего их находится в Витебской области (56,78%). Такое распределение ответов отражает особенности региональных репродуктивных тенденций и при соотношении планирующих – 30,81%, не планирующих – 57,50% и затруднившихся определиться с перспективами рождаемости 11,69% свидетельствует об ухудшении демографической ситуации.

Резервом демографического роста, согласно анализу возрастного состава неопределившихся респондентов, могут стать 18–19 и 20–24-летние молодые люди. Их удельный вес – почти 20%, что значительно выше, чем в группах опрошенных, давших отрицательный ответ на вопрос «Планируете ли Вы рождение детей?». На него ответили 2075 325 женщин старшего возраста (с 35 лет), из которых 1 236 988 чел. (59,6%) состояли в браке; 404 743 чел. (19,5%) не были замужем; 229 594 чел. (11,1%) разведены; 105 833 чел. (5,1%) состояли в незарегистрированных брачных отношениях и 36 538 чел. (1,8%) – вдовствовали. Часть респондентов (2,9%) на вопрос о брачном состоянии не ответили, но тем не менее о своих репродуктивных планах сообщили. Следует отметить то обстоятельство, что о желании иметь детей в целом по репродуктивному массиву в 30,81% (табл. 5) во всех когортах респондентов, ответивших на вопрос о своем брачном состоянии, этот показатель составил 30,57%, а у не указавших свой брачный статус – 39,30%, то есть разбежка составила почти 9 процентных пунктов.

В возрасте	Показатели	Беларусь всего	в том числе по областям						
			Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Минск	Могилевская
15–49 лет	Всего женщин	2 208 421	305 593	256 723	322 798	225 626	332 588	532 458	252 635
	из них родившие	1 515 679	220 088	179 647	228 718	159 898	235 154	325 990	166 184
	% родивших	68,63	72,02	69,98	70,85	70,87	70,70	61,22	65,78
из них									
15–19 лет	Всего женщин	221 344	30 684	23 973	30 840	23 950	32 221	57 141	22 535
	из них родившие	3988	610	453	660	401	688	665	511
	% родивших	1,80	1,99	1,89	2,14	1,67	2,14	1,16	2,27
20–24 лет	Всего женщин	219 413	28 288	23 397	32 298	22 494	32 648	58 335	21 963
	из них родившие	55 835	8828	6389	9720	6076	9549	8536	6737
	% родивших	25,45	31,21	27,31	30,09	27,01	29,25	14,63	30,67
25–29 лет	Всего женщин	310 546	41 976	35 211	44 062	30 729	47 246	80 721	30 601
	из них родившие	195 726	29 158	22 795	29 622	21 137	31 506	40 601	20 907
	% родивших	63,03	69,46	64,74	67,23	68,79	66,69	50,30	68,32
30–34 лет	Всего женщин	392 937	51 680	45 158	55 506	38 644	59 573	102 105	40 271
	из них родившие	321 728	44 184	37 257	46 742	33 252	50 000	76 376	33 967
	% родивших	81,89	85,50	82,50	84,21	86,05	83,93	74,80	84,35
35–39 лет	Всего женщин	381 358	52 662	43 766	55 547	37 523	57 327	93 859	40 672
	из них родившие	330 362	46 627	37 831	48 756	33 494	50 271	77 982	35 401
	% родивших	86,63	88,54	86,44	87,77	89,26	87,69	83,08	87,04
40–44 лет	Всего женщин	345 140	49 873	41 735	52 554	34 766	51 846	75 288	39 078
	из них родившие	306 026	45 004	36 589	46 777	31 471	46 384	64 990	34 811
	% родивших	88,67	90,24	87,67	89,01	90,52	89,46	86,32	89,08
45–49 лет	Всего женщин	337 685	50 430	43 483	51 991	37 530	51 727	65 009	37 515
	из них родившие	301 964	45 677	38 333	46 441	34 067	46 756	56 840	33 850
	% родивших	89,42	90,58	88,16	89,33	90,77	90,39	87,43	90,23

Таблица 3. Репродуктивный вклад в процесс демовоспроизводства репродуктивного потенциала областей Республики Беларусь (по материалам переписи населения 2019 г.)

Анализ репродуктивных намерений женщин возраста 18–49 лет имеет детей выявляет, что в большинстве когорт высокие показатели у опрошенных, не указавших свой брачный статус. Они «лидируют» прежде всего в старших возрастных группах – 30–34 года, 35–39 лет и 40–44 года. Второе место – у 25–29-летних и в целом среди не указавших свой брачный статус, третье – у 20–24-летних. Наивысшие показатели намерения иметь детей для состоящих в браке характерны для респондентов в младших когортах (18–19 лет и 20–24 года), а также в критическом репродуктивном возрасте (45–49 лет). К сожалению, в средних возрастных группах, для которых характерна наиболь-

шая рождаемость (25–29 лет, 30–34 года и 35–39 лет), желание иметь детей (или еще иметь) у замужних женщин находится даже за пределами тройки ведущих.

Самая большая доля женщин, планирующих иметь детей, – у не состоящих в браке (49,05%). При этом значительной разницы между возрастными когортами у них нет. В группах 18–29 лет это намерение высказывают 57–58%. Третий показатель потенциального демографического роста у состоящих в незарегистрированных брачных отношениях – 33,92%, а вот у женщин, семейная судьба которых не сложилась, – у разведенных и разошедшихся, а также у вдов – таких шансов мало.

