



ПОДДЕРЖКА
МОЛОДЕЖНОГО
СТАРТАП-
ДВИЖЕНИЯ

11

РАЗВИТИЕ
ЛОГИСТИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ
БЕЛАРУСИ

32

ОСОБЕННОСТИ
СКОРИНГА СДЕЛОК
С КОРПОРАТИВНЫМИ
КОНТРАГЕНТАМИ

43

ПАНОМОН
ЧЕЛОВЕКА
И ГЕНОМНАЯ
МЕДИЦИНА

54

Наука и инновации

№7 (257)

июль 2024

научно-
практический
журнал



Стартап –
центр
притяжения
НОВЫХ
идей



ISSN 1818-9857



9 771818 985001 07

ISSN 2412-9372 (online)

ИМЕЕТ ОФИЦИАЛЬНЫЕ СТАТУСЫ:

- Научно-технологического парка
20+ резидентов **60+ млн руб.** инновационной продукции в год
- Аккредитованной научной организации
- Резидента Китайско-белорусского индустриального парка «Великий камень»



ЯВЛЯЕТСЯ СООРГАНИЗАТОРОМ ОТКРЫТОГО МОЛОДЕЖНОГО КОНКУРСА БИЗНЕС-ИДЕЙ РОСТКИ БИЗНЕСА

Основной задачей конкурса является отбор бизнес-идей, имеющих значительный потенциал коммерциализации и инновационную составляющую технологического решения, для дальнейшей поддержки их реализации субъектами инновационной инфраструктуры и субъектами инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства

Подача заявок начинается с **15 июля**

Получить больше информации и подать заявку можно на сайте rostkibiznesa.by

Максимальная финансовая поддержка одного проекта составляет до **750 тыс. рублей**



ИНКАТА ОКАЗЫВАЕТ КОМПЛЕКС УСЛУГ ПО РАЗВИТИЮ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

Инжиниринговые услуги по разработке и освоению в производстве новой продукции и технологий



Реализовано более
200 проектов

Консалтинговые услуги по сопровождению реализации инновационных проектов:

**Бизнес-планирование
и разработка
финансовых
моделей**



**Организация
проведения
закупок**



**Маркетинговое и
информационное
продвижение**



**Подготовка и
сопровождение
документов для
привлечения
инвестиций**

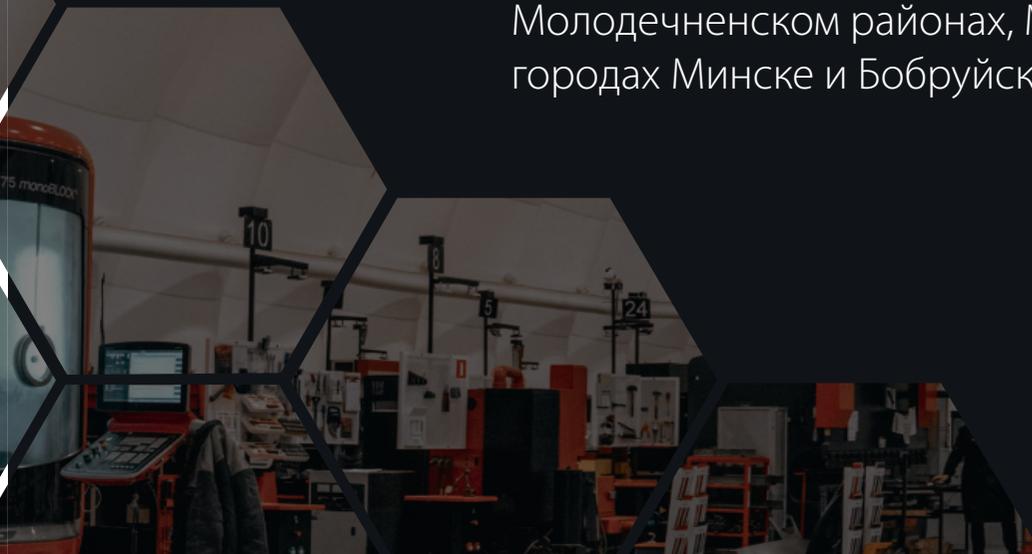


(опыт работы с Белорусским инновационным фондом, Белорусским фондом финансовой поддержки предпринимателей, местными инновационными фондами, банками, в рамках проектов ПРООН, проектов государственно-частного партнерства и др.)

Предоставление в аренду производственных помещений в инновационных быстровозводимых пневмокаркасных модулях.

Объекты технопарка общей площадью около 10 тыс. кв. м. расположены в Смолевичском и Молодечненском районах, Минской области, городах Минске и Бобруйске.

инката.бел
encata.net





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 –
<i>председатель совета</i> | А.Е. Дайнеко
А.И. Иванец
Н.С. Казак
А.В. Кильчевский
Э.И. Коломиец
С.А. Красный
М.В. Мясникович
О.Г. Пенязьков
Ф.П. Привалов
С.П. Рубникович
О.О. Руммо
С.В. Харитончик
И.П. Шейко
А.Г. Шумилин
С.С. Щербаков |
| П.А. Витязь –
<i>зам. председателя</i> | |
| С.А. Чижик –
<i>зам. председателя</i> | |
| Ж.В. Комарова | |
| В.Ф. Байнев | |
| О.Ю. Баранов | |
| А.И. Белоус | |
| В.Г. Богдан | |
| С.В. Гапоненко | |
| В.Л. Гурский | |

Главный редактор:
Жанна Комарова

Ведущие рубрик:

Ирина Емельянович Татьяна Жданович
Наталья Минакова Юлия Василюшина

Дизайн и верстка:
Татьяна Аверкова

Фото на обложке Сергея Дубовика

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

Подписные индексы:
007 532 (ведомственная)
00 753 (индивидуальная)

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 9,8. Тираж 500 экз.
Цена договорная.
Подписано в печать 12.07.2024.

Издатель: РУП «Издательский дом «Беларуская навука». Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013. г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ № 143.

© «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

ТЕМА НОМЕРА: ЦЕНТР ПРИТЯЖЕНИЯ НОВЫХ ИДЕЙ

Олег Киселевский, Олег Кондрашов

Пути преодоления инновационного барьера в развитии наукоемких технологий 4

Рассмотрены основные причины возникновения инновационного барьера, отделяющего теоретическую разработку наукоемких проектов от их практического внедрения. Для оценки уровня зрелости инновационного стартапа предложено использовать шкалу уровней технологической готовности TRL.

Елена Гончаренок, Ольга Нилова, Анастасия Рихтикова, Евгений Мальчевский

Молодежное стартап-движение 11

Представлен краткий обзор инструментов и механизмов поддержки молодежного стартап-движения, активизирующих перспективные инициативы и содействующих их коммерциализации, а также ряд проблем, сдерживающих этот процесс.

Людмила Шичко

Государственное стимулирование коммерциализации результатов научных исследований вузов 16

Рассмотрены механизмы госстимулирования коммерциализации результатов научных исследований вузов на примере международной и отечественной практики. Предложен комплекс приоритетных мер поддержки и рекомендаций по преобразованию технологических активов вузов в рыночные предложения.

Валерий Старжинский, Наталья Серебрякова, Дмитрий Кравченко

Инновационное основание реструктуризации Университета 3.0 25

Рассмотрены принципы реструктуризации классического университета на основе стартап-технологий. Представлена учебно-научно-экспериментальная версия стартапа «Автодомино» для апробации возможностей проектирования и внедрения в инфраструктуру «Университета 3.0».

Ирина Атрошко

Чемпионы инновационной экономики 29

Представлен обзор наиболее успешных российских и белорусских стартапов, имеющих перспективы роста.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА

Ольга Овечкина

Динамика развития логистической системы Беларуси как фактор экономической устойчивости 32

Отражены результаты анализа становления и развития логистической системы, процесс формирования логистического сектора белорусской экономики.

Светлана Фещенко

Развитие института маркировки в цепях поставок 37

Предложена и обоснована демаркация понятий «маркировка» и «маркирование» в нормативных правовых документах ЕАЭС и Республики Беларусь.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДИКИ

Дмитрий Рагель

Особенности скоринга сделок с корпоративными контрагентами 43

Представлен новый подход к построению линейно-взвешенных комбинаций для оценки деятельности компаний, имеющих недекларируемые хозяйственные взаимосвязи.

НАУКОСФЕРА

Александр Орешенков

Риски биологических угроз и обеспечение безопасности населения (на примере борьбы с новыми пандемиями) 47

Анализируются различные аспекты биологической безопасности в масштабах страны и мира, проблема управления рисками биологических угроз. Обоснованы основные задачи государственной политики в данной области.

Владимир Савченко

Пангеном человека и геномная медицина 54

Приводится история междисциплинарных исследований по расшифровке генома человека, анализируются перспективы перехода к использованию геномной медицины.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Игорь Гаранович

Древесные растения в антропогенном ландшафте 61

Рассмотрено воздействие городской среды на развитие растений, приспособляемость различных их видов к неблагоприятным условиям, даны рекомендации по сохранности зеленых насаждений и созданию новых посадок.

ПРОФЕССИЯ – УЧЕНЫЙ

Таццяна Валодзіна

Таццяна Кухаронак: этнаграфія выбрала мяне 68

Нарыс, прысвечаны юбілею выбітнай даследчыцы беларускіх народных традыцый, што суправаджаюць чалавека ад нараджэння на працягу ўсяго жыцця, адроджаных і захаваных для нашчадкаў у многім дзякуючы герані гэтага матэрыяла.

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ирина Шляга, Марина Межейникова

Зонд гортанный комбинированный для улучшения диагностики заболеваний гортаноглотки и гортани 72

Представлена разработка специалистов Гомельского государственного медицинского университета и РНПЦ онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова, производство и применение которой поможет улучшить качество диагностики ЛОР-заболеваний.

Руслан Спиров, Наталья Тимохина, Александр Никитин

Программный комплекс для расчета доз облучения изотопами ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am объектов биоты 77

В статье представлен разработанный авторами программный комплекс, позволяющий привести к единообразию расчет доз облучения техногенными радионуклидами объектов биоты.

Дорогие наши читатели, коллеги, друзья!

Научно-практический журнал «Наука и инновации» приглашает вас к сотрудничеству! Журнал зарегистрирован в научной электронной библиотеке eLibrary. Научным публикациям присваиваются номера DOI. Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь журнал «Наука и инновации» включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по биологическим, медицинским, а также экономическим наукам (вопросы инновационного развития).

Чтобы опубликовать статью, необходимо направить ее на электронный адрес редакции: nii2003@mail.ru.

Правила публикации – на нашем сайте <https://innosfera.belnauka.by>, в разделе «О журнале» – «Прием статей».



ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО БАРЬЕРА В РАЗВИТИИ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



Олег Киселевский,
доцент кафедры
менеджмента Белорусского
государственного
университета информатики
и радиоэлектроники,
кандидат технических наук;
kiselevski@bsuir.by



Олег Кондрашов,
генеральный
директор компании
«ИнКата», кандидат
экономических наук

Аннотация: Рассмотрены основные причины возникновения инновационного барьера, отделяющего теоретическую разработку наукоемких проектов от их практического внедрения. При оценке уровня зрелости инновационного стартапа предлагается использовать шкалу уровней технологической готовности TRL. Для преодоления инновационного барьера предложен ряд мер, включающий как методы государственного регулирования, так и меры развития инновационной культуры в обществе.

Ключевые слова: инновации, инновационный барьер, TRL, инвестиции, НИОКР.

Для цитирования: Киселевский О., Кондрашов О. Пути преодоления инновационного барьера в развитии наукоемких технологий // Наука и инновации. 2024. №7. С. 4–10.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-4-10>

Инновационное развитие – неотъемлемая и обязательная мера как для совершенствования деятельности государственных и частных предприятий, так и для реформирования всех сфер экономики и в целом социальной системы. В первую очередь под ним подразумевается системная модернизация производственной и отраслевой структуры экономики, внедрение в практику новейших научных разработок. Для оценки инновационных достижений распространены различные методики и инструменты анализа долей затрат на технологические инновации и научно-исследовательские разработки [1]. Среди них наибольшую известность приобрел Глобальный инновационный индекс (GII) [2], позволяющий сравнивать успехи различных стран в этом направлении с учетом ресурсов, которыми они располагают, выявлять успехи или недоработки по отдельным направлениям в сравнении с соседями, вырабатывать меры по преодолению внешнего инновационного разрыва.

Вместе с тем определенную опасность представляет внутригосударственный инновационный барьер, выражающийся в неготовности производителей и потребителей наукоемкого продукта к взаимному сотрудничеству. Среди проблем, с которыми сталкиваются предприятия при освоении результатов интеллектуального труда, можно выделить отсутствие следующих факторов:

- четкого определения понятия «инновации», которое устроило бы все заинтересованные стороны;
- инновационных лидеров и условий, мотивирующих их появление в практической производственной сфере;
- благоприятных организационных практик и культуры для инновационного движения;
- готовности брать на себя инвестиционные риски, связанные с инновационными разработками.

В конечном итоге эти препятствия приводят к тому, что реаль-

ный сектор экономики неохотно идет на взаимодействие с научными организациями и вузами, тем самым лишая последних обратной связи, дающей возможность понять реальную потребность производства в наукоемких технологиях и оценить качество предоставляемых образовательных услуг.

Уровни технологической готовности проекта

Для оценки уровня технологического развития в мире сейчас применяется 9-уровневая шкала TRL (Technology Readiness Level) [3]. Разработанная в 1995 г. Национальным аэрокосмическим агентством США специально для оценки уровня продвижения проекта и стадий его готовности, к 2003 г. она стала фактическим стандартом в американской космической и оружейной промышленности. В 2009 г. экспертной группой по ключевым технологиям HLG-KET она была рекомендована в качестве официаль-

ного инструмента инновационной политики ЕС, а в 2013 г. включена в систему стандартов ISO и стала структурной частью Рамочной программы ЕС «Горизонт 2020». В настоящее время использование шкалы TRL в различных государствах или крупных компаниях регулируется национальными или отраслевыми (корпоративными) стандартами, например в России это ГОСТ Р 56861-2016 и ГОСТ Р 57194.1-2016. Увеличение доли научных публикаций по данной тематике свидетельствует о проникновении TRL в практическую сферу: информационные технологии, энергетику, транспорт, химическую промышленность, образование и даже в культуру и туризм.

Энтузиазмом применения этой метрики охвачены не только США и ЕС, но также Южная Африка, Россия, Китай, Австралия и многие другие страны. На рис. 1 отражено количество упоминаний государств в научных статьях, посвященных TRL. Статистические данные, положенные в основу инфографики, получены методом анализа поисковых запросов в системе «Google Академия».

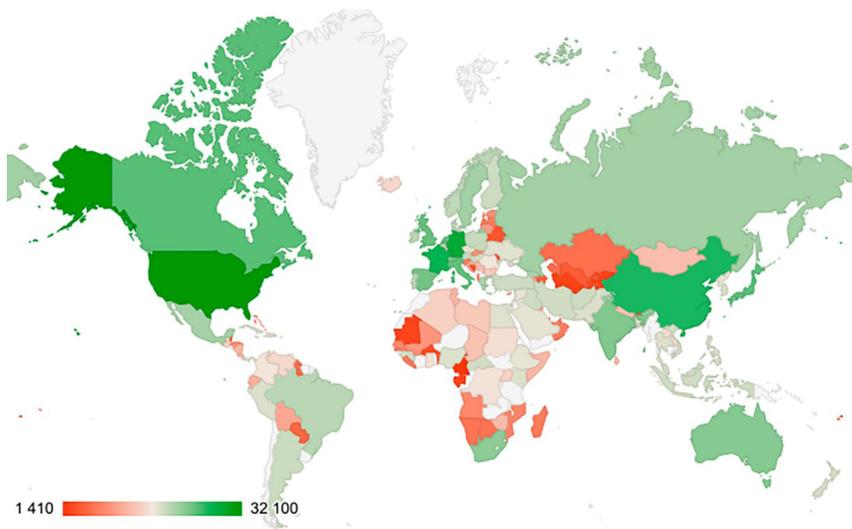


Рис. 1. Количество упоминаний государств в научных статьях, посвященных TRL, по данным поисковой системы «Google Академия»

В условиях межотраслевого и межгосударственного сотрудничества использование шкалы TRL способствует эффективному решению проблемы согласованности требований и объемов финансирования совместных инновационных проектов, упрощению коммуникации.

Согласно этой методике, любая инновационная разработка в своем развитии неизбежно проходит каждую из 9 градаций, перечисленных в таблице.

Несмотря на то, что изначально задачей этой шкалы было определение уровня готовности решения технической проблемы,

в практике использования ее наибольшая эффективность проявилась в сопоставлении трудоемкости и ресурсоемкости стадий, а также установлении уровня технологической, производственной и рыночной готовности инновационного проекта (стартапа).

В этой связи выявлен ряд закономерностей:

- уровни TRL1 и TRL2 составляют теоретическую часть проекта. Материальные затраты на них несет наука, а потому в промышленных калькуляциях они чаще всего не учитываются;
- стоимость и трудоемкость стадии TRL4 в несколько раз выше, чем TRL3, а TRL5 – чем TRL4. Возрастание ресурсоемкости носит экспоненциальный характер с пиком в районе TRL8 [4];
- достижение уровня TRL6 требует затрат в размере около 10% от общей ресурсоемкости проекта [5]. Порядка 90% материи-

Наименование этапа	Содержание этапа	Требуемый результат	
TRL1	Идея	Формулирование основных принципов, их научное обоснование, численное и математическое моделирование процессов и условий	Научное заключение, рецензируемая публикация
TRL2	Технический концепт	Фундаментальное научное исследование приобретает форму прикладного с пока еще неявной рентабельностью, но с доказанной технической осуществимостью	Основание для начала НИОКР
TRL3	Лабораторная технология	Экспериментальное подтверждение научной концепции, лабораторные исследования для физического подтверждения правильности аналитических прогнозов	Документированные акты экспериментов, подтверждающие прогнозы ключевых параметров
TRL4	Лабораторный прототип	Лабораторная апробация технологии, ограничения функциональных характеристик и допустимых условий среды	Формулирование технического задания, требуемого функционала
TRL5	Конструирование узлов и модулей	Стендовые испытания узлов и модулей, проверка соответствия их производительности, срока службы, надежности, качества техническому заданию	Документированные акты экспериментов, подтверждающие соответствие узлов и модулей техническому заданию
TRL6	Рабочий прототип	Экспериментальное подтверждение технологических условий бесконфликтного взаимодействия всех узлов и модулей	Создание прототипа, точно отражающего идею конечного продукта, программы тестовых испытаний
TRL7	Полевые испытания	Экспериментальные испытания прототипа в реальных условиях согласно программе тестовых испытаний, успешная демонстрация функциональности в сценариях эксплуатации	Документированные акты экспериментов, итоговые отчеты НИОКР
TRL8	Готовая технология	Окончательная разработка и утверждение технологии и конструкторской документации, дизайн, сертификация	Конструкторская и технологическая документация, акты сертификации
TRL9	Производство и эксплуатация	Внедрение в серийное производство	План производства, налаженные процессы поставки, сбыта, техническая поддержка

Таблица. Содержание этапов технологической готовности проекта

- альных расходов приходится на прохождение этапов TRL7–TRL9 (рис. 2);
- НИОКР в диапазоне TRL1–TRL5 должны получать 1/3 общего финансирования (согласно Плану технологической интеграции НАСА от 1991 г.);
- доля затрат на прототипирование (TRL5–TRL7) в 5–10 раз выше, чем на все НИОКР (в соответствии с заключением экспертной группы по ключевым технологиям HLG-KET) (рис. 2);
- трудоемкость каждого последующего этапа TRL в 2 раза выше, чем предыдущего [6]. Если предположить, что переход на очередной этап происходит в 50% случаев, то вероятность успешного завершения стартапа равняется 0,39%. При отсеивании 10, 15 и 20% на каждом уровне результат составит 43%, 27% и 17% соответственно;
- 50–60% всех инновационных проектов прекращаются, не достигая стадии TRL5;
- технологии приобретаются, начиная с уровня не ниже TRL7;
- стадии TRL4–TRL6 самые труднопреодолимые, а потому получили название «Valley of Death» – «долина смерти».

Перечисленные закономерности свидетельствуют о том, что в пределах погрешности каждый из последующих этапов TRL действительно оказывается в 2–2,5 раза дороже предыдущего.

Из приведенного в таблице содержания стадий TRL ясно, что первые 4 относятся к фазе научных исследований и изысканий, а последующие 5 – к практическому исполнению (рис. 2). При этом TRL1–TRL3 – сугубо компе-

тенции научно-исследовательских институтов и лабораторий. Коммерческую привлекательность с точки зрения предприятия проект приобретает только на последних трех этапах, когда начинает обладать свойствами готового продукта.

Самые прогрессивные и инновационные научные идеи зачастую оказываются коммерчески незрелыми. На раннем этапе своего «исследовательского альтруизма» авторы порой не представляют себе объемы их реальной трудоемкости, а главное – требуемых материальных вложений.

Реализация этапов TRL4–TRL6 содержит наибольшее количество рисков, в том числе и финансовых. Научно-исследовательские центры не владеют ресурсами, достаточными для самостоятельного преодоления этих стадий. А предприятия экономически не заинтересованы в компенсации издержек, связанных с апробацией не готового к массовому производству продукта. В итоге причина «инвестиционной ямы», отделяющей научные разра-

ботки от внедрения, заключается в неготовности обоих партнеров нести убытки, связанные с преодолением образовавшегося барьера.

Развитие большинства наукоемких концепций и технологий останавливается на стадии лабораторной апробации. Инвесторами на этом этапе, как выражаются практики, могут выступать только «3F» (что подразумевает получение средств от семьи, друзей и «дураков») (Friends, Foes and Fools). Обычно приобретаются технологии, достигшие уровня 7TRL–8TRL.

Еще одним обстоятельством, снижающим инвестиционную привлекательность стартапа, не достигшего TRL7, является необъективированный научный задел. До окончания НИОКР и утверждения окончательного отчета сторона-разработчик обладает явными и неявными знаниями, которые могут быть не в полной мере отражены в технологии. На этих этапах только авторы идеи владеют видением того, как конечный результат может и будет применяться. Отстранение

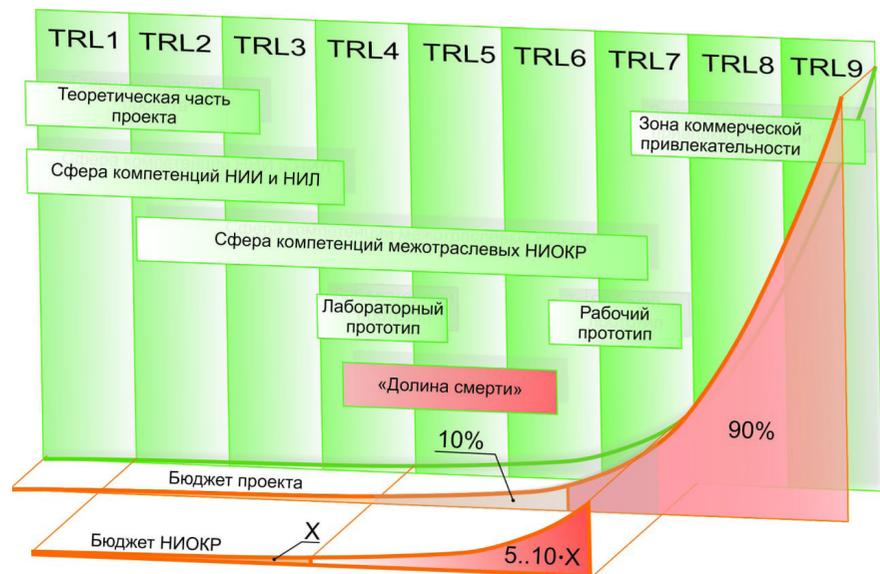


Рис. 2. Ресурсоемкость и сферы компетенций технологических стадий готовности проекта. Источник: разработано авторами на основании [4–6]

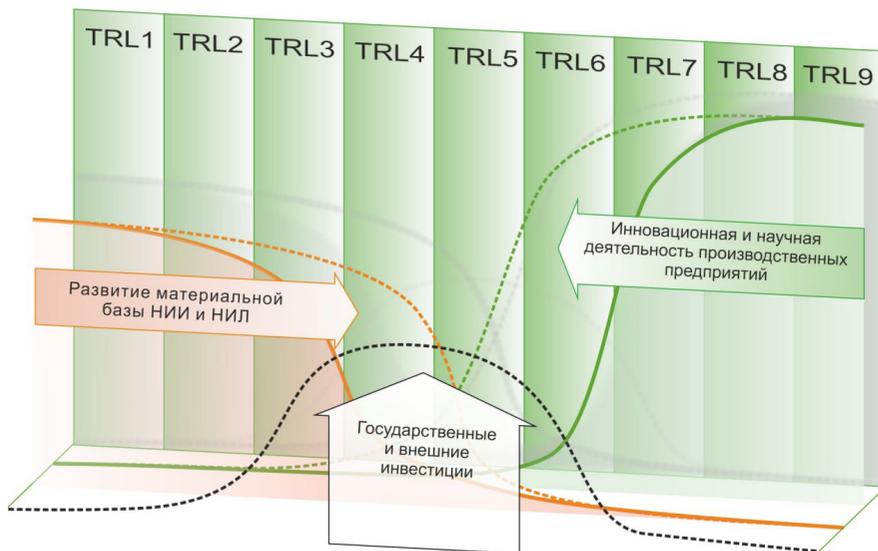


Рис. 3. Источники и средства предотвращения инновационного барьера
Источник: разработано авторами

их от разработки негативно сказывается на качестве конечного продукта и его коммерческом успехе. Это еще одна причина, по которой изначальная идея градаций TRL подразумевает разграничение ролей и финансирование этапов.

Ряд аналитиков [4] указывает на инвестиционную непривлекательность в некоторых случаях даже последней стадии. Действительно, снижение ценности проекта на этапах от TRL7 к TRL9 возможно из-за его морального устаревания в процессе длительной разработки. Распространены примеры, когда это случается еще до окончания НИОКР. Иллюстрацией может служить микро- и наноэлектроника, для которой справедлив закон Мура: плотность схемотехники больших интегральных схем (БИС) удваивается каждые 2 года. За этот период исследования по достижению заявленной плотности БИС становятся неактуальными и неконкурентоспособными. Это численное значение характерно не для всех сфер производства, но тенденция снижения ценно-

сти инновационного проекта во многом справедлива.

И, наконец, техническая готовность проекта не всегда означает его коммерческую пригодность. Требуемое от уровня TRL9 соответствие продукции среде и условиям эксплуатации может отвечать всем рыночным правилам, но при этом не иметь надлежащей торговой марки, сформированного имиджа и целевой аудитории. В Австралии для решения этой проблемы наряду с системой TRL используется Индекс коммерческой готовности – CRI [7]. Он предназначен для учета рисков успешного масштабирования технологий, уже прошедших все этапы TRL вплоть до TRL7, и включает 6 отдельно выделенных стадий:

- CRI 1 – гипотетическое коммерческое предложение, начинающееся с готового рабочего прототипа, но в ряде случаев распространяющееся и на технический концепт;
- CRI 2 – испытание готовой технологии;
- CRI 3 – масштабирование успешно освоенного производства;

- CRI 4 – коммерческие приложения;
- CRI 5 – маркетинговые стратегии, способствующие широкому распространению;
- CRI 6 – банковская финансовая поддержка.

Возникшие впоследствии в мировой практике шкалы уровня зрелости системы SLR, интегрированные технологические индексы ITI, уровни оценки стоимостно-технологических потребностей, по сути, являются оправданием отказа предприятий от участия в финансировании стартапов и инновационных проектов.

Пути выхода из «инвестиционной ямы»

Избежать «долины смерти» в развитии инновационных технологий может помочь система организационных и экономических мер, среди которых можно выделить следующие:

- **стимулирование как потенциальных инвесторов, так и представителей науки;**
- **государственная поддержка сотрудничества производственных предприятий с научными организациями и центрами** в рамках НИОКР в виде упрощенного налогообложения совместных проектов, мотивация инициатив в среде госслужащих, включая лояльность в случае возможных неудач;
- **создание специализированных технопарков и бизнес-инкубаторов при институтах и учебных заведениях.** Данная мера, успешно практикующаяся в Республике Беларусь, способствует концентрации существующей мате-

риальной базы НИИ и НИЛ в целях самостоятельного преодоления стадий TRL4 и TRL5, а также развития требуемых для этого компетенций (рис. 3);

- **организация центров трансфера технологий в качестве площадок обмена мнениями и сотрудничества между предприятиями и научно-исследовательскими центрами**, включая научно-практические конференции, форумы, межотраслевые выставки. Ввиду значительного технологического отставания отечественного производственного сектора поддержание НИИ и НИЛ возможно за счет не только внутреннего трансфера, но и экспорта технологий за рубеж;
- **развитие культуры управления интеллектуальной собственностью на предприятиях** требует методической работы над трактовкой понятия «инновация» и интеллектуального потенциала (необходимо не путать потенциал с активом). Надо учитывать, что попытки решения проблем инновационного развития консервативными методами не приводят ни к чему, кроме подавления инициатив;
- важным стимулом развития инициативы в коммерциализации новых идей является **увеличение доли частной собственности на патенты**. Речь идет о прозрачной и упрощенной процедуре выдачи патентов частным лицам, выполнившим разработку за свой счет и намеревающимся самостоятельно пользоваться ее результатами;

- **государственные дотации на фундаментальные исследования** позволяют развить материальный ресурс научно-исследовательских лабораторий. Разумеется, инвестиционные риски финансирования фундаментальных исследований велики. Поэтому именно финансовая господдержка в этой сфере является наиболее приемлемой практикой. Ведь привычный для фундаментальной науки тезис «отрицательный результат – тоже результат» частным инвесторам неинтересен. При формировании госбюджета нужно учитывать, что 19 из 20 фундаментальных проектов убыточны. В то же время оставшийся один проект несет в себе отложенную прибыль, покрывающую издержки на 19 «провалившихся». Что касается исследований, достигших уровня прикладных, то их инвесторами с готовностью могут стать венчурные фонды, но только при условии развития соответствующей инновационной культуры в обществе;
- **стимулирование частного бизнеса в сфере инновационной деятельности** способно заинтересовать наукоемкие предприятия в учреждении собственных научно-исследовательских лабораторий, центров технологического скаутинга и прототипирования (RnD- и MakeIt), в том числе с филиалами за рубежом. Такие центры способствуют продвижению отечественных разработок на международном рынке. Успешные бизнесмены готовы участвовать в таких проектах в качестве волонтеров, будучи

«послами технологий» своих государств и регионов;

- **развитие международного сотрудничества** позволяет распределить стадии разработки наукоемкого продукта между лабораториями, имеющими разный интеллектуальный и материальный потенциал;
- **поиск и продвижение тех сфер, в которых лаборатории требуют минимальных вложений**, позволяет выбрать малозатратные инновационные проекты в качестве приоритетных. В области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) преодолеть рубеж TRL4–TRL6 значительно дешевле, чем в сфере энергетики или наномеханики. Среди направлений инновационной деятельности, которым в современном мире принято присваивать статус высоких технологий, можно отметить:
 - ✓ нанотехнологии в области электроники и механики;
 - ✓ биотехнологии и фармакологию;
 - ✓ устойчивую энергетику и полупроводники;
 - ✓ квантовые вычисления и квантовую информатику;
 - ✓ цифровое моделирование и производство;
 - ✓ информационно-коммуникационные технологии.

При этом ранжирование технологий в приведенном списке коррелирует со снижением затрат и рисков на лабораторные испытания и экспериментальное подтверждение технологических условий. В связи с этим в таких наукоемких сферах, как ИКТ и САПР, инновационный барьер наблюдается в наименьшей степени либо отсутствует вообще.

Развитие инновационной культуры

Кроме организационных и экономических мер преодоления «долины смерти» в продвижении инноваций отдельно можно выделить те, что основаны на привлечении человеческого ресурса, потенциал которого до сих пор раскрыт не в полной мере. Речь в первую очередь идет о развитии инновационной культуры в обществе: на предприятиях, в учебных заведениях, повседневной жизни. Ведь промышленная мощь – обязательный, но не достаточный фактор, предопределяющий успешность новаций. В один ряд с ним следует поместить также наличие научно-инженерных кадров, их инициативность и вовлеченность в инновационные процессы, налаженные бизнес-академические связи и ряд других условий, необходимых для формирования инновационной среды. Немаловажным фактором является готовность предпринимателей идти на риск, которая должна поощряться государством путем предоставления грантов и компенсации рисков.

Производственной психологией инновационность рассматривается как врожденная потребность новизны, связанная с поиском новой информации и сопровождаемая готовностью к риску [9]. Стремление к уникальности находится в корреляции с восприимчивостью к новым идеям и независимостью от навязываемого опыта. Это качество детерминировано внешней средой и может быть простимулировано так же, как любая другая витальная или социальная

■ **Summary.** The main reasons for the emergence of an innovation barrier that separates the theoretical development of knowledge-intensive projects from their practical implementation are considered. When assessing the maturity level of an innovative startup, it is proposed to use the technology readiness level scale. To overcome the innovation barrier, a number of measures have been proposed, including both methods of state regulation and measures for the development of an innovative culture in society.

■ **Keywords:** innovation, innovation barrier, TRL, investment, R&D.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-4-10>

потребность. В сочетании с теорией нематериального капитала Бурдые, потребностно-информационная теория Симонова представляет собой перспективный подход к оценке инновационного потенциала трудовых коллективов, что предоставляет инструмент учета инвестиций в человеческий ресурс, дает возможность определить степень вовлеченности персонала в инновационные процессы и удовлетворенности их результатами.

Современные методологии совершенствования инновационной культуры нацелены на рефлексию и самоконтроль разработчиков научной продукции и их инвесторов в отношении социальной готовности общества к внедряемым нововведениям. Насущные вопросы, помимо проблемы ресурсов и защиты окружающей среды, касаются мотивов и интересов социальных групп населения отдельных стран и человечества в целом, затрагиваемых инновационными проектами. В течение последних пяти лет исследования в этой области привели к выработке еще одного показателя – обеспечение готовности общества к инновационному продукту ESR (Ensuring Societal Readiness) [10]. Как уже отмечалось, политика инновационного развития сама по себе требует новаторских подходов и методов решения возникающих проблем. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Инновационное развитие в России и странах ЕС / Наука, технологии, инновации. Экспресс-информация Института статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики // <https://issek.hse.ru/news/306999009.html>.
2. WIPO. Глобальный инновационный индекс 2023 г. // www.wipo.int/global_innovation_index/ru/2023.
3. Technology readiness levels / Mankins J.C. [et al.] // White Paper. 1995. April. T. 6. P. 5 // https://aiaa.kavi.com/apps/group_public/download.php/2212/TRLs_MankinsPaper_1995.pdf.
4. M. Heder. From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation // The Public Sector Innovation Journal. 2017. Vol. 22(2). P.01–23.
5. Whelan D. Impact of Technology Readiness Levels on Aerospace R&D // Fusion Energy Science Advisory Committee. 2008. Vol. 124. P. 29 // <http://qedfusion.org/MEETINGS/0809/Weaver.pdf>.
6. Кондрашов О.В. Менеджмент технологических компетенций в системе продвижения инноваций // Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. 2018. №2 (214). С. 93–100.
7. ARENA / Commercial readiness in deforrenrenewable energy sectors. 2014 // www.arena.gov.au/files/2014/02/Commercial-Readiness-Index.pdf.
8. Беляцкая Т., Амелин М. Предпринимательская активность в электронной экономике // Наука и инновации. 2014. Т. 11. №141. С. 50–54.
9. Pearson P.H. Relationships between global and specified measures of novelty seeking // Journal of Consulting and Clinical Psychology. 1970. Т. 34. №2. С. 199.
10. Ensuring societal readiness / Nielsen M.W. [et al.] // New Horizon bulletin. 2018. P. 24 // www.thinkingtool.eu/Deliverable_6.1_Final_April%2020_THINKING_TOOL.pdf.

Статья поступила в редакцию
01.02.2024 г.

МОЛОДЕЖНОЕ СТАРТАП-ДВИЖЕНИЕ

УДК: 334.72.012.32:005.411-053.81(476)



Елена Гончаренок,
заведующий сектором
научно-методического
обеспечения и мониторинга
развития инновационной
инфраструктуры Белорусского
института системного анализа и
информационного обеспечения
научно-технической сферы
БелИСА; hancharonak@belisa.org.by



Ольга Нилова,
ведущий научный сотрудник отдела
научно-методического обеспечения
инновационного развития
Белорусского института системного
анализа и информационного
обеспечения научно-технической
сферы БелИСА, кандидат
сельскохозяйственных наук, доцент;
nilova@belisa.org.by



Анастасия Рихтикова,
заведующий отделом научно-
методического обеспечения
инновационного развития
Белорусского института
системного анализа и
информационного обеспечения
научно-технической сферы
БелИСА;
rikhtikova@belisa.org.by



Евгений Мальчевский,
директор технопарка
«ИнКата», кандидат
исторических наук;
em@encata.net

Аннотация. Обоснована актуальность исследований молодежного стартап-движения, что обусловлено значимостью создания новых технологий и инноваций для экономики Беларуси. В статье представлены трактовка понятия «стартап», история становления стартап-движения, отмечена его роль в социально-экономическом развитии страны. Приведены нормативные правовые акты, направленные на создание в республике условий для реализации и внедрения инновационных молодежных идей в различные сферы экономики. Представлен краткий обзор инструментов и механизмов поддержки стартапов, предоставления им финансовой помощи, призванных активизировать инновационную деятельность, стимулировать перспективные инициативы, содействовать коммерциализации результатов научных исследований и разработок. Проанализированы данные об организационной, информационной, финансовой поддержке стартапов посредством создания благоприятной среды для их развития, в том числе на базе субъектов инновационной инфраструктуры. Обозначен ряд основных проблем поддержки стартап-движения.