Возраст	Беларусь в целом	В том числе в региональном разрезе						
		Брестская область	Витебская область	Гомельская область	Гродненская область	Город Минск	Минская область	Могилевская область
Планируют иметь детей								
18–49	30,81	29,75	29,63	29,42	29,46	37,52	27,21	26,50
из них								
18–19	58,31	60,04	55,45	57,75	59,06	59,14	56,45	59,21
20–24	61,93	64,67	56,78	61,93	62,91	63,81	59,01	60,11
25–29	53,51	54,85	53,22	52,12	53,85	58,82	48,81	48,14
30–34	39,21	37,84	39,22	37,59	36,08	46,79	34,27	34,31
35–39	25,83	24,28	22,66	24,75	23,03	32,18	21,48	22,51
40–44	7,44	7,07	7,82	7,08	6,92	10,45	5,36	5,35
45–49	2,29	2,39	3,19	2,60	2,78	3,21	0,78	0,58
Не планируют иметь детей								
18–49	57,50	60,44	57,60	59,14	60,33	48,50	61,56	63,34
из них								
18–19	12,46	11,18	14,71	12,72	5,02	14,06	8,83	11,53
20–24	16,64	12,73	15,01	14,23	14,26	15,70	22,02	23,89
25–29	32,41	32,69	30,50	32,69	33,07	26,42	37,77	40,64
30–34	50,54	54,65	49,82	52,80	56,45	40,52	55,15	55,89
35–39	66,35	69,21	64,84	67,61	70,55	56,21	69,06	65,88
40–44	84,21	86,17	82,34	84,78	86,05	78,43	87,93	87,69
45–49	90,82	92,60	88,91	91,42	91,84	86,09	93,32	93,51
Затруднились ответить								
18–49	11,69	9,81	12,77	11,44	10,21	13,98	11,23	10,16
Из них								
18–19	29,23	28,78	29,84	29,53	35,92	26,80	34,62	29,26
20–24	21,43	22,60	28,21	23,84	22,83	20,49	18,97	16,00
25–29	14,08	12,46	16,28	15,19	13,08	14,76	13,42	11,22
30–34	10,25	7,51	10,96	9,61	7,47	12,69	10,58	9,80
35–39	7,82	6,51	12,50	7,64	6,42	11,61	9,46	11,61
40–44	8,35	6,76	9,84	8,14	7,03	11,12	6,71	6,96
45–49	6,89	5,01	7,90	5,98	5,38	10,70	5,90	5,91

Таблица 4. Общие итоги регионального распределения ответов респондентов на вопрос 25 переписного листа переписи населения 2019 г. «Планируете ли Вы рождение детей?», % к итогу

Анализ этого субъективного фактора – намерения рожать или не рожать – показывает, что в демографическом развитии Беларуси не только сохранились, но и усиливаются негативные тенденции. Важнейшей их парадигмой является коренное изменение социального облика репродуктивного потенциала, воспитанного в других условиях социальной, политической и экономической реальности и не реагирующего на существовавшие стимулы. Приоритетом, как свидетельствуют материалы переписи населения

2019 г., становится малодетная семья – прежде всего с одним ребенком и реже с двумя детьми.

В Беларуси снижение первых рождений обусловлено сокращением численности населения, вступающего в брачный период. Уменьшение вторых рождений связано, во-первых, с возрастными поколенческими сдвигами и, во-вторых, с политикой «финансовой диеты», суть которой состояла в том, что с 2016 г. в пенсионном законодательстве произошла отмена при назначении пенсии учета декрет-

ного отпуска в трудовом стаже. В то же время наблюдается некоторый рост третьих и последующих рождений. Но, к сожалению, последняя тенденция не привела к обеспечению даже простого, не говоря уже о расширенном, демовоспроизводства.

Основные направления решения современных демографических проблем в нашей стране определены Законом «О демографической безопасности Республики Беларусь», который акцентирует внимание на необходимости преодоления демографических угроз, важнейшими из которых являются депопуляционные процессы. К сожалению, начиная со второй половины прошедшего десятилетия их преодоление пущено на самотек. Так, две последние государственные демографические программы – на период 2016–2020 гг. и 2021–2025 гг. «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» – являются преимущественно ведомственными, наполненными мероприятиями в интересах Минздрава. Социальных мероприятий подобно тем, которые разрабатывались в первых профильных программах, в них не предусмотрено и, соответственно, достижение основной цели – поставить преграду депопуляционным тенденциям – невозможно.

Таким образом, репродуктивное поведение является важнейшей проблемой современного социально-экономического развития Беларуси. Для ее решения необходимо формирование новой парадигмы государственной демографической политики, способной предупредить и нивелировать большинство угроз и споспешествовать формированию прогрессивного типа воспроизводства населения. На наш взгляд, в этой связи необходимо принять ряд мер, направленных на постановку решения проблем демографического развития страны в центр всей системы социальной и экономической политики и разработать соответствующие мероприятия согласно социально-демографическим потребностям групп населения и региональным особенностям. Следует также поставить во главу угла стимулирование рождаемости путем прогрессивной поддержки семей и женщин, имеющих не менее двух малолетних детей и (или) собирающихся рожать второго и последующих детей, и постоянно корректировать