Ключевые слова: стартап, инновационное предпринимательство, стартап-движение, резиденты, инновационная инфраструктура, источник финансирования, субъекты инновационной инфраструктуры, нормативные правовые акты.

Для цитирования: Гончаренок Е., Нилова О., Рихтикова А., Мальчевский Е. Молодежное стартап-движение //

Наука и инновации. 2024. №7. С. 11–15.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-11-15>



Источник: <https://aaronvick.com/tag/startup-growth/>

Малое предпринимательство во всех странах формируется и развивается при действенном участии государства, регулировании его деятельности и поддержке. Этому способствуют создание благоприятных условий для реализации проектов, конструктивные взаимоотношения между бизнесом, обществом и властью, обеспечивающие экономические, правовые и организационные условия для поддержки и развития частных инициатив [1]. Одним из механизмов, используемых для зарождения новых инновационных компаний, является стартап-движение. Существует немало разнообразных подходов к определению этого термина. Общеизвестной считается трактовка известного американского предпринимателя, профессора Стэнфордского университета Стивена Бланка: «Стартап – это временная структура, направленная на реализацию масштабированной бизнес-идеи в условиях экстремальной неопределенности и с целью быстрого роста» [2]. Иначе говоря, речь

идет о новом проекте, предполагающем быстрый рост и получение прибыли.

Инновационные стартапы – потенциально важный сегмент экономики, который формирует фундаментальный актив будущего страны. В Беларуси для укрепления экономической безопасности, повышения конкурентоспособности национальной экономики с учетом обеспечения ее интенсивного инновационного развития принят ряд нормативных правовых актов:

- Директива Президента Республики Беларусь от 14.06.2007 г. №3 «О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства» [3];
- Указ Президента Республики Беларусь от 29.07.2021 г. №292 «Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг.» [4];
- Указ Президента Республики Беларусь от 15.09.2021 г. №348 «О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг.» [5];

- *постановление Совета Министров Республики Беларусь от 17.10.2018 г. №743 «Об утверждении Стратегии развития малого и среднего предпринимательства «Беларусь – страна успешного предпринимательства» на период до 2030 г.» [6];*
- *постановление Совета Министров Республики Беларусь от 19.06.2021 г. №349 «О Стратегии развития государственной молодежной политики Республики Беларусь до 2030 г.» [7];*
- *постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.01.2021 г. №56 «О Государственной программе «Малое и среднее предпринимательство» на 2021–2025 гг.» [8].*

Следует отметить, что в отечественном законодательстве понятие «стартап» не закреплено. В общепринятом смысле оно трактуется как деятельность по организации и реализации нового бизнес-проекта, основанного на инновационных идеях, технологиях, способах продвижения или доставки товаров и услуг, ставящего своей целью создание повторяемой и масштабируемой модели ведения бизнеса [1].

Развитию стартап-движения в нашей стране уделяется пристальное внимание, созданы условия для активизации предпринимательства, в том числе и молодежного. Начало этому было положено в конце 2009 г. организацией первого Minsk Startup Weekend. Сегодня популярны мероприятия Startup Weekend и Invest Weekend. Для подготовки будущих инициаторов стартапов проводятся различные обучающие воркшопы, мастер-классы, семинары. В целом это направление в Беларуси развивается динамично и продолжает привлекать внимание предпринимателей, инвесторов и инноваторов. В нем участвуют более 40 организаций из числа органов государственного управления, технопарков и бизнес-инкубаторов, учреждений образования и иных структур, специализирующихся на проведении мероприятий, оказании поддержки при реализации инновационных проектов.

Государством предусмотрен механизм предоставления стартапам финансовой помощи, на которую, в соответствии с нормами вышеназванных нормативных документов, могут рассчитывать граждане страны, в том числе являющиеся индивидуальными предпринимателями (ИП), в случае реализации ими инновационных проектов с участием технопарков или инкубаторов, а также субъекты малого предпринимательства. Такая поддержка оказывается на безвозвратной основе Белорусским инновационным фондом (БИФ) на

конкурсных принципах в виде передачи инновационного ваучера – для подготовительного или конструкторско-технологического этапов; гранта – конструкторско-технологического.

Получение гранта предполагает выдачу финансовых средств, ваучера – письменного обязательства БИФ по оплате третьим лицам необходимых для осуществления концепции товаров (работ, услуг). Срок реализации проектов (их этапов), претендующих на государственную финансовую поддержку в виде инновационного ваучера или гранта, ограничен одним годом; в области здравоохранения, ветеринарии, фармацевтики и биотехнологий он может быть продлен до двух лет.

В целях активизации инновационной деятельности, стимулирования перспективных инициатив, содействия в поиске их поддержки, коммерциализации результатов научных исследований и разработок Белорусским инновационным фондом под руководством Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь (ГКНТ) с 2010 г. ежегодно проводится Республиканский конкурс инновационных проектов, порядок организации которого утвержден постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 26.01.2010 г. №98.

В 2021 г. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 09.03.2021 г. №136 «Об изменении постановления Совета Министров Республики Беларусь от 26.01.2010 г. №98» изменены подходы к конкурсу: определено, что одна из его целей – коммерциализация инновационных проектов; исключены случаи повторного их участия; соискателями могут выступать ИП; введен дополнительный этап, позволяющий привлечь победителей других республиканских молодежных конкурсов инновационных проектов (идей). Сформированный в результате перечень проектов дает право на получение финансовых ресурсов, которые должны быть направлены на коммерциализацию идей [9].

Кроме того, БИФ выступает инвестором ряда стартап-мероприятий (дни инвесторов; митапы; демо-дни; конкурсы и т.д.), а его представители на регулярной основе принимают в них участие в качестве спикеров и экспертов.

С 2011 г. стартовой площадкой для нового поколения предпринимателей стал Республиканский молодежный проект «100 идей для Беларуси» (организаторы и партнеры – ОО «Белорусский республиканский союз молодежи», Министерство образования Республики Беларусь, ГКНТ, НАН Беларуси, Белорусский инновационный фонд и др.),

который реализуется в целях активизации инновационного мышления молодежи, привлечения ее к решению задач социально-экономического развития, стимулирования гражданских инициатив, направленных на реализацию научно-технических разработок [10].

Расширение и поддержка предпринимательства – один из значимых векторов экономической политики нашей страны. С 2012 по 2020 г. ежегодно утверждался План проведения стартап-мероприятий в Республике Беларусь (экспертные советы, мастер-классы, стартап-уикенды, инвест-уикенды, конкурсы стартап-проектов и др.) (таблица).

За данный период в республике более 100 тыс. человек приняли участие в около 3 тыс. стартап-мероприятиях, что свидетельствует об их актуальности. Рассмотрено более 10 тыс. проектов, из них частным бизнесом профинансировано 128 [11]. Такое соотношение может быть результатом снижения количества поступающих к рассмотрению проектов, недостаточной их проработки, а также снижения заинтересованности инвесторов.

Организационно-информационная поддержка стартап-движения, включающая мероприятия, бизнес-викторины, конкурсы, осуществляется Министерством экономики Республики Беларусь, облисполкомами и Мингорисполкомом в рамках Комплекса мероприятий по реализации государственной программы «Малое и среднее предпринимательство» на 2021–2025 гг. [8].

С 2021 г. разработка и утверждение Плана проведения стартап-мероприятий осуществляется на региональном уровне [12]. В 2021 г. подписано Соглашение о сотрудничестве и взаимодействии между Министерством экономики Республики Беларусь, ГКНТ и ОАО «Белагропромбанк», которое предусматривает создание сети поддержки стартап-движения и малого инновационного предпринимательства на базе заинтересованных инкубаторов малого предпринимательства, научно-технологических парков и Центров притяжения Igrow ОАО «Белагропромбанк» (форма организации бизнес-среды, в которой имеются все условия для работы, продвижения и развития проектов стартапов либо реализуемых бизнес-проектов, а также для оказания информа-

ционно-консультационной поддержки малому и среднему бизнесу, практических семинаров и т.д.) [13]. На территории республики функционирует 46 Центров притяжения Igrow. Партнерские соглашения о сотрудничестве и взаимодействии по развитию и поддержке стартап-движения и малого инновационного предпринимательства заключены между банком и 12 субъектами инновационной инфраструктуры. Например, на базе Центра в г. Молодечно организован коворкинг для размещения резидентов филиала технопарка компания «ИнКата», планирующих реализацию инновационных проектов в этом городе.

На базе сети Центров притяжения Igrow совместно с партнерами реализуется Республиканская конкурсная программа «Стартап-марафон». Резиденты технопарков могут привлекаться в такие программы как в качестве участников со стартап-проектами, так и в роли спикеров или менторов [14].

Субъекты инновационной инфраструктуры вносят весомый вклад в организационно-информационную поддержку стартап-движения и являются важным элементом предпринимательской экосистемы. Вызывают интерес мероприятия и инициативы Брестского научно-технологического парка: проведение для резидентов инновационной недели «КУБ», турниров по робототехнике «SmartRoboFest», по созданию бизнес-акселератора.

Визитной карточкой в стартап-движении технопарка ГП Агентство развития и содействия инвестициям (г. Гомель) стала организация на базе технопарка «Коралл» площадки дополнительного обучения для талантливых детей (детского технопарка), а также проведение для детей и молодежи областных конкурсов «Взгляд в будущее».

Среди мероприятий по развитию стартап-движения, организованных субъектами инновационной инфраструктуры в г. Минске, можно отметить проведенные Минским городским технопарком: форум «Бизнес – Пробуждение», конкурс стартап-проектов «Belarus ICT Startup Award» и ежегодный научно-практический форум науки и бизнеса «Инновационный шторм», а также организованный совместно с индустриальным

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Количество стартап-мероприятий	167	157	123	171	375	496	792	449	566
Количество участников стартап-мероприятий, чел.	8 100	4 179	4 866	5 168	19 840	22 628	39 720	–	–

Таблица. Динамика развития стартап-мероприятий и их участников в Республике Беларусь за 2012–2020 гг. [11]

парком «Великий камень» конкурс «STARTUP GREAT CHALLENGE» [13].

Технопарком компании «ИнКата» в 2023 г. учрежден новый конкурс оригинальных бизнес-идей и инновационных проектов EnCobi, цель которого – поддержка полезных и оригинальных концепций, помощь в поиске инвесторов, коммерциализация инновационных разработок. Кроме того, организатор конкурса планирует создать систему по выявлению и продвижению молодых талантливых специалистов [15].

Вовлечение студентов и преподавателей в инновационное предпринимательство – одна из задач субъектов инновационной инфраструктуры, действующих на базе вузов. Центром трансфера технологий Гродненского государственного университета им. Я. Купалы на регулярной основе проводятся конкурсы инновационных прототипов и проектных решений «ПроСтарт», студенческих стартап-проектов «ИнНаСтарт», хакатоны, организована работа «Студии стартапов и проектов», реализуется образовательная программа «От идеи к бизнесу» [13].

Стартап-движение играет существенную роль в устойчивом развитии регионов и позволяет решать ряд социально-экономических задач: вовлечение населения в предпринимательскую деятельность, создание новых рабочих мест (молодежная самозанятость или трудоустройство через установление возможных деловых связей с инвесторами и менторами), снижение оттока специалистов, повышение инвестиционной привлекательности региона благодаря участию отечественных и зарубежных инве-

■ **Summary.** There has been shown the relevance of research on the youth start-up movement, which is due to the importance of creating new technologies and innovations for the Belarus' economy. The article gives the interpretation of the "start-up" notion, the history of the start-up movement, and points to its role in the socio-economic development of the country. The regulatory legal acts aimed at creating conditions for the implementation of innovative ideas in various spheres of the economy are presented. A brief overview of the tools and mechanisms for start-ups support is given, including financial assistance, intended to intensify innovation activities, stimulate advanced studies, and promote the commercialization of the research results and developments. The data on organizational, informational, and financial support for start-ups by creating a favorable environment for their development, including on the basis of innovation infrastructure subjects, was analyzed. A number of main problems in the start-up movement support were identified.

■ **Keywords:** start-up, innovative entrepreneurship, startup movement, residents, innovation infrastructure, source of financing, subjects of innovation infrastructure, regulatory legal acts.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-11-15>

сторов в стартап-мероприятиях и др. Вместе с тем остаются актуальными вопросы закрепления терминологии стартапа, определения и развития механизмов финансовой поддержки, формирования технологической базы для оказания различных услуг, усиления образовательной и научной составляющих через доступ к результатам актуальных научных исследований, возможность взаимодействия и обмена опытом с компаниями-менторами. ■

Статья поступила в редакцию
04.04.2024 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В.В. Тышлек. Развитие стартап-движения в Беларуси // Наука и инновации. 2021. №9. С. 23–27.
2. Sun K. In and Around Language: What's Up with «Startup»? / К. Sun // <https://steveblank.com/2010/01/25/whats-astartup-first-principles>.
3. О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства: Директива Президента Респ. Беларусь, 14.07.2007 г. №3: в ред. Директива Президента Респ. Беларусь от 30.11.2017 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.
4. Об утверждении Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. Указ Президента Респ. Беларусь №292 от 29.07.2021 г. // <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100292>.
5. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. Указ Президента Респ. Беларусь №348 от 15.09.2021 г. // <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100348>.
6. Об утверждении Стратегии развития малого и среднего предпринимательства «Беларусь – страна успешного предпринимательства» на период до 2030 г. Постановление Совета Министров Респ. Беларусь №743 от 17.10.2018 г. // <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21800743&p1>.
7. О Стратегии развития государственной молодежной политики Республики Беларусь до 2030 г. Постановление Совета Министров Респ. Беларусь №349 от 19.06.2021 г. // <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C22100349>.
8. О Государственной программе «Малое и среднее предпринимательство» на 2021–2025 гг. Постановление Совета Министров Респ. Беларусь №56 от 29.01.2021 г. // <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100056>.
9. Об утверждении Положения о республиканском конкурсе инновационных проектов. Постановление Совета Министров Респ. Беларусь №98 от 26.01.2010 г.: №136 в ред. от 09.03.2021 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2024.
10. «Республиканский молодежный проект «100 идей для Беларуси» // <https://100ideas.by>.
11. Министерство экономики Республики Беларусь // <https://economy.gov.by/ru/news-ru/view/minekonomiki-utverdilo-plan-provedenija-startap-meroprijatij-v-belarusi>.
12. Как в Беларуси развиваются стартап-движение и малый инновационный бизнес // <https://www.belta.by/comments/view/kak-v-belarusi-razvivajutsja-startap-dvizhenie-i-malyj-innovatsionnyj-biznes-027>.
13. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2022 г. Аналитический доклад / под ред. С.В. Шлычкова, В.Г. Гусаква. – Минск, 2023.
14. ОАО «Беларгпромпанк» // <https://www.belapb.by/rus/malomu-i-srednemu-biznesu/respublikanskaya-konkursnaya-programma-ooo-belargprombank-startap-marafon>.
15. EnCobi (конкурс оригинальных бизнес-идей) // <https://encobi.com/faq>.

Государственное стимулирование коммерциализации результатов научных исследований вузов



УДК 378.014.54:001.8(476)



Людмила Шичко,
заместитель начальника
научно-исследовательской
части Белорусского
государственного
университета информатики
и радиоэлектроники,
магистр экономических наук
l.shichko@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены механизмы государственного стимулирования коммерциализации результатов научных исследований вузов на примере международной и отечественной практики. Проанализирован опыт ряда европейских стран, США, Китая и России в части финансового и юридического обеспечения внедренческой функции университетов. Представлены ключевые моменты поддержки и стимулирования процесса коммерциализации инноваций белорусскими вузами. Предложен комплекс приоритетных мер поддержки и рекомендаций по преобразованию технологических активов вузов в рыночные предложения. Показано, что научно-технический потенциал в условиях формирования экономики знаний является основой инновационного прогресса государства и драйвером опережающего развития за счет внедрения конкурентоспособных наукоемких технологий в высокотехнологичные отрасли. Университеты, выступая полноценным субъектом рыночных отношений, обеспечивают не только создание и разработку продукции с высокой добавленной стоимостью, но и осуществляют ее последующую коммерциализацию.

Ключевые слова: результаты НИОК(Т)Р, инновации, коммерциализация инноваций, механизмы коммерциализации инноваций, поддержка инноваций, внедрение результатов НИОК(Т)Р.

Для цитирования: Шичко Л. Государственное стимулирование коммерциализации результатов научных исследований вузов // Наука и инновации. 2024. №7. С. 16–24.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-16-24>

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития закрепила необходимость перехода Республики Беларусь к инновационной наукоёмкой экономике на период до 2030 г. Основным драйвером на пути к ней должны стать активизация изысканий путем усиления взаимодействия академической, отраслевой и вузовской науки, ее интеграция с производством, коммерциализация научно-технических и инновационных результатов, трансфер технологий, в том числе с привлечением средств венчурных фондов и инструментов государственно-частного партнерства. Как показывает мировая практика, формирование конкурентных преимуществ страны невозможно без опоры на университеты, которые в эпоху глобальных трансформаций не только осуществляют подготовку специалистов, способных на основе новейших достижений генерировать идеи и внедрять новые технологические решения, но и выступают в качестве полноправного субъекта рынка интеллектуального капитала, разрабатывая и производя продукцию с высокой добавленной стоимостью. Перед вузами стоит задача практического использования научных результатов и перехода на новую модель образовательного процесса, усиления взаимодействия с государственными органами и коммерческим сектором.

Международный опыт

Большинство университетов экономически развитых стран, являясь активными субъектами инновационной деятельности, реализуют комплекс мероприятий по коммерциализации результатов научных исследований и разработок (НИОК(Т)Р) в рамках следующих моделей [1]:

- *получение дохода от внедрения результатов наиболее перспективных проектов через взаимодействие с коммерческим сектором посредством проведения совместных исследований, выполнения хоздоговорных работ, осуществления консалтинговой деятельности, что обеспечивает стабильную прибыль и максимально сокращает коммерческие риски на начальных этапах монетизации (США, Великобритания, ЕС, Россия);*
- *массовая коммерциализация результатов НИОК(Т)Р через лицензирование и торговлю интеллектуальными активами, оказание орга-*

низационной и финансовой поддержки участникам инновационного процесса (США, ЕС);

- *инновационное предпринимательство, основанное на формировании соответствующей инфраструктуры (бизнес-инкубаторы, стартапы, технопарки, кластеры и прочее) с привлечением внешнего финансирования через государственно-частное партнерство и венчурные фонды (США, ЕС, Россия, Китай, Япония, Южная Корея, Турция, Канада, Австралия).*

Топ-10 стран по расходам университетского сектора на осуществление НИОК(Т)Р представлен в табл. 1 [2–3]. Согласно ее данным, наибольшие финансовые вложения зафиксированы в ЕС, США и Китае. При этом для последних двух стран характерен высокий уровень взаимодействия с промышленностью, в том числе посредством кластерного сотрудничества. Лидером по поступлениям от реализации интеллектуальной собственности в 2023 г. стала Япония.

В США важнейшим механизмом государственного стимулирования коммерциализации результатов НИОК(Т)Р является система финансирования в виде грантов или других денежных кредитов представителям университетского сектора, реализованная в виде национальных и федеральных программ. К примеру, передача технологий малому бизнесу в рамках программы STTR (Small Business Technology Transfer) предусматривает финансирование начальной стадии исследований и разработок в размере до 600 тыс. долл. и выше, выделяемых малым и средним предприятиям, работающим непосредственно в кооперации с университетами и научными организациями. При этом предприятия должны выполнять 40% НИОК(Т)Р, а университет или научная организация – 30%. Законодательство США дополнительно предусматривает ряд стимулирующих процедур в области коммерциализации разработок вузов, среди которых – получение эксклюзивных лицензий коммерческим сектором; доступ и возможность работы в лабораториях, принадлежащих университетам; снижение налогов на прибыль; безвозмездная аренда земли, находящейся в государственной собственности; льготы на приобретение материалов; сохранение за образовательным учреждением прав собственности на ряд изобретений, полученных за счет бюджетных ассигнований; заключение контрактов по трансферу технологий с посредниками и частными компаниями без согласования с вышестоящим органом государственного управления, а также создание эндаументов, или фондов целевого капитала.

Страны	Объем расходов университетского сектора в НИОК(Т)Р, млн долл. ***	Доля расходов университетского сектора в НИОК(Т)Р, финансируемых коммерческим сектором ***	Взаимодействие университетского сектора с промышленностью в области НИОК(Т)Р, балл (из 100 возможных)**	Уровень кластерного развития, балл (из 100 возможных)**	Поступления от реализации объектов интеллектуальной собственности, % от совокупного торгового оборота **
Страны ЕС*	102 604,2	сведения не представлены	54,8	54,2	1,4
США	84 035,0	5,1	99,9	100,0	4,4
Китай	44 976,7****	сведения не представлены	86,8	91,4	0,3
Япония	21 009,1	3,2	64,0	72,3	5,3
Канада	12 995,6	7,2	85,8	77,5	1,3
Корея	10 927,7	14,1	72,8	70,4	1,2
Турция	6926,9	2,0	39,4	44,4	0,1
Россия	4722,5****	сведения не представлены	45,7	43,1	0,3
Норвегия	2827,7	сведения не представлены	72,6	75,9	0,3
Израиль	1638,5	сведения не представлены	100,00	56,2	1,2

Таблица 1. Топ-10 стран по расходам университетского сектора на осуществление НИОК(Т)Р:

* – разбивка по странам не проводилась ввиду того, что в ЕС финансирование НИОК(Т)Р осуществляется преимущественно на конкурсной основе из единого бюджета Европейской комиссии, данные подсчитаны как среднеарифметическое по 27 странам;
 ** – сведения приведены по результатам исследования 2022 г.,
 *** – данные за 2021 г.;
 **** – данные за 2020 г.

Доход последних инвестируется в создание аффилированных компаний, посреднических структур (центры по передаче технологий, инкубаторы, совместные исследовательские центры, внутренние посевные фонды), развитие и поддержку научной деятельности (инновационные и инвестиционные проекты, финансирование грантов, публикационная активность и т.д.), совершенствование материально-технической базы, а также в ценные бумаги и акции сторонних стартапов и предприятий. По данным Американской ассоциации поддержки технологического трансфера «AUTM», в 2022 г. объем расходов университетского сектора США на НИОК(Т)Р составил почти 92 млрд долл., при этом создано 24 140 изобретений, подано 16 857 заявок на выдачу патентов, получено 7739 патентов, заключено 19 884 лицензионных договора, выпущено 850 новых продуктов, основано 998 стартапов.

Как правило, объем фондов целевого капитала в университетах США и Канады в 2 и более раза выше годового бюджета вузов (для сравнения: в странах ЕС он не превышает двух таких бюджетов,

в Азиатском регионе составляет менее 0,5). Среди успешных примеров использования средств эндаументов – программа поддержки внутренних стартапов сети университетов Техаса «Genesis Programm», направленная на проекты в области возобновляемой энергии, беспилотных летательных аппаратов и медицинских продуктов (размер фонда – 1,8 млн долл.).

Прослеживается положительная корреляция между размером эндаумента вуза и местом последнего в мировом рейтинге [4]. Так, среди топ-27 университетов в рейтинге QS величина фондов целевого капитала 9 высших учебных заведений превышает 10 млрд долл., у 11 вузов – от 1 до 10 млрд долл., у 7 – от 100 млн до 1 млрд долл. Согласно расчетам, средства фондов целевого капитала крупнейших 10 университетов США составляют 1% ВВП, или 6,3% национальных капиталовложений, по всем вузам страны – почти 3%, или около 18% инвестиций в основной капитал.

По данным Национальной ассоциации эндаументов, по состоянию на 31.12.2019 г. в Российской

Федерации зарегистрировано 97 фондов, крупнейшие из них с активами от 4,7 млрд рос. руб. – у Сколтеха, Московского государственного института международных отношений, Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Московского физико-технического института, с активами до 558 млн рос. руб. – у Дальневосточного федерального университета и других вузов.

В Китайской Народной Республике ключевым условием эффективного функционирования национальной инновационной системы, субъектами которой выступают университеты и исследовательские организации страны, является достаточный уровень финансирования НИОК(Т)Р. При этом доля государственных инвестиций в фундаментальные науки составляет чуть более 50% от общего объема, прикладные изыскания в основном ведутся за счет коммерческого и промышленного секторов (80%). В 2019 г. университеты получили 66,36% средств от Национального фонда естественных наук Китая, от государства – 33,47%. С целью коммерциализации результатов и развития взаимодействия с рыночным сектором создан Объединенный фонд корпоративных инноваций и развития (средний размер вложений в проект в 2020 г. составлял 2,6 млн юаней, или 0,4 млн долл.).

Также в КНР стимулируются горизонтальные рыночные связи между вузами и коммерческим сектором посредством технологического трансфера. Объекты интеллектуальной собственности (ОИС), созданные за счет государственных средств, принадлежат первым, за исключением результатов НИОК(Т)Р, затрагивающих сферу национальной безопасности, при этом авторы имеют право быть отмеченными в патенте и получить вознаграждение или компенсацию от работодателя. Самой распространенной практикой распределения прав на ОИС является пропорция 60/20/20, где авторы получают 60% прав на интеллектуальную собственность, 20% – кафедра или лаборатория, 20% – университет. Интересен тот факт, что государство не требует возврата бюджетных средств, затраченных на НИОК(Т)Р, в случае коммерциализации результатов в ином учреждении или частной компании, а политикой многих университетов предусмотрена возможность инвестирования в спин-офф компании запатентованных изобретений. Спин-офф компании – особая форма государственно-частного партнерства с законодательно закрепленными преференциями, среди которых обязательное использование части прибыли (освобождаемой от налога)

на инновационные цели, отсрочка по НДС, ускоренная амортизация, налоговые вычеты в размере 75% по расходам на исследовательские работы, сниженные процентные ставки по кредитам и госгарантии по ним. Среди основных элементов поддержки технологического предпринимательства – создание сети бизнес-инкубаторов, в том числе международных, технопарков, акселераторов и других подобных структур. Закон о содействии преобразованию научных и технологических достижений стимулирует китайские университеты создавать агентства по передаче знаний, которые регулируют договорные взаимоотношения с коммерческими структурами – основными покупателями лицензий на ОИС. При этом промышленный сектор имеет возможность получить субсидии на приобретение результатов НИОК(Т)Р.

Взаимодействие университетского и рыночного секторов Китая осуществляется посредством следующих форм государственно-частного партнерства:

- *технологические контракты*, предполагающие совместные исследования, оказание технологических услуг и консультирование. Участие государства в таких соглашениях реализуется через поиск для университетов заказов и финансирующих их коммерческих структур;
- *трансфер технологий и лицензирование*, представленные в форме передачи патентов на изобретения, патентного лицензирования, торговли беспатентными изобретениями. Согласно докладу Государственного управления по делам интеллектуальной собственности в КНР, в 2021 г. количество договоров уступки и лицензионных договоров в университетах достигло 27 тыс. В 2019 г. 3450 университетов и научных организаций заключили 15 035 контрактов на передачу технологий, лицензирование и реализацию инвестиционных проектов общей стоимостью 2,33 млрд долл., или 15,2 млрд юаней, что на 32,3% больше, чем в предыдущем [5];
- *сотрудничество вузов с коммерческим сектором*, когда местные органы власти предлагают предприятию землю, средства и здания, а университеты – научно-технические достижения, исследовательские команды и материально-техническую базу;
- *создание стратегических альянсов*, предусматривающих беспрепятственность передачи результатов НИОК(Т)Р в промышленный сектор;
- *развитие национальных технологических платформ и инновационных центров*;

- *функционирование научных парков*, инвестиционная и инновационная политика которых предполагает освобождение резидентов от налога на прибыль на 2 года; отказ от лицензий на импорт материалов и комплектующих, используемых при производстве экспортоориентированной продукции; включение нематериальных активов в уставной капитал предприятия-резидента и т.д.;
- *организация отраслевых инновационных кластеров*. Так, в 2020 г. в Китае их было зарегистрировано 109, большинство из которых расположены в зонах высокотехнологичного промышленного развития. Среди основных мер поддержки – внедрение целевой программы помощи талантам, индивидуальные налоговые льготы, поддержка малых и средних предприятий, промышленных фондов для обеспечения промышленного роста.

Университеты стран ЕС взаимодействуют с промышленным сектором путем создания посреднических структур, таких как центры по передаче технологий, университетские бизнес-инкубаторы и совместные исследовательские центры. Задача первых – коммерциализация результатов НИОК(Т)Р путем лицензирования и оказания консультационных услуг, вторые призваны связать университетский стартап с коммерческим сектором; третьи запускают проекты в тандеме с производителями, оказывая содействие во внедрении инноваций. В качестве еще одной посреднической структуры выделяется внутренний фонд посевного финансирования, деятельность которого направлена на поддержку старта исследований и расширение рыночной ниши для устойчивых внешних вливаний [6]. Около 20–25% его средств управляются университетами, 75–80% – сторонними субъектами.

В Финляндии результаты НИОК(Т)Р коммерциализируются посредством грантов, прямых займов и финансирования стартапов, стимулирования центров промышленного выпуска совместно с промышленными парками. В Германии трансфер технологий из госсектора и вузов в промышленность поддерживается за счет налоговых стимулов, реализации различных региональных программ, помощи малому предпринимательству. Во Франции распространена система университетско-промышленных кластеров, инновационных центров и бизнес-инкубаторов, государственная политика стимулирует венчурное финансирование. Ему же отдают предпочтение Швеция и Норвегия, которые сконцентрированы на содействии

стартапам, выделении грантов на исследовательские и инновационные проекты, реализации государственно-частного партнерства.

В Южной Корее создаются научные центры и центры лицензирования результатов НИОК(Т)Р. При этом университеты выплачивают авторам до 80% от роялти, а также используют систему учета достижений, где отражают и присваивают баллы за научные публикации, привлеченные гранты, средства на внедрение технологий. Технопарки, аффилированные в структуру вуза или научно-исследовательского института, составляют одну из основных схем содействия коммерциализации инноваций в Турции. Резиденты технопарков освобождаются от уплаты НДС, таможенных пошлин на импорт.

В Японии в рамках «Шестого базового плана по науке и технологиям» с 2021 г. реализуются крупные проекты поддержки взаимодействия университетского и коммерческого секторов:

- *стимулирование венчурного бизнеса посредством предоставления ему государством субсидий, финансирования НИР; льготных кредитных ставок для корпораций и налоговых преференций для физических лиц (бизнес-ангелов), инвестирующих в стартапы на ранних стадиях развития;*
- *поддержка контрактной деятельности между вузами и промышленными корпорациями через стимулирование совместных научных исследований и коммерциализацию университетских ОИС, выделение грантов и повышение размеров кредитов, компенсация расходов на патентование, исключение из налогообложения затрат на НИОК(Т)Р, оборудование, изготовление опытных образцов, налоговые льготы при регистрации совместных предприятий;*
- *создание отраслевых платформ по поддержке технологий.*

Главным источником финансирования научных исследований и разработок университетов России являются бюджетные средства [7]. Так, в 2022 г. их объем составил 631,7 млрд руб., из которых 60,9% расходовалось на поддержку прикладных изысканий, в том числе и в секторе образования (5,7%).

Среди основных моделей коммерциализации результатов, в том числе в рамках выполнения заданий госпрограмм, – лицензирование и передача патентных прав без участия вуза в капитале компании-лицензиата, заказные НИОК(Т)Р, создание малых инновационных предприятий. Согласно исследованию аналитического центра

«Эксперт», в 2022 г. российские вузы подали 21,7 тыс. заявок на патенты, причем коммерциализировались только 3,5% от общего их объема. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики, в 2022 г. удельный вес инновационных товаров, работ, услуг по направлению «научные исследования и разработки» в общем объеме отгруженных товаров составил 39,1%, или 622 780,3 млн руб. По состоянию на 01.07.2024 г. при участии высших учебных заведений создано 1281 малое инновационное предприятие. При этом в структуре чистой прибыли более 50% занимает доход от выполнения НИОК(Т)Р и оказания научно-технических услуг. Всестороннюю поддержку коммерциализации результатов научно-исследовательской деятельности также оказывают создаваемые при учреждениях высшего образования или с их участием технологические парки, бизнес-инкубаторы, центры трансфера технологий, инжиниринговые центры и др.

Проблемы коммерциализации инноваций в Республике Беларусь

В нашей стране законодательное обеспечение коммерциализации результатов НИОК(Т)Р вузами включает ряд нормативно-правовых актов, регулирующих общие вопросы использования, передачи и предоставления прав на разработки; материальное вознаграждение авторов и лиц, содействующих созданию и использованию ОИС; налоговые условия, а также ряд документов, регулирующих процесс коммерциализации результатов НИОК(Т)Р организациями научно-образовательной сферы, создания и функционирования субъектов инновационной инфраструктуры.

Основные отличия отечественного законодательства в данной области от стран ЕС, США, Японии изложены в Указе Президента Республики Беларусь от 04.02.2013 г. №59 «О коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности, созданных за счет государственных средств» (ред. от 18.06.2018 г.), который обозначает данный постулат как обязательный. При невыполнении этого условия государственные средства считаются использованными с нарушением законодательства и должны быть возвращены в бюджет с начислением процентов в размере ставки рефинансирования Национального банка, установленной на дату взыскания. При этом однозначно не определена принадлежность исключительных прав на результаты НИОК(Т)Р,

которые могут быть закреплены как за государством, так и за организацией-исполнителем (в отличие от международной практики, где в большинстве случаев такие права остаются за университетом или исследовательским учреждением).

Основные модели коммерциализации результатов НИОК(Т)Р, используемые белорусскими вузами:

- *выполнение НИОК(Т)Р в рамках государственных программ различного уровня и инновационных проектов, передача разработок предприятиям – изготовителям продукции;*
- *выполнение хозяйственных договоров и освоение полученных результатов у конечного заказчика;*
- *деятельность по внешнеэкономическим контрактам с нерезидентами Республики Беларусь с передачей разработок конечному заказчику;*
- *технологический трансфер;*
- *совместная деятельность (создание совместных предприятий и пр.) [8].*

Министерство образования Республики Беларусь являлось заказчиком 5 проектов, выполняемых университетами в рамках Государственной программы инновационного развития на 2016–2020 гг. с общим объемом финансирования 30,2 млн руб. 2 из них выведены на проектную мощность, объем произведенной продукции – 2 млн руб., экспорт – около 0,7 млн руб. Эти цифры для организаций НАН Беларуси, выполнивших 17 заданий при вложениях в размере 90,5 млн руб., составили соответственно: 8 проектов, 13,3 млн и 4,8 млн руб. При этом доля направленных на проекты Минобразования бюджетных средств в общем объеме затрат находилась на уровне 86,5%, что всего лишь на 1,9% меньше аналогичного показателя по Академии наук [9]. Такое распределение бюджетного финансирования свидетельствует о недостаточной развитости или отсутствии практики привлечения внебюджетных источников, в том числе средств конечных заказчиков – потребителей высокотехнологичной продукции и инновационных фондов, ассигнования которых могут быть нацелены в том числе на формирование инфраструктуры по коммерциализации результатов НИОК(Т)Р и инновационного предпринимательства.

В части выполнения научно-технических программ (НТП) в 2016–2020 гг. на долю ведомственных организаций Минобразования приходилось 96 заданий, что составляет 6,1% от общего количества. При этом объем финансирования в объеме общих затрат находился на уровне 4,1%. Примечательно, что наибольшая часть созданных

новшеств относилась к в группе «Прочие» и представляла собой методики и рекомендации. В 2016–2020 гг. министерство выступило заказчиком 50 НИОК(Т)Р (5,6% от общего количества заданий ГНТП), получив бюджетные ассигнования в размере 18,825 млн руб., из них 10,6 млн – из бюджетных источников. Всего на реализацию заданий Минобразованием было выделено 3,8% от общего объема финансирования. По заданиям ГНТП получены 1322 новшества, из них 57, или 4,3% от общего количества, – белорусскими вузами.

Статистика по выполнению НИОК(Т)Р за счет собственных средств университетов в рамках выполнения хозяйственных договоров и освоения полученных результатов у заказчиков, а также по внешнеэкономическим контрактам с нерезидентами Республики Беларусь с передачей результатов конечному потребителю не представлена в открытой печати. Согласно данным Национального статистического комитета [10], в 2023 г. внутренние затраты на научные исследования и разработки в организациях, находящихся в ведомственном подчинении Министерства образования, составляли 63,078 млн руб., или 5,05% от общего объема затрат по всем видам экономической деятельности, объем собственных средств в общей структуре затрат по сектору «Образование» находился на уровне 2,02% (1,272 млн руб.), иностранных инвесторов – 3,20%, или 2,020 млн руб., других организаций – 15,88%,

или 10,014 млн руб., что свидетельствует о недостаточной инновационной восприимчивости предприятий промышленности – потенциальных заказчиков разрабатываемой университетами высокотехнологической продукции.

Согласно данным, приведенным в [11], в 2020 г. количество полученных охранных документов на объекты права промышленной собственности и зарегистрированных лицензионных договоров подведомственными Минобразования организациями составляло соответственно 4599 и 68. Всего по лицензионным договорам получено платежей в размере 2,24 млн долл.

Рынок субъектов инновационной инфраструктуры

Ключевую позицию в отечественной системе инновационного предпринимательства занимают технопарки, деятельность которых содействует реализации проектов и коммерциализации наукоемких разработок, инкубированию научных идей и коммерческих НИОК(Т)Р посредством оказания технической и консультационной помощи при выпуске высокотехнологичных товаров и услуг, составления бизнес-планов и поиска финансирования, аренды офисных помещений и технологического оборудования.