Возрастные группы	Итого	Состоящие в браке	Никогда не состоявшие в браке	Разведенные и разошедшиеся	Состоящие в незарегистрированных отношениях	Вдовы	Не указали состояние в браке
Всего	30,81	27,67	49,05	15,07	33,92	9,26	39,30
в том числе по возрастным группам							
18–19	58,31	74,19	57,08	62,11	69,55	60,00	60,83
20–24	61,93	70,76	57,08	47,31	66,27	36,92	65,09
25–29	53,51	52,63	58,70	42,43	55,18	25,93	57,33
30–34	39,21	36,52	53,40	31,79	47,67	38,78	57,19
35–39	25,83	23,03	37,20	20,02	39,81	24,27	52,25
40–44	7,44	7,38	10,46	5,15	9,10	4,45	12,53
45–49	2,29	3,06	2,43	0,81	0,74	0,44	0,43

Таблица 5. Женщины репродуктивного возраста (18–49 лет), планирующие иметь детей, в зависимости от возраста и состояния в браке (по материалам переписи населения Республики Беларусь 2019 г.), % от данной возрастной группы

демографическую политику, ориентируя ее на повышение престижности семейных ценностей и формирование среднететных и многодетных репродуктивных установок. К тому же нужно уделить внимание обеспечению системности и комплексности государственных демографических программ и их выводу за рамки ведомственных интересов. Очевидно, эти меры помогут сгладить негативные демографические перспективы страны. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственная программа «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016–2020 гг., утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь 04.03.2016 г. №200 // <https://mrik.gov.by/gosudarstvennaya-programma-zdorove-naroda-i-demograficheskaya-bezopasnost-respubliki-belarus>.
2. Государственная программа «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2021–2025 гг., утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь 19.01.2021 г. №28 // http://pravo.by/upload/docs/op/C22100028_1611349200.pdf.
3. Демографический ежегодник Республики Беларусь. Статистический сборник. – Минск, 2019.
4. Закон Республики Беларусь «О демографической безопасности Республики Беларусь» (от 04.01.2002 г.; ред. от 09.09.2018) // http://world_of_law.pravo.by/text.asp?RN=H10200080.
5. Итоги переписи населения Республики Беларусь 2019 года. Статистический сборник. Т. 2 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021.
6. Регионы Республики Беларусь. Социально-экономические показатели. 2020. Статистический сборник. Т. 1. – Минск, 2020.
7. Численность населения на 1 января 2022 г. и среднегодовая численность населения за 2021 г. по Республике Беларусь в разрезе областей, районов, поселков городского типа. Статистический бюллетень. – Минск, 2022.
8. Шахотько Л.П. Воспроизводство населения Белорусской ССР / под ред. А.А. Ракова. – Минск, 1985.
9. Шахотько Л.П. Рождаемость в Белоруссии (социально-экономические вопросы). – Минск, 1975.

НАНОЧАСТИЦЫ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

Алеся Становая,
научный сотрудник
лаборатории
нанобиотехнологий
Института биофизики
и клеточной инженерии
НАН Беларуси, аспирант;
alesiastanovaya@gmail.com

Мария Терехова,
младший научный
сотрудник лаборатории
нанобиотехнологий
Института биофизики
и клеточной инженерии
НАН Беларуси, аспирант;
maryterekhova@tut.by

Виктор Абашкин,
научный сотрудник
лаборатории
нанобиотехнологий
Института биофизики
и клеточной инженерии
НАН Беларуси;
viktar.abashkin@gmail.com

Мехмет Одабаши,
заведующий кафедрой
химии факультета
искусства и науки
Университета Аксарай
(Турция), доктор
химических наук,
профессор;
modabasi@aksaray.edu.tr

Дмитрий Щербин,
заведующий лабораторией
нанобиотехнологий
Института биофизики
и клеточной инженерии
НАН Беларуси, доктор
биологических наук, доцент;
shcharbin@lab.ibp.org.by

Аннотация. Среди возможностей применения нанотехнологий в биологии и медицине особое место занимает использование наночастиц для адресной доставки лекарственных препаратов и транспорта нуклеиновых кислот в опухолевые клетки. Среди преимуществ такого подхода – уменьшение побочного действия химиотерапевтических препаратов на организм. В данном обзоре приведены краткая характеристика наночастиц, используемых в медицине, механизмы транспортировки лекарств с их помощью, а также представлены исследования в этой области, проводимые в Институте биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси.

Ключевые слова: наночастицы, нанотехнологии, свойства наночастиц, транспорт наночастиц.

Для цитирования: Становая А., Терехова М., Абашкин В., Одабаши М., Щербин Д. Наночастицы в биологии и медицине // Наука и инновации. 2022. №11. С. 78–83. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-11-78-83>

Вопросы разработки и использования нанотехнологий в медицине и биологии очень актуальны и широко обсуждаются. Наноматериалы органического и неорганического происхождения уже применяются для уничтожения патогенных микроорганизмов, регенерации поврежденных органов, обеспечения организма необходимыми веществами.

Благодаря своим свойствам, обусловленным размерами, наночастицы незаменимы для решения ряда задач. В первую очередь они могут выступать контейнерами для прицельной доставки лекарств и вакцин к определенным органам и клеткам-мишеням. Это можно осуществлять двумя путями: пассивным направленным транспортом и через «узнавание» патологической ткани. Наночастицы и сами могут проявлять свойства лекарств и обладают при этом очевидными преимуществами: высокой скоростью растворения, повышенной биодоступностью, быстрым терапевтическим эффектом, снижением риска побочных реакций.

Также наноматериалы открывают новые возможности в генной терапии злокачественных новообразований. Эффективность данного метода зависит от способа доставки генетического материала. В качестве вектора могут использоваться частицы, которые выступают в роли нанотранспортеров. Они связываются с терапевтической нуклеиновой кислотой, как правило, электростатически, не только обеспечивая направленную доставку к целевому органу, но и защищая молекулу от разрушительного воздействия внутренней среды организма.