Инструмент поддержки коммерциализации результатов НИОК(Т)Р	Мероприятия, реализуемые в рамках инструмента поддержки
Финансовое обеспечение	Гранты, кредитование, государственно-частное партнерство, венчурный капитал, эндаумент-фонды, госзаказ на НИОК(Т)Р, долевое участие государства и частного бизнеса в научных исследованиях, финансирование расходов по поддержанию патентов, ускоренная амортизация, право относить на себестоимость продукции все расходы на НИОК(Т)Р, право вкладывать бюджетные деньги в создание инновационных компаний, система тендеров
Налогообложение	Налоговые льготы, экспортно-импортные квоты, льготное налогообложение доходов, получаемых от трансфера, освобождение от налоговых отчислений, поступления от роялти
Инфраструктура	Создание спин-офф компаний, развитие системы отраслевых фондов и кластеров, технопарков и технозон
Политика в области интеллектуальной собственности	Закрепление права собственности на результаты исследований, долевое участие в распределении лицензионных вознаграждений, защита инноваций через систему патентов, промышленных образцов и торговых знаков
Трансфер инноваций	Наделение университетов правом выполнять предпринимательские функции, вести бизнес через свои холдинговые компании, сеть патентных компаний и агентств по оценке и коммерциализации инноваций, посредничество, усиление профилизации трансфера технологий, виртуальные научные институты компаний и вузов, государственная поддержка обмена персоналом, создание стратегических партнерств через WIPONET, привлечение иностранных партнеров к обязательному участию в исследовательских проектах
Стимулирование научных кадров	Право владения акциями в спин-оффах при условии сохранения статуса ученого государственного университета, право исследователя вкладывать бюджетные деньги в создание инновационных компаний

Таблица 2. Инструментарий поддержки коммерциализации результатов НИОК(Т)Р вузов, выделенный в результате исследования зарубежного опыта

Примечание: собственная разработка автора

Работа технопарков регулируется положениями Указа Президента Республики Беларусь от 03.01.2007 г. №1 «Об утверждении Положения о порядке создания субъектов инновационной инфраструктуры», Закона Республики Беларусь от 10.06.2012 г. №425-3 «О государственной инновационной политике и инновационной деятельности в Республике Беларусь», Указа Президента Республики Беларусь от 12.04.2018 г. №105 «Об изменении указов Президента Республики Беларусь», нормами которого предусмотрено создание механизма налоговых льгот для технопарков и их резидентов, средства от которых могут быть направлены на развитие субъектов инновационной инфраструктуры; предоставление им возможности проведения гибкой арендной политики; освобождение от налога на добавленную стоимость и ввозных таможенных пошлин на технологическое оборудование, комплектующих для реализации инновационных проектов в рамках Государственной программы инновационного развития и пр.

По состоянию на 01.07.2023 г., согласно отчету Государственного комитета по науке и технологиям о деятельности технопарков, в республике действует 16 технопарков, 7 из которых – на базе вузов во всех регионах страны. Объем отгруженной (выполненной) резидентами вузовских технопарков продукции (работ, услуг) составил 48,154 млн руб., или 10,7% от всей отгруженной технопарками продукции. А отгруженной на экспорт продукции в общем объеме – 6,16%, или 8,705 млн руб.

Направления развития инструментария поддержки коммерциализации результатов НИОК(Т)Р вузов

В Республике Беларусь с 2018 г. реализуется экспериментальный проект «Совершенствование деятельности учреждений высшего образования на основе модели «Университет 3.0», предполагающий формирование принципиально нового подхода к подготовке предпринимателей-инноваторов, а также комплексное развитие инфраструктуры в целях создания инновационной продукции и коммерциализации результатов НИОК(Т)Р.

Успешность процесса перехода к университету нового поколения напрямую зависит от ряда факторов внешней среды – экономических, правовых,

организационных и иных условий и механизмов государственной политики, направленных на обеспечение конкурентоспособности разрабатываемых инноваций и преобразование технологических активов в рыночные предложения.

Согласно [3] объем затрат на научные исследования и разработки по отношению к ВВП в 2023 г. составил 0,5%, что превышает показатель 2022 г. на 0,02%. Существующая наукоемкость значительно ниже порога экономической безопасности государства, который определен на уровне 1% [12].

В 2023 г. внутренние затраты на научные исследования и разработки составили 1249,999 млн рублей, что на 35,9% выше уровня 2022 г. Для сравнения: процент роста финансирования аналогичных затрат в 2022 г. по отношению к 2021 г. составил 13,1%. Основными источниками при этом выступали собственные ресурсы организаций (37,4%) и бюджетные средства (42,0%), при этом объем инвестиций из прочих источников (средства внебюджетных фондов, иностранных инвесторов, других организаций и пр.) составил 20,6% от общего объема затрат. В соответствии с Законом Республики Беларусь от 27.12.2023 г. №328-3 «О республиканском бюджете на 2024 г.», расходы на научную, научно-техническую и инновационную деятельность запланированы в объеме 633,1 млн руб.

В 2023 г. бюджетные средства оставались основным источником финансирования научных исследований и разработок в организациях, находящихся в ведомственном подчинении Министерства образования Республики Беларусь. В 2023 г. объем вложений составил 47,612 млн руб., или 75,5% от общих затрат по сектору высшего образования; собственные средства учреждений – 2,0% (1,272 млн руб.), что 340% ниже аналогичного показателя 2022 г. [10].

Исследования показали: успешность введения инноваций в хозяйственный оборот обусловлена наличием государственного инструментария поддержки данного процесса, который можно активно использовать и внедрять и на базе вузов (табл. 2).

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15.12.2021 г. №722 определен комплекс мероприятий по развитию национальной инновационной системы на 2021–2025 гг., включающий в том числе совершенствование практики коммерциализации отечественных разработок не только посредством формирования комплексных преференциальных режимов, налоговых льгот и механизмов финансирования, но и принятия ряда важных законодательных актов и инфраструктурных изменений, а именно:

- формирование нормативной правовой базы в области кластерного развития и создания субъектов малого инновационного предпринимательства (спин-офф компаний) на базе собственных разработок университетами;
- расширение практики венчурного финансирования, в том числе и иностранными субъектами, бизнес-проектов инновационных стартапов;
- развитие технопарков и свободных экономических зон, отраслевых лабораторий и центров коллективного пользования оборудованием;
- совершенствование инфраструктуры поддержки технологического трансфера.

Анализ международного и белорусского инструментария государственного стимулирования коммерциализации результатов научной, научно-технической и инновационной деятельности университетов позволяет сделать вывод о целесообразности приоритетных мер поддержки до 2025 г. и рекомендовать:

- внедрение законодательных нормативных актов для государственно-частного партнерства в сфере инноваций, в том числе в отношении создания спин-офф и спин-аут компаний, внутренних посевных фондов финансирования и эндаумент-фондов, программ конкурсного субсидирования отдельных коммерческих проектов;
- развитие системы венчурного финансирования, в том числе с учетом страхования кредитных рисков;
- разработку механизма научного краудфандинга как одного из способов поддержки научных исследований и разработок через специализированную интернет-платформу;
- совершенствование инновационной инфраструктуры и содействие в образовании и развитии технопарков на базе вузов Республики Беларусь.

Рекомендуемые меры составят основу для достижения целевых показателей при выполнении проекта по совершенствованию деятельности учреждений высшего образования на основе модели «Университет 3.0», реализация которого подразумевает поиск альтернативных источников финансирования для выполнения НИОК(Т)Р с последующей их коммерциализацией, а также развитие инфраструктуры поддержки. ■

Статья поступила в редакцию
19.09.2023 г.

■ **Summary.** The mechanisms of how governments can stimulate the commercialization of the results of scientific research of universities are considered based on the cases of international and domestic practice. The experience of a number of European countries, the USA, China and Russia related to the financial and legal support for the implementation function of universities is analyzed. The key points of supporting and stimulating the commercialization process of innovations by Belarusian universities are presented. A set of priority support measures and recommendations for transforming universities' technological assets into market offerings is proposed. It is shown that in the context of the formation of a knowledge economy, scientific and technical potential serves the basis of the state's innovative progress and the driver of accelerated development through the implementation of competitive science-intensive technologies in high-tech industries. Universities, acting as a full-fledged subject of market relations, ensure the creation and development of products with high added value, as well as carry out their subsequent commercialization.

■ **Keywords:** results of scientific research, innovation, innovation commercialization, mechanisms of innovation commercialization, supporting innovation, implementation of results of scientific research.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-16-24>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О.В. Лосева. Коммерциализация инновационных результатов научных исследований: российский и зарубежный опыт // Вопросы региональной экономики. 2019. № 2(39). С. 47–57.
2. Main science and technology indicators // https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/main-science-and-technology-indicators/volume-2022/issue-2_1cdcb031-en#page54.
3. Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty // <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf>.
4. В.А. Малахов. Анализ деятельности эндаументов университетов и научных организаций в России и в мире / В.А. Малахов, И.В. Вершинин, Ю.Ю. Нетребин. — М., 2020.
5. Опыт Китая по коммерциализации инноваций и созданию условий для их разработки // https://www.vpk.gov.by/news/comm_news/opyt-kitaya.html.
6. И.С. Фишман. Коммерциализация инноваций в практике зарубежных университетов // <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2020-6-3-159-168>.
7. Исполнение федерального бюджета и бюджетов бюджетной системы Российской Федерации за 2022 г. / Министерство финансов Российской Федерации // https://minfin.gov.ru/ru/document?id_4=303683-informatsionnoe_illyustrirovannoe_izdanie_ispolnenie_federalnogo_byudzheta_i_byudzhetov_byudzhetoj_sistemy_rossijskoj_federatsii_za_2022_god.
8. Нечепуренко Ю.В. Коммерциализация результатов научно-технической деятельности в Республике Беларусь / Ю.В. Нечепуренко. — Минск, 2019.
9. Итоги Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 гг. — Минск, 2021.
10. О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2023 г. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realnyj-sector-ekonomiki/nauka-i-innovatsii/statisticheskie-izdaniya/index_96580.
11. Нечепуренко Ю. Система управления интеллектуальной собственностью в Министерстве образования Республики Беларусь // Наука и инновации. 2021. №4. С. 48–53. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-4-48-53>.
12. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. // <https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>.

ИННОВАЦИОННОЕ ОСНОВАНИЕ

РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ УНИВЕРСИТЕТА 3.0



Валерий Старжинский,
профессор кафедры
философских
учений БНТУ, доктор
философских наук,
профессор

В современном обществе образование становится основным средством воспроизводства интеллектуального ресурса. Одной из актуальнейших проблем в связи с этим является развитие практико-ориентированных систем, предполагающих реструктуризацию классического университета в направлении коммерциализации для обеспечения инновационной и экономической безопасности Беларуси. Это утверждение справедливо для существующей структуры образования, в которой реализуются глобальные преобразования с целью организации более эффективного обучения, сочетающего науку, производство и бизнес в форме инновационного университета, или «Университета 3.0».



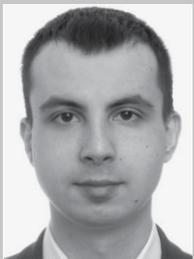
Наталья Серебрякова,
заведующий кафедрой
моделирования и
проектирования БГАТУ,
кандидат педагогических наук,
доцент

Модернизация университета и ее основной смысл

Как социокультурная система образование детерминруется прежде всего развитием науки, которая, в свою очередь, определяется прогрессивностью производства (технологий) [1]. В соответствии с уровнем материального производства сформировались 3 типа научной рациональности – классический, неклассический, постнеклассический.

Университет, выступая одним из ключевых учреждений образования, влияет сам и оказывается под трансформационным воздействием базовых сфер общества – экономической, политической, технологической, социально-культурной и др. Модернизация и становление информационного пространства, которые сопровождаются

переходом науки от классической рациональности к постнеклассической, приводит к трансформации «Университета 2.0», главные функции которого – обучение профессиональной и научно-исследовательской деятельности. Другими словами, необходимость проектирования и внедрения новой, инновационной функции вызвано экзогенными факторами влияния внешней среды (прежде всего – научно-технологическим) на содержание и функции образовательной деятельности университета. Наряду с приобретением классических профессиональных знаний, умений и навыков безусловным компонентом должно стать освоение студентами принципов инновационной работы, направленной на внедрение результатов научных исследований и разработок в практику, коммерциализацию интеллектуального ресурса [1, 2].



Дмитрий Кравченко,
младший научный
сотрудник
Института философии
НАН Беларуси

Однако на пути модернизации инженерно-технологического образования имеется ряд барьеров, присущих всем субъектам данного сегмента и требующих разных усилий для обретения нового качества. Наиболее сложны преобразования системные, ведущие к необходимости смены парадигмы, которая была обозначена нами как гуманизация инженерного образования. Ее смысл заключается отнюдь не в показном либерализме и демократии в обучении, снижении требований к студентам и уровню их знаний и навыков. Новая культуротворческая, или человекоцентричная, парадигма призвана обеспечить новое качество обучающей среды для обретения студентом статуса субъекта образовательной деятельности. Иными словами, дисциплина преобразуется в самодисциплину, организация – в самоорганизацию, развитие – в саморазвитие, образование – в самообразование.

Однако здесь возникает проблема управления образовательным процессом, если он должен в конечном итоге перейти на уровень самоуправления, который включает в себя самообразование. Решение данного вопроса требует проектирования новых структур в дополнение к существующим, что составляет смысл реструктуризации университета. В общем плане она представляет собой гуманистическую трансформацию на основе конструктивной методологии саморазвития субъектов в дидактически-образовательной экосистеме, а также создания новых структурных элементов, направленных на поддержку реализации инновационно-коммерческой деятельности.

Инновационная деятельность и инфраструктура

В узком смысле это процесс разработки новации и ее коммерциализация, то есть внедрение в экономическую сферу общества, превращение ее в инновацию. В данном случае смысл новации схож с понятием изобретения – это также новое решение проблемы в сфере науки и техники с его последующим внедрением. Однако следует отметить, что коммерциализация не сводится только к получению экономической выгоды – прибыли – в виде денежного эквивалента (материальных ценностей). Не менее важную роль играет нематериальная составляющая, включа-

ющая общекультурные и духовные ценности. Поэтому понятие «новация» нельзя сводить только к изобретению и его продаже, оно имеет более широкую культуротворческую природу, выступая, таким образом, в качестве социокультурного явления. Раскрывается это в дихотомии по отношению к традиции, для которой новация выступает бинарной оппозицией. Таким образом, процесс взаимодействия новации и традиции – основа развития культуры инновационного общества, а понятие первой расширится с узкой инженерно-научной сферы до креативных процессов создания новых артефактов культуры в целом. Поэтому культурологический статус инновации, а также усилия, направленные на ее разработку и внедрение

Треки развития	Стадии	Ключевые продукты
Интеллектуально-образовательный	Pre-startup (творчество – изобретение – инновация; инновационный цикл) Определение проблемы и зарождение идеи Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) Научные исследования и разработки	Новация
Хозяйственно-правовой	Создание интеллектуальной собственности Патентование; формула изобретения	Патент
Инженерный	Проектирование и конструирование Лабораторное и промышленное прототипирование	Прототип
Промышленный	Поиск изготовителя (fabless-модель бизнес-производства) Испытания и сертификация	Опытная партия
Экономический	Экономическая и управленческая модель бизнеса Бизнес-идея, основные бизнес-процессы Бизнес-планирование	Бизнес-процесс, бизнес-план
Финансово-инвестиционный	Инвестиционное финансирование Инвестор; венчурное финансирование Краудфандинг	Инвестиция
Промышленный выпуск	–	Промышленное изделие
Масштабирование бизнеса	–	Коммерциализация, новые сегменты рынка

Таблица. Треки развития инновации (стартапа)

становятся новыми основаниями, призванными обеспечить трансформацию университета в соответствии с новым, инновационным этапом развития общества.

Инновационная деятельность, как и любая другая, требует соответствующей поддержки. Существующая в университете система, содействующая его классическому функционированию, позволяет лишь в определенной степени организовать процесс получения необходимых знаний и не способна обеспечить внедрение инноваций согласно вызовам современного общества. Проблема модернизации традиционного университета сопряжена с наиболее сложным аспектом, связанным с включением студентов и преподавателей в рыночную среду. Еще один непростой момент преобразований сопряжен с качественным отличием вопросов научно-объяснительного свойства (когнитивных) от имеющих практико-ориентированный характер, содержащих потенциал коммерциализации.

Вследствие этих особенностей необходимо определить способы реструктуризации системной организации университета, а также конкретные организационно-содержательные формы, позволяющие интегрировать передовые подходы в учебно-образовательный процесс. По нашему мнению, это можно сделать с помощью стартап-технологий (в частности, прототипирования) и соответствующей педагогической среды, выстроенной по принципу экосистемы. При этом кластерная форма бизнес-деятельности выступает необходимым условием внедрения инноваций.

В процессе функционирования отрасли стартап-разработка сформировалась и устоялась идеальная референтная модель,

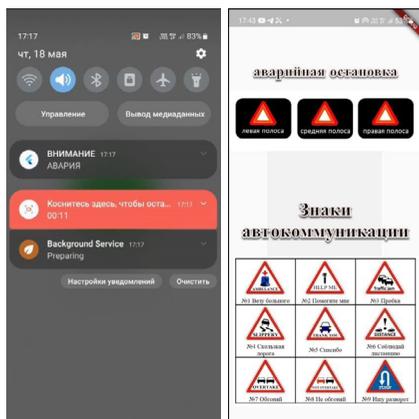


Рис. 1. Сообщение об аварии на экране мобильного телефона; знаки автокоммуникации

имеющая определенные стадии: посева (проблема, идея, прототип, патентование, инвестиции), запуска (реализация инновационного продукта), роста (безубыточность), расширения (достижение мирового уровня) и выхода (акционирование). Мы адаптировали их к условиям отечественного рынка [2]. Треки развития инновации представлены в таблице.

В инженерной экосистеме следует также разработать мотивационную структуру в качестве социальной и личностно-психологической поддержки будущего инженера – основного субъекта инновационного развития.

Формы и способы интеграции стартап-технологии в университетскую структуру

Проектируемая внешняя среда для студента создается в виде инновационной инфраструктуры, содержанием которой могут служить треки развития инновации (стартапа), а формой организации – кластер.

Вследствие этих особенностей трансформации университета необходимо определить способы его реструктуризации, а также организационно-содержательные формы, позволяющие внедрять прогрессивные подходы в учебный процесс. Авторами подготовлены теоретическое и практическое обоснование стартап-технологий и кластерной формы интеграции науки, образования и бизнеса [3]. В соответствии с ним в техническом вузе проектируется инженерная, научно-образовательная, предпринимательская модель, в которой слушатель поставлен в условия субъекта образования посредством реализации отмеченных сфер. В результате обучающее пространство представлено в виде инженерной экосистемы, в которой инновационная инфраструктура играет роль научно-организационно-технологического основания, представляющего собой совокупность элементов, обеспечивающих возникновение и развитие ноу-хау, которые можно рассматривать в качестве образовательных ресурсов.

Заслуживает внимания проектирование внешней среды поддержки инновации в форме кластера, которая, строго говоря, является лишь относительно внешней, поскольку представляет симбиоз университета, а также предприятий различных форм собственности, решающих актуальные проблемы и имеющих коммерческую составляющую. Создание такой целостной экосистемы за счет объединения всех ее элементов в форме кластера достигается посредством реализации общей цели – решения актуальных проблем практики, а также научно-образовательной и коммерчески успешной деятельности будущего инженера.

В качестве примера можно привести стартап «Автодомино», реализованный командой единомышленников из БНТУ и Института философии НАН – мобильное приложение для экстренного оповещения водителей, находящихся в зоне риска, об угрозе массовых автоаварий каскадного типа, развивающихся по принципу «засасывающей воронки» (рис. 1). Экспериментально апробирован прототип системы, успешно прошли лабораторные и полевые испытания.

Патентный поиск показал, что действующих аналогов разработки не существует. Проектные решения «Автодомино» защищены патентами на полезную модель и изобретение и вышли в финал Республиканского конкурса инновационных проектов, организованного Государственным комитетом по науке и технологиям в 2022 и 2023 гг. Стартап удостоен диплома финалиста данного конкурса в 2023 г. в номинации «Лучший инновационный проект», получив возможность последующей регистрации в качестве резидента Белорусско-Китайского Индустриального парка «Великий камень».

Следует отметить, что за последние 10 лет в Беларуси про-

изошло более 40 тыс. дорожно-транспортных происшествий, четверть из которых являлись массовыми автоавариями (рис. 2). Обустроить и апробировать систему идентификации, управления и информирования участников дорожного движения с обеспечением автоматического контроля с целью сокращения числа ДТП и травмируемых в них людей планируется на Минской кольцевой автомобильной дороге [5]. Уже ведется работа по подписанию договора о сотрудничестве с отделом технических средств и систем ГАИ ГУВД Мингорисполкома в рамках утвержденной программы испытаний программно-аппаратного комплекса. Всего же в Беларуси 4,5 млн авто владельцев – потенциальных подписчиков приложения. Кроме того, «Автодомино» может использоваться как в русскоязычном сегменте рынка, так и на других.

В эпоху высоких технологий и инновационной деятельности стартап как способ ее реализации выступает методологическим основанием проектирования передовой инфраструктуры «Университета 3.0», главная особенность которого – передовая рыночная практика. Совершенствование индустриального общества и становление

информационного сопровождается сменой соответствующих категорий научной рациональности. Инновация как социокультурное явление – мощный драйвер развития всех сфер социума и основа научно-экономического и интеллектуального потенциала инженерных вузов. Проектирование и внедрение новой – инновационной – функции в университете возможно за счет системного дополнения классических структур и опций новыми, обеспечивающими поддержку его работы. Основой его инновационной платформы выступает стартап-деятельность, а формой организации является кластер, интегрирующий образование, науку и бизнес. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бабосов Е.М., Старжинский В.П. Философско-методологические основания науки: от классики к высоким технологиям / Е.М. Бабосов, В.П. Старжинский. – Минск, 2023.
2. Старжинский В.П. Треки развития инновации как основа моделирования инженерно-образовательной экосистемы / В.П. Старжинский, Д.В. Кравченко // Информационные технологии в политических, социально-экономических и технических системах: материалы науч.-практ. конф., 22 апреля 2022 г. / Белорусский национальный технический университет, факультет технологий управления и гуманитаризации; редкол.: Г.М. Бровка (пред. редкол.) [и др.]; сост. А.В. Садовская. – Минск, 2022. С. 54–57.
3. В.П. Старжинский. Конструктивная методология и проектирование социально-культурных онтологий / В.П. Старжинский, Д.В. Кравченко // Философия в XXI в.: социально-философские проблемы современной науки и техники: материалы Первой междунар. науч.-практ. конф., Москва, 12 мая 2023 г. / Национальный исследовательский университет «МИЭТ». – М., 2023.
4. Старжинский В.П. Конструктивная методология в проектировании кластера «Университет 3.0» / В.П. Старжинский, Н.С. Старжинская // Материалы второго Конгресса Русского общества истории и философии науки «Наука как общественное благо», 25–27 сентября 2020 г. – СПб., 2020.
5. На МКАД планируют запустить новую технологию для снижения аварийности // <https://minknews.by/na-mkad-planiruyut-zapustit-novuyu-tehnologiyu-dlya-snizheniya-avarijnosti/>.



Рис. 2. Массовая авария

Чемпионы инновационной экономики



Основа успеха любого стартапа – сочетание креативной идеи, родившейся в нужное время, с умением вести бизнес и налаживать связи с важными глобальными игроками и инвесторами. Совокупность этих факторов позволяет молодым компаниям стать успешными, а их разработчикам – известными и знаменитыми.

По данным аналитической платформы CB Insights, на современном этапе развития стартап-движения международные фонды отдают предпочтение проектам со стойкими финансовыми моделями и понятным сроком выхода в точку безубыточности. В них готовы вкладывать и локальные, и зарубежные инвесторы. Представляем самых перспективных новичков рынка, находящихся на пороге существенного роста, в том числе и капитализации.

Truv – американский стартап, который занимается верификацией данных и позволяет проверять доход или историю трудоустройства человека при приеме на работу, выдаче кредита или ипотеки. Основные источники информации для *Truv* – зарплатные системы и банковские транзакции. Стартап нацелен на людей, которые не могут получить заем в банке из-за отсутствия кредитной истории.

С момента запуска, с 2020 г., *Truv* привлек суммарно 28,5 млн долл. инвестиций.

Apron – фирма, основанная в 2021 г., зарегистрирована в Великобритании и разрабатывает софт, который автоматизирует бухгалтерию для малого и среднего бизнеса – оплату счетов и зарплаты. В числе его главных преимуществ – хорошо продуманный пользовательский опыт и бесшовная интеграция с текущими рабочими процессами. Сервис начал зарабатывать на подписке стоимостью до 49 фунтов стерлингов в месяц, и через полгода после начала работы его обороты достигли миллионов фунтов.

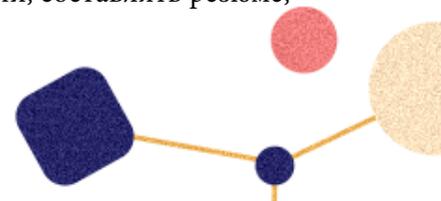
Компания привлекла инвестиции от нескольких топовых венчурных фондов на сумму 20,1 млн долл. и с большой вероятностью сможет стать «единорогом» в ближайшие несколько лет.

Polyn Technology, созданный в 2019 г., разрабатывает нейроморфные чипы. Они действуют по принципу человеческого мозга и, в отличие от обычных процессоров, могут хранить и обрабатывать данные в одном месте, за счет чего снижаются энергозатраты и повышается производительность

устройств. В 2021 г. стартап привлек 2 млн долл., а в следующем году представил свой тестовый чип и получил еще 9 млн.

Стартап работает на динамично растущем рынке микроэлектроники, и велика вероятность того, что такие крупные вендоры, как Nvidia и Intel с капитализацией свыше 100 млрд долл., могут поглотить его, чтобы интегрировать решения *Polyn Technology* для проектирования собственных чипов.

Идея платформы *Careerist* – возможность оплаты обучения после нахождения работы путем отчисления сервису процента от зарплаты в течение 18 месяцев. За 2020 г. выручка стартапа составила около 2 млн долл., а в 2022-м достигла 10 млн. Весной 2023 г. он получил первые крупные инвестиции в размере 8 млн долл. и запустил свой кредитный продукт, заменивший модель отсроченного платежа. Недавно основатели представили систему трудоустройства, которая дает возможность автоматически отвечать на вакансии, составлять резюме,



ускоряя процесс его подачи на позицию, что позволяет привлечь к ресурсу все больше пользователей.

Российская компания *Qimtu* развивается на локальном рынке, делает партнерские проекты на международных и имеет все шансы вырасти в большую технологическую корпорацию. Она производит «умные» печи, которые дают возможность кафе обходиться без поваров и кухни. Они сканируют QR-коды на упаковке замороженных блюд и решают, при каком режиме их нужно доводить до готовности. *Qimtu* начинал с собственных кафе и доставки, затем переключился на работу с заправками и отелями, которые с его помощью смогли снизить расходы на персонал и продукты. За 9 месяцев 2023 г. стартап, по собственным данным, выручил 232 млн российских рублей. Росту способствовало открытие большой фабрики в Краснодаре и запуск нового канала продаж – корпоративного питания для вахтовиков, строителей и сотрудников логистических центров. Сейчас *Qimtu* работает более чем в 650 локациях.

Whizz – сервис аренды электровелосипедов в США для курьеров по подписке, в которую входит обслуживание и ремонт прокатных транспортных средств. Его услугами постоянно пользуются 1,5 тыс. сотрудников, которые обслуживают сервисы *UberEats*, *DoorDash* и *Grubhub* в Нью-Йорке. Работа в сегменте рынка проката, хорошие бизнес-показатели и рост выручки втрое за 2023 г. потенциально дает компании шанс перейти в высшую лигу.

Стартап «*Бери заряд!*» – классический пример организации в РФ, реализовавшей преимущество первого хода. Размещая в ресторанах, торговых центрах и других общественных местах авто-

маты с переносными аккумуляторами, которые можно арендовать за 100 рублей в час или 200 рублей в сутки, стартап успешно развивается, открыв к сентябрю 2023 г. более 18,5 тыс. станций в России и странах СНГ и начав продавать свое SaaS-решение для похожих компаний. К тому же фирма предлагает «ленивую франшизу», в рамках которой франчайзи инвестируют в покупку нового оборудования, а компания берет на себя управление.

Это уже достаточно большой бизнес, устойчивый, способный пройти кризисный этап без значимых потерь. У него есть перспективы укрепить позиции и в итоге быть купленным большим стратегическим игроком или стать публичной компанией.

Проект *HRlink*, имеющий русские корни, позволяет компаниям удаленно подписывать документы с сотрудниками и самозанятыми. Его развитию способствовала пандемия и принятый в ноябре 2021 г. закон о кадровом электронном документообороте (КЭДО), который разрешил предприятиям вести работу с кадрами онлайн. Сейчас платформу используют около 1000 компаний, в том числе МТС Банк, «ВкусВилл», *Aviasales* и «Самокат». Ее выручка за 2022 г. составила около 360 млн российских рублей.

HRlink уже стал лидером своего сегмента за счет высокого качества продукта и компетентной команды и имеет потенциал масштабирования. С 2025 г. КЭДО может стать обязательным – спрос на него неуклонно растет. При этом основные конкуренты стартапа, предлагающие подобные услуги, не занимаются внедрением специальных решений для работы с персоналом.

Parkly – мобильное приложение для поиска, бронирования и

оплаты парковок в торговых и бизнес-центрах, аэропортах, на вокзалах и пр., основанное в 2020 г. с привлеченными 0,7 млн долл. инвестиций. В 2023 г. команда разработала B2B-решение – софт для автоматизации платной парковки – и зафиксировала бум спроса на него. Прежде *Parkly* зарабатывал только на комиссии 10–20% за оплату парковки, теперь продажа программного обеспечения по темпам роста опережает это направление. Всего к *Parkly* подключено 100 субъектов в России, 50 из них присоединились к сервису в 2023 г. Эксперты утверждают, что к 2030 г. объем индустрии управления парковками во всем мире превысит 10 млрд долл., и *Parkly* обладает всеми шансамикратно увеличить выручку и капитализацию в будущем.

AppMagic – сервис аналитики, позволяющий отслеживать доли игроков мобильного рынка, метрики и доходы приложений и пр. На рынке существуют крупные американские игроки, работающие в данном направлении, такие как *Data.ai* и *Sensor Tower*, которые предоставляли данные о количестве скачиваний или выручке. Но за счет добавления новых возможностей и более продвинутого функционала, например по оценке инвестиционной привлекательности мобильного рынка, *AppMagic* смог стать одним из лидеров ниши.

У компании есть качественный продукт с большой базой лояльных клиентов. Он приносит прибыль и демонстрирует хороший рост. Рынок аналитики мобильных приложений еще не насыщен, и у проекта есть технологические преимущества перед существующими конкурентами.

Стоит упомянуть и наиболее успешные белорусские стартапы,

привлекшие миллионные инвестиции и приобретшие мировую известность.

Loóna – нестандартный продукт для сна от создателей команды MSQRD, с помощью которого можно избавиться от стресса и напряжения, накопившихся в течение всего дня, и, оказавшись в постели, настроиться на здоровый сон. Объединяя в себе визуальный ряд, музыкальное сопровождение, взаимодействие с юзером, проект представляет собой красивую сказку-раскраску в 3D-формате и переносит пользователя в волшебную вселенную игр и грез. Следует отметить, что в конце 2020 г. *Loóna* был назван Google Play «Лучшим приложением года», а в июне 2021-го получил премию Design Awards 2021 от компании Apple.

PandaDoc – универсальное программное обеспечение, разработанное в 2011 г. и являющееся одним из лучших инструментов-услуг по ведению документации и по сей день. Продукт позволяет автоматизировать документооборот, согласовывать и подписывать предложения, контракты и соглашения. Данный софт стал официальным дополнением к Google Docs и Google Sheets.

Flo – одно из наиболее популярных приложений для поддержания женского здоровья и самочувствия, занимающее лидирующие позиции по количеству загрузок среди профильных сервисов: его скачали более 200 млн пользователей по всему миру, а количество платных подписчиков превысило 5 млн человек. Общая сумма инвестиций составила 50 млн долл., оценка компании достигла 800 млн.

OneSoil – онлайн-платформа для земледелия, с помощью которой аграрии могут мониторить

состояние посевных площадей, увеличивать урожайность и экономить ресурсы. В основе продуктов лежат спутниковые снимки Landsat и Sentinel, находящиеся в свободном доступе, данные собственных летательных аппаратов и различных датчиков, установленных на тракторах и комбайнах, алгоритмы машинного обучения и Big Data-анализ. На данный момент в приложении зарегистрировано 5% всех пахотных земель в мире, им пользуются более 200 тыс. фермеров и специалистов в области сельского хозяйства из 180 стран. В 2021 г. *OneSoil* привлек 5 млн долл.

FriendlyData – компания, создающая программы по упрощенной обработке больших данных через естественно-языковые интерфейсы. Благодаря разработке у нетехнических специалистов появилась возможность собирать, запрашивать, отправлять и получать необходимую для принятия решений информацию на естественном языке, и таким образом повышать эффективность своей работы.

Стартап *Vochi* занимается монетизацией приложений, проектов и продуктов на основе искусственного интеллекта, машинного обучения, компьютерного зрения и инновационных технологий для обработки видео путем добавления эффектов к отдельным объектам на мобильном телефоне без потери качества. Приложением пользуются более 500 тыс. человек в месяц, а годовой доход достиг более 4 млн долл.

Fibery – стартап, основанный в 2020 г., развивает по code-системы, которые помогают компаниям придумывать решения для управления своими процессами: различные виртуальные доски, таблицы, календари, графики,

списки, командные кнопки и др. Сервис отлично подходит менеджерам по продуктам и аналитикам, компаниям, работающим с большими базами данных.

EduDo – мобильная платформа с короткими интерактивными образовательными видео для молодежи на самую разную тематику – спорт, мода, искусство. Визуально приложение напоминает ленту в TikTok или Instagram, которая генерируется в зависимости от предпочтений пользователя. В нем каждый участник может оставлять реакции и комментарии, а также создавать контент самостоятельно. В 2021 г. вышла обновленная концепция *EduDo 2.0* для асинхронных дискуссий в видеоформате.

Rocket Data – ресурс, актуализирующий данные о компаниях и их бизнесе на самых востребованных сервисах, работающих в режиме онлайн: отзывы, карты, справочники, социальные сети. Личный кабинет предоставляет удобный интерфейс для управления информацией о субъекте хозяйствования и его репутации. Весной 2021 г. картографический сервис «2ГИС», входящий в экосистему Сбера, приобрел 47% в капитале компании и впоследствии планирует увеличить свою долю до 88%.

Таким образом, успешные стартапы, обладающие уникальными идеями и решениями, выходят далеко за рамки обычных бизнес-моделей, открывая новые возможности для человечества. Количество инновационных разработок и передовых технологий неуклонно увеличивается, изменяя концепцию того, что мы можем ожидать от будущего, и сулит огромные перспективы техническому прогрессу. ■

Ирина АТРОШКО



Ольга Овечкина,
доцент кафедры
логистики и ценовой
политики БГЭУ, кандидат
экономических наук;
ovechkinaolga@rambler.ru

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ БЕЛАРУСИ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

В международной рыночной среде процесс создания и совершенствования логистического управления цепями поставок объективно приводит к усилению интеграции стран и организаций, участвующих в перемещении товаров, являясь важнейшим фактором экономического роста.

УДК. 339.7(339.5)



Аннотация. В статье отражены результаты анализа становления и развития логистической системы в Беларуси. Отмечены позиция страны в мировом рейтинге развития логистики, имеющиеся преимущества и недостатки, создающие возможности и угрозы функционирования цепей поставок в Республике Беларусь. Установлено, что разработанная правовая база управления формирующимся логистическим сектором выступает организационно-хозяйственной основой совершенствования экономической деятельности белорусских товаропроизводителей и инструментом оптимизации потоковых процессов. Особое внимание уделено роли логистики в противостоянии страны экономическим санкциям. Определено, что изменения рыночных условий, производственно-технологических процессов и направлений движения логистических потоков требуют гармонизации системы на базе внутренних резервов и развития логистической сети как механизма активизации внешнеторговых и внешнеэкономических взаимоотношений, повышения качества логистических услуг.

Ключевые слова: логистика, транспортно-логистическая система, логистические центры, коммерческая логистика, интеграционные процессы, транспортный комплекс, цепи поставок, цифровизация экономики.

Для цитирования: Овечкина О. Динамика развития логистической системы Беларуси как фактор экономической устойчивости // 2024. №7. С. 32–36.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-32-36>

Товародвижение как деятельность по планированию, организации и контролю над распределением и передвижением товара от производителя к потребителю для получения прибыли и достижения устойчивой конкурентоспособности через удовлетворение потребностей и повышение качества жизни предполагает учет комплексных целей обоих участников этого процесса. Производителем обеспечивается доставка и сервисное сопровождение продукции (определяется уровень товарных запасов, обработка заказов, место, время и способы транспортировки, предоставленные гарантии и т.д.). Для потребителя важно своевременное получение заказа, а также постпродажное обслуживание. При этом перемещение товарных (а также сопровождающих их информационных, финансовых, сервисных) потоков, а именно: доставка, складирование, хранение и поддержание запасов – предполагает создание и развитие инфраструктуры, обеспечивающей стабильное функционирование механизма логистики. Система цепей поставок и товаропроводящей сети (ТПС), предусматривающая взаимосвязь и взаимодействие всех элементов на всех уровнях, должна быть гибкой и эффективной, то есть представлять собой целостность условий и составляющих ее элементов.