Способность наночастиц выступать носителями для диагностических меток и накапливаться в тканях с определенным окружением, позволяя визуализировать пораженные участки, дает возможность задействовать их при диагностике различных заболеваний. Не исключено, что в ближайшее время применение наночастиц будет существенно расширено благодаря исследованиям и открытиям в данной области.

Виды наночастиц

На сегодняшний день разработано множество наночастиц, находящихся применение в различных областях науки, технологии и повседневной жизни. Те, что используются в биомедицинской отрасли, можно разделить на неорганические и органические (рисунок). Первые включают главным образом наночастицы металлов (например, золота, серебра) или их оксидов (оксида железа, оксида цинка и др.), полупроводниковые (сульфида кадмия, оксида кремния и т.д.), к которым относятся и квантовые точки, а также производные углерода (графен, фуллерены, углеродные нанотрубки). Органические представлены структурами на основе липидов и их про-

изводных (липосомы, липидные наночастицы, мицеллы), а также синтетическими соединениями полимерной природы: линейными (классическими) и ветвящимися (дендримеры, дендроны). Преимущества и недостатки наиболее используемых наноструктур представлены в таблице.

Транспорт наночастиц в опухолевые клетки и в организме

Транспорт наночастиц осуществляется в три этапа: сначала они поступают в различные участки опухоли по кровеносным сосудам, затем проходят через их стенки, и в итоге попадают в интерстициальное пространство, достигая опухолевых клеток [14]. Наночастицы крупнее альбумина (~14х3,8 нм) обычно проникают через межэндотелиальные соединения, которые в некоторых опухолях могут достигать нескольких микрометров [14]. Эффективность лечения рака во многом зависит от адресной доставки



Рисунок. Дендримеры (А), полимерные мицеллы (Б), липосомы (В), полимерные наночастицы (Г), мезопористые наночастицы с твердым ядром (Д), ветвящиеся наночастицы золота (Е), мезопористые наночастицы (Ж), функционализированные наночастицы (З), наностержни (И), наночастицы пористого кремнезема (К), наночастицы металлов (Л), углеродные нанотрубки (М)

Источник: [1]

Виды наночастиц	Характеристика	Преимущества	Недостатки
Липосомы [2, 3]	Сферические везикулы, состоящие из двойной липидной мембраны, которая включает в себя амфифильные фосфолипиды	- Биосовместимость: обычно не вызывают иммунных реакций у больных (амфифильная структура напоминает биологические мембраны) - Длительное время циркуляции в кровотоке - Легко модифицировать физико-химические свойства путем добавления различных липидов - Возможность изменения размера, поверхностного заряда и свойств без дополнительных стадий синтеза	- Недостаточная стабильность в крови при циркуляции - Проблемы с производством в промышленных масштабах - Трудности с поддержанием стерильности - Окисление фосфолипидов - Ограниченный контроль выпуска
Липидные наночастицы [4, 5]	Сферические структуры, состоящие из двойного (и более) слоя различных липидов	- Биосовместимость та же, что и для липосом - Прекрасно переносят генетический материал, на их основе созданы вакцины против COVID-19	Недостатки те же, что у липосом
Дендримеры [2, 6, 7]	Сильно разветвленные трехмерные сферические наночастицы. Строение дендримеров характеризуется наличием ядра, от которого ответвляются дендриты (дендроны), оканчивающиеся функциональными группами	- Монодисперсность - Четко очерченная форма - Возможность точно модифицировать каждую генерацию для достижения желаемой формы и химического состава - Биоразлагаемость, биосовместимость - Высокая растворимость в воде - Высокая грузоподъемность, транспортируемые агенты могут быть прикреплены к поверхностным группам и/или инкапсулированы в полостях между ветвями	- Токсичность некоторых видов дендримеров - Высокая стоимость многостадийного синтеза
Наночастицы металлов [2, 8, 9]	Наночастицы в форме сфер, нанокапсул, стержней и прочих разнообразных конфигураций	- Металлические наночастицы обладают высокой устойчивостью с течением времени в различных условиях - Легкий контроль физико-химических свойств - Высокая эффективность - Контролируемое высвобождение лекарств	- Проблемы с получением однородных частиц по размеру и заряду - Трудности в выведении из организма
Мицеллы [2, 10]	Сферические наночастицы, состоящие из амфифильных блок-сополимеров (имеют гидрофобное ядро и гидрофильный внешний слой)	- Способность транспортировать нерастворимые в воде лекарственные средства - Длительное время циркуляции в кровотоке	- Недостаточная стабильность в крови при циркуляции - Преждевременное высвобождение содержимого
Углеродные нанотрубки [11, 12]	Углеродные частицы в форме трубок, изготовленные из одноатомных листов углерода (графена). Одностенные углеродные нанотрубки состоят из одного слоя графена, многослойные – из нескольких	- Высокое соотношение длины к ширине - Малый вес - Высокая механическая прочность - Хорошая электро- и теплопроводность - Большая площадь поверхности, которая может поглощать или связывать терапевтические частицы - Способность проходить через клеточные мембраны и проникать внутрь клетки, не повреждая ее - Поглощение в зависимости от длины нанотрубки	- Высокотоксичны для разных популяций клеток (аналогично асбесту) - Накопление в органах, вызывающее побочные эффекты
Квантовые точки [13]	Полупроводниковые наночастицы размером не более 10 нм, способные к флуоресценции. Оптические свойства квантовых точек могут быть модифицированы путем изменения размера и состава ядра, состава оболочки или поверхностных групп	- Высокая интенсивность и стабильность их флуоресценции - Большая площадь поверхности, функционализированная различными соединениями, в том числе: пептидами, белками, ферментами, антителами, нуклеиновыми кислотами, лекарствами - Визуализация высокой интенсивности - Квантовые точки могут одновременно выполнять визуализирующую и терапевтическую функции, неся лекарство на своей поверхности	Большинство квантовых точек содержат токсичный кадмий