Эволюция логистических систем за рубежом доказывает, что они становятся одним из важнейших стратегических инструментов конкурентной борьбы не только отдельных хозяйствующих субъектов, но и стран в целом.

В силу объективных причин географического, политического, экономического характера в Беларуси имеет место определенное технологическое отставание в области логистики. Согласно средневзвешенной оценке экспертов Всемирного банка, в 2023 г. республика занимала 79-е место (индекс эффективности логистики (LPI) 2,7) среди 139 стран в рейтинге развития логистики, поднявшись на 24 позиции [13]. Учитывая преимущества выгодного географического положения на пересечении международных транспортных коридоров (автомобильных МТК-2 «Восток–Запад», МТК-9 «Север–Юг» и железнодорожных Е-20, Е-24, Е-50) и недостатки, связанные с отсутствием выхода к морю, наиболее приоритетными для нашей экономики являются железнодорожный и автомобильный виды транспорта. Кроме того, из-за введенных санкций и других юридических ограничений, сдерживающих внешнеторговые поставки, отлаженные схемы поставок и разработанные цепочки маршрутов раз-

рушились, что потребовало быстрой кардинальной перестройки организации логистики и переориентации грузопотоков.

Вместе с тем Беларусь выстраивает и развивает значимый для экономики в целом сектор бизнеса – логистический.

Правовой базой регулирования деятельности ТПС и становления логистического процесса в нашей стране явилось Положение о товаропроводящей сети отечественных производителей за рубежом от 21.12.2006 г. №1699, утвержденное Советом Министров, в котором особое внимание уделялось вопросу управляемости товаропроводящих сетей [6]. В этой связи Министерство торговли выступило с предложением формирования трехступенчатой системы организации и координации ТПС за рубежом, а именно:

- **первый уровень** – субъекты ТПС, создаваемые и действующие под контролем правительства (к ним относились торгово-логистические центры в странах зарубежья);
- **второй уровень** – структуры, образованные и работающие под эгидой глав республиканских органов госуправления и учреждений, подчиненных правительству (представительства, торговые дома, сборочные производства и др.);
- **третий уровень** – организации, находящиеся под патронажем руководителей предприятий (сервисные, сетевые торговые центры, дилерские структуры).

В дополнение к названному положению были разработаны и установлены задания по удельному весу прямых поставок товаров в общем объеме экспорта, которые были утверждены постановлениями правительства №840 от 27.06.2007 г. и №325 от 04.03.2008 г. Нормы документа были направлены на увеличение доли прямых поставок и приравненных к ним в общем объеме экспорта отечественных предприятий. Предполагалось, что такие действия приведут к снижению числа необоснованных посредников, что должно было стать дополнительным фактором роста эффективности белорусского экспорта [7]. В результате в 2009 г. нашу страну за рубежом представляли 255 субъектов товаропроводящей сети с белорусскими инвестициями в 32 государствах мира. Из них в Российской Федерации – 68,6%, в СНГ – 14,5%, в странах дальнего зарубежья – 16,9%.

В дальнейшем в ходе реализации Программы развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 г. на территории страны было создано 20 логистических центров с общей складской площадью 400 тыс. м² и численностью



Рис. 1. Структура логистических услуг обработки белорусских грузов. Источник: [8]

новых рабочих мест 4,6 тыс. [9]. Республиканской программой развития логистической системы и транзитного потенциала на 2016–2020 гг. были установлены основные цели логистической деятельности – совершенствование ее условий и повышение эффективности использования инфраструктуры, необходимой для оказания логистических услуг и активизации транзитного потенциала страны [10].

В 2017 г. Советом Министров была утверждена Концепция развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2030 г., в которой в качестве приоритетной задачи поставлено преодоление определенной изолированности белорусского бизнеса от международных цепей поставок и вхождение отечественных предприятий в глобальные кооперационные цепи [3].

Постановлением Совета Министров в 2021 г. утверждена Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг., в которой предусматривается выполнение мероприятий по созданию и совершенствованию платформы национальной системы электронной логистики [1].

Правовая база управления этой сферой выступает организационно-хозяйственной основой совершенствования экономической деятельности белорусских товаропроизводителей и инструментом оптимизации потоковых процессов.

Вследствие этого в настоящее время в республике функционируют 2175 логистических компаний, охватывающих все отрасли экономики (ведущими 4PL-операторами являются Республиканское транспортно-экспедиционное унитарное предприятие «Белинтертранс-ТЛЦ БЖД», Республиканское унитарное предприятие «Белтаможсервис»), и 61 логистический центр (31 – класса «А»).

В начале 2022 г. общий объем услуг, оказанных белорусскими организациями, осуществляющими деятельность в этой сфере, в сравнении с 2020 г. составил более 673 млн руб. (прирост в стоимостном выражении на 31,7%), объем логистических услуг по обработке транзитных грузов на территории Республики Беларусь – свыше 43 млн руб. (падение на 30%) [11].

Структура распределения оказываемых услуг в логистических центрах на внутреннем рынке Беларуси отражена на рис. 1.

Структура логистических услуг по обработке транзитных грузов на территории Беларуси отражена на рис. 2.

Происходящие изменения в экономике страны предопределяют создание принципиально новой системы управления грузопотоками, основанной на современной технологии и логистических принципах перемещения грузов.

Между тем специалисты отмечают ряд существующих проблем:

- недостаток мультимодальных логистических центров (17 из 61) с использованием двух и более видов транспорта;
- небольшое количество оснащенных складских площадей для хранения охлажденных и скоропортящихся товаров;
- нерациональное размещение логистических центров вокруг г. Минска (45 из 61);
- недозагруженность и недоукомплектованность ряда складских объектов современными технологическими средствами.

В стране подготовлена и реализуется Стратегия инновационного развития транспортного комплекса до 2030 г., которой предусмотрены меры, обеспечивающие совершенствование работы

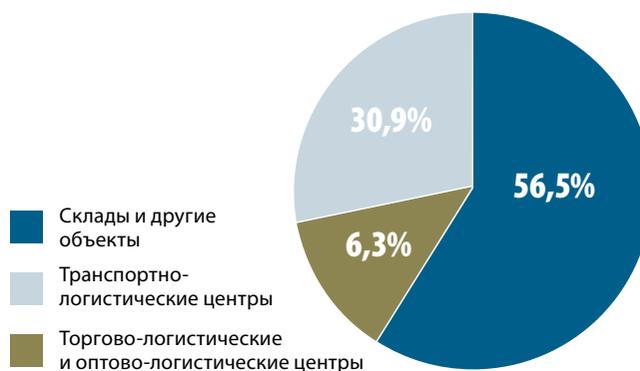


Рис. 2. Структура логистических услуг по обработке транзитных грузов. Источник: [8]

транспорта и его инфраструктуры и, несмотря на современные вызовы, способствующие достижению социальных, производственных и внешнеэкономических целей. Так, Белорусская железная дорога совместно с грузовладельцами и логистическими компаниями нашей республики, России, Казахстана, Азербайджана и Китая в кратчайшие сроки сформировала 40 транспортно-логистических маршрутов доставки нашей продукции более чем в 20 стран мира. В настоящее время обсуждаются перспективы использования многозвенных автопоездов, специально предназначенных для этих целей. Экспериментальный образец был разработан Национальной академией наук Беларуси и Минским автомобильным заводом: длина подвижного состава – 47 м, полная масса – 97 т, грузоподъемность – 56 т, в кабине – электронный центр управления с монитором и мультимедийными функциями, под каждым полуприцепом расположена силовая установка, позволяющая ему быть автономным при дистанционном перемещении во время погрузки/разгрузки [4]. Автопоезд предназначен для перемещения грузов по дорогам первой категории. Для эксплуатации многозвенных составов потребуются определенные условия: опорные пункты технического обслуживания, реконструкция полотна и придорожного сервиса.

Развитие транспортного комплекса страны, условия цифровизации современного рынка, а также наличие совершенной информационной инфраструктуры предопределили и способствуют росту коммерческой логистики и электронной коммерции.

В республике созданы и успешно функционируют два основных электронных ресурса, осуществляющих международные торговые операции: Белорусская универсальная товарная биржа (платформа для проведения трансграничных торговых-закупочных операций в электронной форме) и Единый национальный информационный ресурс «Тендеры», оператором которого является Республиканское унитарное предприятие «Национальный центр маркетинга и конъюнктуры цен» (предоставляющий сведения о потребностях и закупках отечественных предприятий и организаций). Торговая площадка «Импортозамещение» Белорусской универсальной товарной биржи (БУТБ) как форма поиска деловых партнеров позволяет оперативно и с минимальными рисками находить аналоги санкционных товаров, расширять круг покупателей и выходить на новые рынки сбыта. Активизация биржевого сотрудничества между субъектами Беларуси и РФ способствует преодолению

проблем обеих стран в сфере импортозамещения: в течение первого полугодия 2023 г. сумма биржевых сделок, заключенных российскими резидентами на БУТБ, увеличилась на 34%, выросло количество транзитных операций, проводимых россиянами через белорусскую биржу; по результатам торгов на площадке Московской биржи (АО «Национальная товарная биржа») в первом полугодии 2023 г. экспорт белорусских товаров в Московскую обл. в стоимостном выражении вдвое превысил аналогичный показатель 2022 г. [5].

Кроме того, с 2020 г. в республике стремительно развивается рынок интернет-торговли, который позволяет отечественным производителям значительно расширить потребительский сегмент и географию продаж: ежегодно примерно 10% составляет прирост количества интернет-магазинов, около 25% (4–6% розничного товарооборота) – онлайн-продаж через маркетплейсы.

Состояние и динамика роста логистической системы способствуют торгово-экономической активности страны на зарубежных рынках: так, в первом полугодии 2023 г. внешнеторговый оборот составил 53,833 млрд долл. (113,4% к аналогичному периоду 2022 г.), отрицательное сальдо внешней торговли товарами в размере 1,2 млрд долл. нивелировано значительным положительным сальдо услуг – 1,4 млрд долл. [2]. Примечательно в этой связи, что Всемирный банк пересмотрел ранее данный прогноз о снижении ВВП Беларуси в 2023 г. на 2,3%, опубликовав в октябре данные по прогнозируемому росту экономики на 3% (рост мирового реального ВВП предполагается на уровне 2,1%) [12].

Экспортно-импортные ограничения, введенные против отечественных субъектов хозяйствования, и потери рынков в странах Евросоюза и Украине (составляющие примерно 50% общего объема внешних поставок) удалось на 80% компенсировать переориентацией товарных потоков в дружественные страны, в первую очередь в Российскую Федерацию, удельный вес которой во внешней торговле республики в 2022 г. вырос до 60%, а в первом полугодии 2023 г. – на 50% по сравнению с аналогичным периодом 2022 г. [2]. Расширение существующих торговых маршрутов по территории России (Восточного, Азово-Черноморского, Север – Юг), пользование услугами 20 российских морских портов, предоставление Российскими железными дорогами тарифной скидки в размере 50% до 2026 г. на перевозку нефтепродуктов и снижение уровня оплаты грузовых перевозок из республики в рамках тарифного коридора позволили белорусским

товаропроизводителям обеспечить поставки на рынки стран Юго-Восточной Азии, Ближнего Востока, Африки, достигнуть договоренностей об отмене разрешительного порядка осуществления международных автоперевозок грузов с Исламской Республикой Иран, Кыргызской Республикой, Сирийской Арабской Республикой, Республикой Узбекистан, увеличить в 5 раз экспортные потоки в Китайскую Народную Республику.

Особое значение уделяется становлению производственно-кооперационных цепей и межрегиональных связей белорусских субъектов хозяйствования с зарубежными компаниями: налажено сотрудничество по линии торгово-промышленных палат, научно-производственных центров, крупных, средних и малых предприятий преимущественно со странами СНГ. Перспективны в этом отношении химия, фармакология, биотехнологии, электроника, IT-технологии, в развитии которых предполагается использование опыта России, Индии, Израиля, Китая. Научно-технологическое сопряжение может способствовать созданию сложной технической продукции и формированию замкнутых цепей добавленной стоимости.

Таким образом, логистическая деятельность оказывает существенное влияние на эффективность и устойчивость экономики Республики Беларусь. Изменения рыночных условий, производственно-технологических процессов и направлений движения товарных потоков определяют необходимость совершенствования и повышения качества логистических услуг, основанных на комплексности и интегрированности системы, мобильности и синхронизированности взаимодействия всех участников, модернизации инфраструктурных объектов, выстраивания полных кооперационных цепей с иностранными партнерами по бизнесу. Формирование гармонизированной логистической системы на базе внутренних резервов и развития логистической сети как механизма активизации внешнеторговых и внешнеэкономических взаимоотношений является насущной задачей малой открытой белорусской экономики. ■

Статья поступила в редакцию
03.01.2024 г.

■ **Summary.** The article presents the results of the analysis of the formation and development of the logistics system in Belarus. The position of the country in the world ranking of logistics development, the advantages and disadvantages that create opportunities and threats for the functioning of supply chains in the Republic of Belarus are noted. It is established that the developed legal framework for managing the evolving logistics sector acts as an organizational and economic basis for improving the economic activities of Belarusian producers and a tool for optimizing flow processes. Special attention is paid to the role of logistics in the country's counteraction to economic sanctions. It is identified that changes in market conditions, production and technological processes and directions of movement of logistics flows require the harmonization of the system based on internal reserves and the development of the logistics network as a mechanism for activating of foreign trade and foreign economic relations, the improving the quality of logistics services.

■ **Keywords:** logistics, transport and logistics system, logistics centers, commercial logistics, integration processes, transport complex, supply chains, digitalization of the economy.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-32-36>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг.: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 02.02.2021 г. №66 // <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C2100066&p1=1>.
2. Информация о внешней торговле товарами и услугами Республики Беларусь за январь-июль 2023 года / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // <https://www.nbrb.by/statistics/foreigntrade/current>.
3. Концепция развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2030 г. // <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21701024>.
4. «МАЗ» идет на обгон / официальный сайт ОАО «МАЗ» // <http://www.maz-maz-amcodor.ru/anevs/13225>.
5. Новости, 2023 / официальный сайт ОАО «Белорусская универсальная товарная биржа» // <https://www.butb.by/news/>.
6. О товаропроводящей сети отечественных производителей за рубежом: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21.12.2006 г. №1699 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2006. № 5. 24407.
7. Об установлении республиканским органам государственного управления и иным государственным организациям, подчиненным Правительству Республики Беларусь, заданий на 2007 г. по удельному весу прямых поставок товаров в общем объеме экспорта: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 27.06.2007 г. №840 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2007. №5. 25444.
8. Обзор рынка транспортно-логистических услуг Республики Беларусь // https://bikratings.by/rynok_transportno_logisticheskikh_uslug_rb.
9. Программа развития логистической системы Республики Беларусь на период до 2015 г.: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 29.08.2008 г. №1249 (с изм.) // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. 2011. №5. 33193.
10. Республиканская Программа развития логистической системы и транзитного потенциала на 2016–2020 гг.: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18.06.2016 г. №560 // <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21600560>.
11. Транспорт в Республике Беларусь: статистический буклет // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022.
12. Europe and Central Asia Economic Update, Fall 2023: Sluggish Growth, Rising Risks. – Washington, 2023. P. 49–50.
13. International LPI Global Ranking / The World Bank / World Bank Group // <http://www.lpi.worldbank.org/international/global/>.

РАЗВИТИЕ ИНСТИТУТА МАРКИРОВКИ В ЦЕПЯХ ПОСТАВОК



УДК [339.5+346.544.44](476)



Светлана Фещенко,
старший преподаватель
кафедры менеджмента
Белорусского государственного
университета информатики
и радиоэлектроники;
feschenko@bsuir.by

Аннотация. На основании данных Международного валютного фонда проведен анализ объемов и динамики внешней торговли Республики Беларусь с 1992 по 2022 г. Определено, что в последние годы наиболее тесные торговые отношения сложились с Российской Федерацией и Китайской Народной Республикой. Продемонстрирована включенность нашей страны в товарооборот Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Исследовано понятие «маркировка» в нормативных правовых актах Союза и Республики Беларусь (Договор о Евразийском экономическом союзе, Таможенный кодекс Евразийского экономического союза, Соглашение о маркировке товаров средствами идентификации в ЕАЭС, Соглашение о порядке обращения в рамках ЕАЭС продукции, требования к которой не установлены техническими регламентами ЕАЭС, и правилах обеспечения безопасности такой продукции, ГОСТ 34460-2018, ТР ТС 022/2011, СТБ ISO/TR 17350-2022). Сделан вывод об отсутствии единого подхода к его толкованию. Предложена и обоснована демаркация понятий «маркировка» и «маркирование» в нормативных правовых документах.

Ключевые слова: внешнеторговый оборот, импорт, экспорт, прослеживаемость, маркировка, маркирование, ЕАЭС.

Для цитирования: Фещенко С. Развитие института маркировки в цепях поставок // Наука и инновации. 2024. №7. С. 37–42.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-37-42>

В условиях обострения социально-экономической ситуации в мире, введения санкций с разрывом традиционных логистических цепей поставок на передний план выходят вопросы защиты внутренних рынков от контрафактной продукции, способствующей развитию теневого сектора, снижению налоговых поступлений в бюджет и подвергающей риску жизнь и здоровье потребителей [1]. Одним из действенных инструментов борьбы с контрабандой выступает внедрение системы цифровой маркировки и документальной прослеживаемости товаров в цепях поставок [2–4].

Данные вопросы актуальны для государств – членов ЕАЭС, в том числе и для Республики Беларусь [5], которая реализует многовекторную внешнеэкономическую политику и принимает активное участие в международных интеграционных процессах, о чем свидетельствуют структура и динамика торгового оборота страны.

Объектом исследования является понятие «маркировка», предметом – его трактовка в нормативных правовых актах ЕАЭС, целью – демаркация понятийного аппарата в области прослеживаемости товаров, в частности маркировки, используемого в рамках законодательных документов государств – членов Евразийского экономического союза.

С 1992 по 2022 г. наблюдается тенденция роста внешнеторгового оборота Беларуси с некоторым его снижением в отдельных периодах (рис. 1). Так, с 1993 по 2008 г. отмечается положительная динамика показателя с сокращением в 1998, 1999 и 2001 гг.

(по сравнению с 1997 г. соответственно на 1,5%, 20,5% и 0,7%) [6]. 2009 г. характеризуется падением товарооборота до 49,8 млрд долл., что ниже по сравнению с 2008 г. на 30,7% (экспорт – на 34,7%, импорт – на 27,5%). С 2010 г. объем торговли вновь начинает расти и в 2012 г. достигает своего максимального значения за 1992–2022 гг. – 92 431,91 млн долл. В 2012 г. тремя основными странами – партнерами Беларуси стали Россия, Нидерланды и Украина. Их доля составила 47,5% (в экспорте – 35,4%, в импорте – 59,4%), 8,7% (16,4% и 1,0%) и 8,5% (12,1 и 5,0%) соответственно.