Таблица. Характеристики, преимущества и недостатки различных наноматериалов

лекарственного препарата к опухолевым клеткам, которая может осуществляться пассивным или активным образом [15]. Для таргетной терапии необходимо выполнить три условия: определить оптимальную терапевтическую мишень, найти препарат целенаправленного действия и определить способ его транспортировки [15].

Пассивный транспорт основан на эффекте «enhanced permeability and retention (EPR) effect», проявляющемся в опухолевом окружении [15]. Кровоток и сосудистая морфология влияют на движение соединений по сосудам. Из-за повышенной проницаемости на некоторых участках кровеносных сосудов в опухоли пролиферирующие опухолевые клетки давят на сосуды, что может привести к их коллапсу [14]. Пассивный транспорт заключается в доставке наночастиц через капилляры в межклеточное пространство и клетки путем пассивной диффузии. Эффект EPR лежит в основе таргетной противораковой терапии, он наблюдается при большинстве видов онкозаболеваний, а также при сосудистых опухолях предстательной или поджелудочной желез. Эффект EPR оптимален, когда наночастицы могут избежать любого иммунного ответа и циркулировать в кровотоке длительное время. Их высокие локальные концентрации в очаге опухоли (в 10–50 раз выше, чем в здоровой ткани) могут быть достигнуты в течение 1–2 дней. Чтобы эффективно проникать через кровеносные сосуды, размер наночастиц должен быть <400 нм. Идеальный вариант – 10–100 нм, чтобы избежать почечной фильтрации (>10 нм) и накопления в тканях печени (<100 нм) [15]. Большинство одобренных FDA для клинических испытаний наночастиц используют эффект EPR [16].

Активный транспорт предполагает наличие специфических лигандов (антител, пептидов), прикрепленных к поверхности наночастиц, которые затем связываются со сверхэкспрессированными рецепторами на поверхности целевых клеток. Для клинического применения одобрены только наночастицы с антителами (Зевалин, Милотарг, Онтак, Бексар) [15, 16]. Реакции лиганд – рецептор возможны только в том случае, если два компонента находятся в непосредственной близости (<0,5 нм) [15]. Частые проблемы – высвобождение значительных количеств препарата без стимула или наоборот, наночастицы настолько стабильны, что необходимый для высвобождения лекарственного препарата

стимул слишком велик и может привести к нежелательным последствиям для организма [16]. Активный транспорт использует лиганды, распознаваемые рецепторами или антигенами, которые сверхэкспрессируются на поверхности раковых клеток. С помощью альбумина наночастицы связываются с гликопротеиновыми рецепторами, что облегчает прохождение через эндотелий. В опухолевых клетках рецепторы, связывающие белок ВМ-40, сверхэкспрессируют наночастицы с альбумином. Это явление, например, применяется в препарате Абрахане 3 для терапии рака молочной железы. Моноклональные антитела могут быть лигандами, направляющими наночастицы к выбранным клеткам. Например, рецептор эпидермального фактора роста (EGFR, epidermal growth factor receptor) сверхэкспрессируется при многих видах рака: молочной и предстательной желез, яичников, мочевого пузыря, головы, шеи, немелкоклеточном раке легкого, глиобластоме.

Особенности транспорта наночастиц. Чтобы максимизировать эффективность лечения, необходимо, чтобы наночастицы имели оптимальный размер. Более мелкие варианты легче транспортировать, но они поступают во многие здоровые ткани, вызывая побочные реакции. Увеличение их размера обеспечивает селективность и снижает экстравазацию через некоторые поры кровеносных сосудов в опухоль, но при этом снижает диффузию через внеклеточный матрикс опухоли. Для достижения более длительной циркуляции в кровотоке наночастицы покрывают ПЭГ (полиэтиленгликоль) [14]. Катионные наночастицы быстрее выводятся из кровотока, чем анионные, а разновидности с нейтральным зарядом или с низкой плотностью отрицательного заряда циркулируют дольше всего [17, 18]. Большинство наночастиц имеют сферическую форму, но недавние изыскания показывают, что несферические их представители имеют тенденцию дрейфовать к стенкам кровеносных сосудов, в результате чего увеличивается их взаимодействие и потенциальное связывание с эндотелиальными клетками. На роль размера и формы в транспортировке и противоопухолевой эффективности ясно указывают и многочисленные исследования наночастиц золота в противоопухолевой терапии. Еще одним важным аспектом является деформируемость. Жесткие наночастицы легко фильтруются поджелудочной железой и печенью. Эластичные материалы же дольше остаются в кровотоке [17].

Исследования Центра наномедицины Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси

При лаборатории нанобиотехнологий Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси в 2020 г. организован Центр наномедицины, который широко сотрудничает в области биофизики наночастиц с учеными Лодзьского университета (Польша), Корейского института науки и технологий (Южная Корея), Университета Алькалы (Испания), Университета Тулузы (Франция), Университета имени Я.А. Коменского (Словакия), Аксарайского университета (Турция), Института физиологии имени Орбели (Армения), Казанского университета (Россия), Института биоорганической химии им. Ак. А.С. Садыкова (Узбекистан), Университета Доньхуа (Шанхай, Китай) и др.

Совместно с зарубежными партнерами в рамках гранта EUROPARTNER и проектов ГКНТ и БРФФИ проведен комплекс исследований по возможности применения карбосилановых, полиамидоаминных, фосфорсодержащих дендримеров в качестве носителей антираковых миРНК, мимиков и антагонистов микроРНК, блокирующих синтез антиапоптотических белков в клетках опухолей. Выявлены механизмы взаимодействия дендримеров и модифицированных наночастиц золота и серебра с проапоптотическими миРНК. Установлено, что комплексы на основе наночастиц и смеси из трех миРНК эффективно трансфицировались в раковые клетки и вызывали значительное снижение их жизнеспособности. Таким образом, комплексы дендримеров и наночастиц золота и серебра с миРНК могут быть использованы для разработки основ генной терапии злокачественных новообразований и имеют ряд преимуществ по сравнению с препаратами на основе ДНК, поскольку миРНК в принципе не способны встраиваться в ДНК клетки-мишени, в результате чего исключается опасность изменения генома человека при попадании такого препарата в репродуктивные клетки и органы.

В рамках проектов БРФФИ и ГКНТ Республики Беларусь совместно с Лодзьским университетом, Университетом Алькалы и Институт биоорганической химии НАН Беларуси (лаборатория химии белковых гормонов) установлены особенности взаимодействия дендримеров и дендронизированных золотых наноча-

стиц с белками. Показано, что связывание наночастицы – белок происходит преимущественно на поверхности белковой глобулы и определяется электростатическими взаимодействиями между заряженными группами наночастиц и аминокислотными остатками белка. В зависимости от природы белковой макромолекулы взаимодействие затрагивает вторичную структуру белка, может менять его конформацию и внутримолекулярную динамику. Установлены различия в степени влияния наночастиц на белки в зависимости от уровня жесткости структуры белковой макромолекулы.

В кооперации с Аксарайским университетом в рамках проектов БРФФИ исследована способность наночастиц «наноцветов» к комплексообразованию с биоструктурами. Установлено, что «наноцветы» могут связывать флуоресцентные зонды, белки и нуклеиновые кислоты, что говорит о возможности их применения в химической промышленности в системах геле-фильтрации. В настоящее время проводятся исследования эффективности аминокислотных и пептидных наночастиц для переноса антираковых миРНК в клетки.

Вместе с Корейским институтом науки и технологий и Институт физико-органической химии НАН Беларуси (лаборатория биоконъюгатов) разрабатываются новые липидные наночастицы на основе натуральных и модифицированных липидов и аполипротеина А1 с целью эффективной доставки противоопухолевых миРНК, направленных против рака печени.

В сотрудничестве со специалистами Казанского университета в рамках проекта БРФФИ исследуются каликсареновые дендримеры в качестве эффективных наноносителей, а с Институт физиологии имени Орбели, в рамках проекта ГКНТ – совместное действие наночастиц серебра и химиопрепаратов *in vitro* и *in vivo*.

Совместно с узбекскими коллегами (Институт биоорганической химии им. Ак. А.С. Садыкова) в рамках проекта БРФФИ исследуется антираковая активность комплексов циклодекстринов и липосом с растительными экстрактами.

Вместе с Университетом Доньхуа (Шанхай, Китай) начат новый совместный проект ГКНТ-MOST по разработке двух противоопухолевых многофункциональных дендримерных наноконъюгатов, предназначенных для переработки лактата и ингибирования транспортера лактата в раковых клетках.

Вместе с БГУИР (научно-исследовательская лаборатория «Интегрированные микро- и наносистемы») изучается антиоксидантная активность и противоопухолевое действие наночастиц на основе графена, оксида железа и салициловой кислоты.

Заключение

Применение нанотехнологий на практике – одно из активно развиваемых научных направлений. Свойства наночастиц определяются их химической структурой, их разные классы имеют свои сферы использования, а химическая модификация позволяет приспосабливать их под конкретные нужды. Разнообразие данных частиц обуславливает их потенциал в самых разных областях, в том числе в медицине, где уже проходят кли-

нические и доклинические испытания липидные наночастицы, мицеллы, дендримеры, нанотрубки и др. Ведутся активные изыскания по задействию наночастиц в диагностике и терапии раковых заболеваний. Использование их в качестве носителей лекарственных средств позволит повысить эффективность и снизить токсичность противоопухолевых препаратов. Наночастицы также нашли широкое применение в генной терапии. Они выполняют роль переносчиков терапевтических нуклеиновых кислот в опухолевые клетки. ■

Работа поддержана Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь и Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований, гранты Б21КОРГ-001, Б21АРМГ-002, Б22УЗБ-003, Б21ТЮБ-001, Б21РМ-045, Б21М-001.

■ **Summary.** Nanotechnology offers unique approaches for studying various biological and medical processes. Nanoparticles have the unique advantages to serve as targeted drug delivery systems and the nucleic acids carriers into human cells. There are several types of nanoparticles used in biology and medicine such as: liposomes, lipid nanoparticles, dendrimers, metal nanoparticles, lipid nanoparticles, carbon nanotubes, and quantum dots. Nanomaterials used in antitumor therapy can act as advanced drug carriers and nucleic acid delivery vehicles into tumor cells; nanomaterials also can reduce the side effects of chemotherapy on the human body. This review provides a brief description of nanoparticles, the mechanisms of their cellular transport, as well as the studies on them in the institute of Biophysics and Cell Engineering of NASB.

■ **Keywords:** nanoparticles, nanotechnology, features, active and passive transport.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2022-11-78-83>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. An Overview of the Applications of Nanomaterials and Nanodevices in the Food Industry / M. Shafiq [et al.] // Foods. 2020. Vol. 9, №2. P. 148.
2. E. Pérez-Herrero. Advanced targeted therapies in cancer: Drug nanocarriers, the future of chemotherapy / E. Pérez-Herrero, A. Fernández-Medarde // Eur. J. Pharm. Biopharm. 2015. Vol. 93. P. 52–79.
3. D. M. Moss. Optimizing nanomedicine pharmacokinetics using physiologically based pharmacokinetics modelling / D. M. Moss, M. Siccaldi // Br. J. Pharmacol. 2014. Vol. 171. №17. P. 3963–3979.
4. E. Samaridou. Lipid nanoparticles for nucleic acid delivery: Current perspectives / E. Samaridou, J. Heyes, P. Lutwyche // Adv. Drug. Deliv. Rev. 2020. Vol. 154–155. P. 37–63.
5. Chemistry of Lipid Nanoparticles for RNA Delivery / Y. Eygeris [et al.] // Acc. Chem. Res. 2022. Vol. 55. №1. P. 2–12.
6. D. A. Tomalia. In quest of a systematic framework for unifying and defining nanoscience / D. A. Tomalia // J. Nanopart. Res. 2009. Vol. 11. №6. P. 1251–1310.
7. How to study dendrimers and dendriplexes III. Biodistribution, pharmacokinetics and toxicity *in vivo* / D. Shcharbin [et al.] // J. Control. Release. 2014. Vol. 181, №1. P. 40–52.
8. Therapeutic nanoparticles for drug delivery in cancer / K. Cho [et al.] // Clin. Cancer Res. 2008. Vol. 14. №5. P. 1310–1316.
9. M. Wang. Targeting nanoparticles to cancer / M. Wang, M. Thanou // Pharmacol. Res. 2010. Vol. 62. №2. P. 90–99.
10. M. Rippe. Design of soft nanocarriers combining hyaluronic acid with another functional polymer for cancer therapy and other biomedical applications / M. Rippe, V. Cosenza, R. Auzély-Velty // Pharmaceutics. 2019. Vol. 11, №7. P. 338.
11. Carbon Nanotubes in Cancer Therapy and Drug Delivery / A. Elhissi [et al.] // Emerging Nanotechnologies in Dentistry. 2012. Vol. 2012. P. 347–363.
12. Nanomedicine therapeutic approaches to overcome cancer drug resistance / J. L. Markman [et al.] // Adv. Drug Deliv. Rev. 2013. Vol. 65. №13–14. P. 1866–1879.
13. Nanomaterials in combating cancer: Therapeutic applications and developments / S. Nazir [et al.] // Nanomedicine. 2014. Vol. 10. №1. P. 19–34.
14. R. K. Jain. Delivering nanomedicine to solid tumors / R. K. Jain, T. Stylianopoulos // Nat. Rev. Clin. Oncol. 2010. Vol. 7. №11. P. 653–664.
15. F. Danhier. To exploit the tumor microenvironment: Passive and active tumor targeting of nanocarriers for anti-cancer drug delivery / F. Danhier, O. Feron, V. Préat // J. Control. Release. 2010. Vol. 148. №2. P. 135–146.
16. Drug targeting to tumors: Principles, pitfalls and (pre-) clinical progress / T. Lammers [et al.] // J. Control. Release. 2012. Vol. 161. №2. P. 175–187.
17. E. Blanco. Principles of nanoparticle design for overcoming biological barriers to drug delivery / E. Blanco, H. Shen, M. Ferrari // Nat. Biotechnol. 2015. Vol. 33. №9. P. 941–951.
18. Y. H. Bae. Targeted drug delivery to tumors: Myths, reality and possibility / Y. H. Bae, K. Park // J. Control. Release. 2011. Vol. 153. №3. P. 198–205.

Статья поступила в редакцию 27.07.2022 г.

Vladimir Gusakov

What is the productive force of science..... 4

Chairman of the Presidium of the National Academy of Sciences of Belarus Academician Vladimir Gusakov considers the problems facing the Belarusian science, the way how it solves them, and the strategy for the science development in the short and long term.

Iryna Yemelyanovich

An impetus for the development of high technologies..... 20

It is an interview with the Deputy Chairman of the State Committee on Science and Technology Tatyana Stolyarova about the prospects for the high-tech sector development in the Republic of Belarus.

Zhanna Komarova

Digitalization of science..... 26

Leading experts of the country share their views on the digital transformation of Belarusian science.

Irina Rimashevskaya

SSSTI in the mainstream of digital development..... 35

It's a conversation with the Executive Director of the Republican Public Association «Information Society» Sergei Enin about the development of the State System of Scientific and Technical Information in the Republic of Belarus.

Veronika Knyazkova

Science and education are the main drivers for the development of the digital economy..... 39

The network readiness index and the global innovation index were evaluated. A distinct direct relationship has been established between their indicators and their impact on the development of the information society and the digital economy.

Nadezhda Bondareva, Natalia Denisova, Anastasia Koložina

Digital skills and competencies of the Belarus' scientific community..... 44

The article presents the first results of a survey aimed at assessing the basic and specialized digital skills and competencies of Belarusian scientists.

Natalya Minakova

Altmetrics of the future..... 52

The author considers the main trends in the digitalization of science and education based on the OECD analytics.

Sergey Kruglikov, Galina Matyushenko, Natalya Mukha

“Smart city” project management model in Belarus..... 58

Having analyzed the general approaches to managing the smart cities development, there was suggested a model of the «smart city» managing project in Belarus.

Yulduz Salimova

The concept of urbanization development and regulation in Uzbekistan..... 65

Based on the study of the world experience of urbanization, the main principles for managing city-forming processes for Uzbekistan have been developed, aimed at the sustainable development of the socio-economic, environmental, innovation spheres.

Anatoly Zlotnikov

Census of the Republic of Belarus: reproductive processes..... 72

The author considers the state of reproductive processes in the Republic of Belarus, and analyzes the results of the 2019 national population census.

Alesya Stanovaya, Maria Terekhova, Viktor Abashkin, Mehmet Odabashi, Dmitry Shcherbin

Nanoparticles in biology and medicine..... 78

The authors give characteristics of nanoparticles used in medicine and biology, consider the mechanisms of drug transport with their help, as well as research conducted at the Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus in this area.



Так было. + Личное / М. В. Мясникович. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 583 с. : ил.

ISBN 978-985-08-2919-1.

В книге отражены события новейшей истории Республики Беларусь, Советского Союза, Содружества Независимых Государств и Евразийского экономического союза. Автор книги был непосредственным участником многих из описанных процессов, поэтому открыто излагает собственную точку зрения в отношении происходившего. При этом он не ограничивается популярным тезисом «Мир уже никогда не будет таким, как прежде», а предлагает конкретные модели социально-экономического развития на основе глубоко научного анализа реального положения дел и собственных научных исследований.

Значительная часть книги посвящена малой Родине, роли и месте простых людей в реальных условиях труда и быта белорусов. В книге использованы архивные и другие доступные источники информации, благодаря которым полно и ярко раскрываются эпизоды смены старой и формирования новой общественно-экономической формации.

Рассчитана на специалистов-международников, ученых и студентов, широкий круг читателей, интересующихся отечественной историей, экономикой и политикой.



Стратегические направления развития евразийской экономической интеграции в контексте глобальных вызовов / М. В. Мясникович [и др.] ; науч. ред. М. В. Мясникович ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики, Евраз. экон. комис. – Минск : Беларуская навука, 2022. – 294 с. – (Белорусская экономическая школа).

ISBN 978-985-08-2920-7.

В коллективной монографии ведущими учеными пяти государств – членов ЕАЭС обсуждаются перспективы и возможные направления развития евразийской интеграции. Представлен анализ и предложения по четырем наиболее актуальным стратегическим направлениям: общая архитектура развития интеграции, углубление кооперационного сотрудничества и импортозамещение в реальном секторе, объединение усилий на внешнеторговом направлении, инновационный вектор развития и цифровая трансформация Союза.

Предназначена для ученых, преподавателей вузов, аспирантов, магистрантов и студентов, органов государственного управления и организаций, непосредственно включенных в процесс интеграционного евразийского строительства. С учетом доступной формы изложения может быть интересна широкому кругу читателей.



Кириллические издания XVII века из коллекции Центральной научной библиотеки НАН Беларуси : каталог / Нац. акад. наук Беларуси,

Центр. науч. б-ка им. Якуба Коласа ; сост.: Е. И. Титовец (отв. сост.), О. А. Губанова ; редкол.: А. И. Груша (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2022. – Вып. 3 : 1638–1644 гг. – 476 с. : ил.

ISBN 978-985-08-2918-4.

Каталог содержит научное описание 28 экземпляров 17 кириллических изданий 1638–1644 гг., вышедших из российских и украинской типографий, знакомит с одной из наиболее значимых коллекций ЦНБ НАН Беларуси.

Издание предназначено для работников библиотек и музеев, книговедов, историков, филологов, а также всех, кто интересуется книжным наследием Беларуси.

РУП «ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «БЕЛОРУССКАЯ НАУКА»

предлагает литературу

- по медицине
- искусствоведению
- литературоведению
- языкознанию
- этнографии
- фольклору
- естественным наукам

принимает заказы на печать

- бланки формата А₅, А₄, А₃
 - грамоты ● дипломы
 - канцелярские книги
 - блокноты ● блоки для записей
 - календари ● буклеты
 - проспекты (с разработкой дизайна)
- тираж от 1 экземпляра*

Получить информацию об изданиях и оформить заказы можно по телефонам: (+37517) 396-83-27, 370-64-17, 267-03-74.

*Адрес: ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск, Республика Беларусь
belnauka@mail.ru
www.belnauka.by*

ГЕРБАРИЮ

Института
экспериментальной ботаники
НАН Беларуси

100 лет!



Oenothera pripiatiensis Tretjakov
Ослинник припятский, 2008 г.



Helichrysum arenarium (L.) Moench
Цмин песчаный, 1861 г.



Phleum pratense L.
Тимофеевка луговая, 1817 г.



Iridodictyum × *catharinae* D. Dubovik
Иридодиктиум Катарины, 2011



Alchemilla polessica Tretjakov,
Манжетка полесская, 2002



Ranunculus polyanthemos L.
Лютик многоцветковый, 1818 г.