В период с 2013 по 2016 г. оборот сократился до 51 147,24 млн долл., или на 44,7% стал меньше по сравнению с 2012 г. В 2016 г. наибольший вклад в рассматриваемый показатель внесли: Россия – 51,0% (экспорт – 46,5%, импорт – 55,4%), Украина – 7,9% (12,1% и 3,6%), Германия – 4,4% (4,0% и 4,8%).

Начиная с 2017 г. объем внешней торговли растет и в 2022 г. достигает 82 792,5 млн долл., что на 61,9% больше, чем в 2016 г.

Необходимо отметить, что в 2020-м произошло его падение до 61 946,87 млн долл., или на 14,5% по сравнению с 2019 г. Наиболее тесные торговые отношения у Беларуси в 2020 г. сложились с Россией, Украиной и Китаем. Во внешнеторговом обороте на их долю пришлось 47,7% (экспорт – 45,1%, импорт – 50,4%), 7,5% (10,8% и 4,3%) и 6,9% (2,56% и 11,3%). В 2022 г. в тройку ключевых стран вошли: Россия – 62,4% (экспорт – 59,6%, импорт – 65,1%), Китай – 7,8% (5,8% и 10,0%) и Польша – 3,1% (3,9% и 2,2%).

Динамика импорта товаров Республики Беларусь в течение 1992–2022 гг. соответствует динамике внешней торговли (рис. 1): в данный период также происходит рост объемов импортируемой продукции и его падение: в 1993 г. – на 27,3% по сравнению с 1992 г., в 1998, 1999, 2001 гг. по сравнению с 1997 г. – на 1,3%, 23,3%, 4,0% соответственно, в 2009 г. – на 27,5% по сравнению с 2008 г., в 2016 г. – на 40,5% по сравнению с 2012 г., в 2020 г. – на 17% по сравнению с 2019 г. [6].

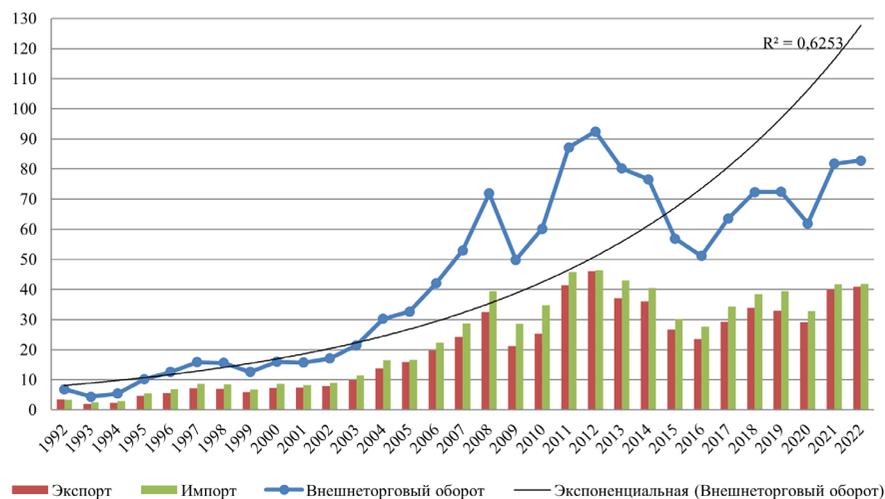


Рис. 1. Внешняя торговля товарами Республики Беларусь с 1992 по 2022 г., млрд долл. Примечание: составлено по [6]

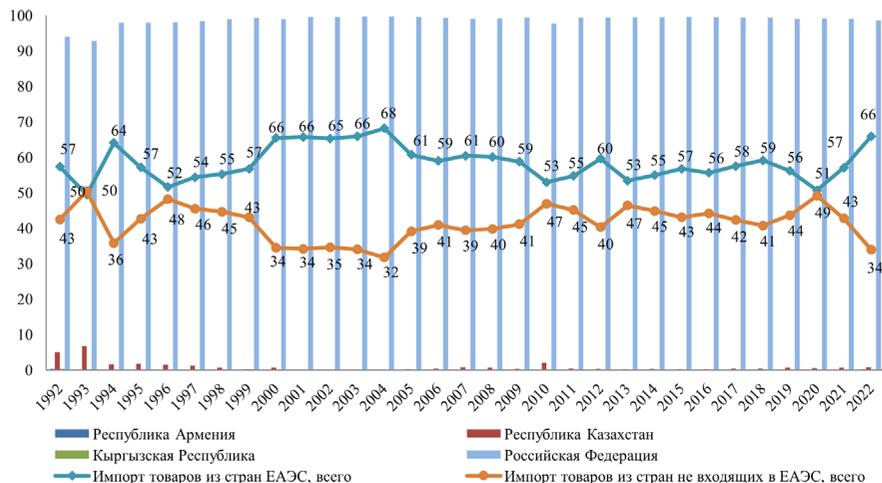


Рис. 2. Распределение импорта товаров Республики Беларусь по государствам – членам ЕАЭС с 1992 по 2022 г., %

Примечание: составлено по [6]

В течение 2017–2022 гг. основными поставщиками импорта в нашу страну стали Российская Федерация, Китай, Германия со средним объемом импорта 57,3%, 9,5% и 4,6% соответственно.

На протяжении 1992–2022 гг. более половины всех товаров (в среднем около 59%) на территорию Беларуси было ввезено из государств – членов Евразийского экономического союза: минимальное значение оставило 50% в 1993 г., максимальное – 68% в 2004 г. (рис. 2). В данный период значительная доля импорта из ЕАЭС принадлежит Российской Федерации (в среднем 98,79%), на втором месте – Республика Казахстан (1,04%), на третьем – Республика Армения (0,07%) и на четвертом – Кыргызская Республика – 0,1%. С 2017 по 2022 г. доля российской продукции составила в среднем 99,17%, казахстанской – 0,64%, армянской и кыргызской – суммарно 0,19%.

Повышение экспорта белорусских товаров в течение 1992–2022 гг. (рис. 1) коррелирует с динамикой внешней торговли республики. В частности, за рассматри-

ваемый период также отмечается рост объемов экспортируемой продукции с его периодическим падением: в 1993 г. – на 43,7% по сравнению с 1992 г., в 1998 г. и 1999 г. – соответственно на 1,9%, на 17,9% по сравнению с 1997 г., в 2009 г. – на 34,7%, с 2013 по 2016 г. – на 44,5% в 2016 г. по сравнению с 2012 г., в 2020 г. – на 11,5% по сравнению с 2019 г., однако, в отличие от внешнеторгового оборота, экспорт в 2001 г. вырос на 3,2% по

сравнению с 1997 г., а в 2019 г. упал на 2,8% по сравнению с 2018 г. [6].

В период с 2017 по 2021 г. тремя основными странами-экспортерами белорусских товаров являлись Российская Федерация – около 42,0%, Украина – около 12,1%, Польша – 4,22%. В 2022 г. структура изменилась: Россия (59,6%), Китай (5,6%), ОАЭ (3,9%), при 0,15% в 2021 г.), Польша (3,9%), Украина (3,2%) и Казахстан (2,7%).

С 1992 по 2022 г. значительная доля отечественной продукции (в среднем около 46,5% общего стоимостного объема экспорта) поставлялась на территорию государств ЕАЭС (рис. 3) и распределялась следующим образом: в Российскую Федерацию – 95,8%, в Республику Казахстан – 3,6%, в Кыргызскую Республику – 0,4%, Республику Армения – 0,2%, на протяжении 2017–2022 гг. – 94%, 5%, 0,6%, 0,4% соответственно.

Удельный вес Республики Беларусь во взаимной торговле товарами (в объеме экспортных операций) со странами Союза в течение 2017–2021 гг. изменялся незначительно и в среднем составил 24,2% [7]. Также несущественные изменения в данный период

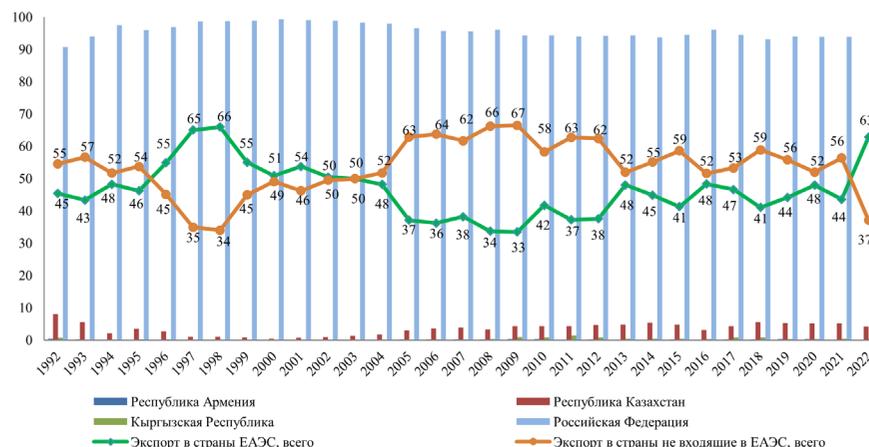


Рис. 3. Распределение экспорта товаров Республики Беларусь по государствам – членам ЕАЭС с 1992 по 2021 г., %

Примечание: составлено по [6]

Источник	Определение / контекст
<p>Договор о Евразийском экономическом союзе (Подписан в г. Астане 29.05.2014) (ред. от 01.10.2019)</p>	<p>Для целей применения мер таможенно-тарифного регулирования (за исключением целей предоставления тарифных преференций), применения мер нетарифного регулирования и защиты внутреннего рынка, установления требований к маркировке происхождения товаров, осуществления государственных (муниципальных) закупок, ведения статистики внешней торговли товарами применяются правила определения происхождения товаров, ввозимых на таможенную территорию Союза (непреференциальные правила определения происхождения товаров), устанавливаемые Комиссией (ст. 37)</p> <p>При импорте товаров на территорию одного государства-члена с территории другого государства-члена косвенные налоги взимаются налоговыми органами государства-члена, на территорию которого импортируются товары, если иное не установлено законодательством этого государства-члена в части товаров, подлежащих маркировке акцизными марками (учетно-контрольными марками, знаками) (ст. 72)</p>
<p>Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (изменения и дополнения: протокол о внесении изменений в Договор о Таможенном кодексе ЕАЭС от 11 апреля 2017 г., подписанный 29 мая 2019 г.) (Национальный правовой интернет-портал РБ, 25.12.2019, 3/3765)</p>	<p>При неполном таможенном декларировании должны быть заявлены сведения, подлежащие указанию в декларации на товары в соответствии со статьей 106 ТК ЕАЭС, за исключением следующих сведений, которые могут не указываться:</p> <p>... об упаковках товаров (количество, вид, маркировка и порядковые номера) (ст. 115)</p> <p>С разрешения таможенного органа с товарами, помещенными под таможенную процедуру таможенного склада, могут совершаться простые сборочные операции, а также операции по:</p> <p>... подготовке товаров к продаже и перевозке (транспортировке), включая дробление партии, формирование отправок, сортировку, упаковку, переупаковку, маркировку, операции по улучшению товарного вида (ст. 158)</p>
<p>Соглашение о маркировке товаров средствами идентификации в ЕАЭС от 2 февраля 2018 г.</p>	<p>Для целей настоящего Соглашения используются понятия, которые означают следующее:</p> <p>«маркированные товары» – товары, на которые нанесены средства идентификации с соблюдением установленных требований и достоверные сведения о которых (в том числе сведения о нанесенных на них средствах идентификации и (или) материальных носителях, содержащих средства идентификации) содержатся в национальном компоненте информационной системы маркировки товаров (ст. 1)</p> <p>Настоящее Соглашение определяет порядок маркировки товаров унифицированными в рамках Союза средствами идентификации (далее – маркировка товаров) (ст. 2)</p> <p>Товары маркируются путем нанесения на них и (или) на их упаковку средств идентификации или материальных носителей, содержащих средства идентификации (ст. 3)</p>
<p>Соглашение о порядке обращения в рамках ЕАЭС продукции, требования к которой не установлены техническими регламентами ЕАЭС, и правилах обеспечения безопасности такой продукции</p>	<p>Для целей настоящего Соглашения используются понятия, которые означают следующее:</p> <p>«маркировка» – информация в виде знаков, символов, надписей, рисунков и иных обозначений, наносимая на продукцию, упаковку, ярлык, этикетку, лист-вкладыш или на иной установленный законодательством государств-членов вид носителя информации, прикрепленного к упаковке, помещенного в нее или прилагаемого к ней, и предназначенная для обеспечения идентификации продукции и информирования приобретателя (потребителя) о ее составе, потребительских свойствах и рекомендациях по эксплуатации (использованию, применению) (ст. 2)</p>
<p>ГОСТ 34460-2018 Продукция соковая. Идентификация. Общие положения</p>	<p>Идентификация соковой продукции. Процедура отнесения соковой продукции к числу объектов технического регулирования в соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и (или) установления соответствия соковой продукции наименованию, указанному в маркировке и (или) в сопроводительной документации (3.1)</p> <p>Идентификация соковой продукции аналитическим методом.</p> <p>Перечень физико-химических показателей, требования к которым установлены в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 023/2011 Техническом регламенте на соковую продукцию из фруктов и овощей</p> <p>... Дополнительно для обогащенной соковой продукции целесообразно определять содержание биологически активных веществ, используемых для обогащения и указанных в маркировке потребительской упаковки и (или) в сопроводительной документации (5.4.2)</p>
<p>ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки</p>	<p>Маркировка пищевой продукции – информация о пищевой продукции, нанесенная в виде надписей, рисунков, знаков, символов, иных обозначений и (или) их комбинаций на потребительскую упаковку, транспортную упаковку или на иной вид носителя информации, прикрепленного к потребительской упаковке и (или) к транспортной упаковке, или помещенного в них либо прилагаемого к ним</p>
<p>СТБ ISO/TR 17350-2022 Маркировка, наносимая на пластмассовую многооборотную транспортную упаковку</p>	<p>Настоящий стандарт устанавливает рекомендации по маркировке:</p> <ul style="list-style-type: none"> • многооборотной транспортной упаковки (RTI); • идентификационными кодами, используемыми для RTI; • двумерными символами; • способом прямого маркирования; • методами считывания прямой маркировки (1) <p>Способ нанесения маркировочных знаков:</p> <ul style="list-style-type: none"> • маркировка этикеткой (6.1); • прямое маркирование (6.2)

Таблица. Понятие «маркировка» в нормативных правовых актах ЕАЭС и Республики Беларусь

претерпевали и удельные веса других членов ЕАЭС: России – 63,4%, Казахстана – 10,2%, Армении – 1,2%, Кыргызстана – 1,0%.

В 2021 г. размер взаимных поставок оценивался в 73 089,7 млн долл. [8], что на 60,3% больше, чем в 2015 г., и на 32,7% по сравнению с 2020 г., в 2022 г. он достиг максимального значения за 2015–2022 гг. – 83,3 млрд долл. [9].

По данным Евразийской экономической комиссии, объем торговли товарами, подлежащими маркировке, между государствами – членами Союза в 2021 г. составил 661,4 млн долл. [8], в котором на долю России приходилось 48,7% (минус 13 п.п. по сравнению с 2020 г.), Беларуси – 43,1% (плюс 9,5 п.п.), Армении – 3,8% (плюс 2 п.п.), Казахстана – 3,1% (плюс 1,4 п.п.) и Кыргызстана – 1,4% (плюс 0,3 п.п.).

Необходимо отметить, что официальная статистика об объемах внешней и взаимной торговли отдельными государствами – членами ЕАЭС с февраля 2022 г. отнесена к сведениям ограниченного распространения, и информация по данным показателям не подлежит публикации [10].

На основании анализа динамики географической структуры стоимостного объема внешней торговли Республики Беларусь можно заключить, что ее крупнейшим торговым партнером является Российская Федерация, значительно опережая остальные страны мира.

Таким образом, с учетом большой включенности Беларуси в товарооборот ЕАЭС для республики важно принимать активное участие в работе по гармонизации национальных законодательств государств – членов Союза, регуляторных норм и стандартов, противодействующих распространению контрафакта.

Одним из приоритетных направлений является упорядочение терминологии нормативных правовых актов и нормативно-технической документации, затрагивающих вопросы цифровой маркировки и прослеживаемости товаров [11]. На сегодняшний день отсутствует однозначность толкования и систематичность применения отдельных терминов, таких как «маркировка» [12] и «идентификация» [13, 14], которые в ряде случаев обозначают одинаковое понятие, или же, напротив, наделяются различным содержанием.

В частности, в Договоре о ЕАЭС (таблица) понятие «маркировка» не определено и используется в нескольких значениях: как операция (нанесение марок, знаков, например п. 4 ст. 72), как результат этого процесса (нанесенные знаки, информация, например п. 2 ст. 37).

В Таможенном кодексе ЕАЭС также не разъяснено его значение и отсутствует единообразие в трактовании. Так, в пп. 4 п. 2 ст. 115 под маркировкой понимаются сведения об упаковках товаров, в то время как в пп. 2 п. 2 ст. 158 – операция.

В Соглашении о маркировке товаров средствами идентификации в ЕАЭС понятие также не определено. Но из контекста можно заключить, что под маркировкой понимается процесс, состоящий из нанесения на товары и (или) на их упаковку средств идентификации или материальных носителей, содержащих такие средства, и внесения достоверных сведений о данных товарах (в том числе о нанесенных на них средствах идентификации и (или) материальных носителях, содержащих средства идентификации) в национальный компонент

информационной системы маркировки товаров.

В Соглашении о порядке обращения в рамках ЕАЭС продукции, требования к которой не установлены техническими регламентами Евразийского экономического союза, и правилах обеспечения безопасности такой продукции приведено толкование термина, трактуемое его как информацию, наносимую на установленный законодательством государств-членов вид носителя и предназначенную для обеспечения идентификации и информирования приобретателя.

В межгосударственном стандарте ГОСТ 34460-2018, действующем на территории Республики Беларусь и Российской Федерации, понятие «маркировка» используется, но дефиниция его не дана. Однако можно сделать вывод, что это информация о продукте, нанесенная на упаковку.

Согласно Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 022/2011, маркировка – это информация о продукции, нанесенная на упаковку или на иной вид носителя, прикрепленного к упаковке, или помещенного в нее либо прилагаемого к ней.

В государственном стандарте Республики Беларусь СТБ ISO/TR 17350-2022 термин «маркировка» применяется в разных значениях: как операция по нанесению маркировочного знака (например, п. 1), как операция по нанесению этикетки с маркировочными знаками (п. 6.1), как результат операции нанесения маркировочного знака (с помощью этикетки или непосредственно на изделие (деталь/компонент и его упаковку) (п. 1). Операция по нанесению маркировочного знака непосредственно на изделие (деталь/компонент и его упаковку) определена как «прямое маркирование».

Исходя из проведенного анализа, можно заключить, что в нормативных правовых актах ЕАЭС и Республики Беларусь отсутствует единый подход к определению понятия «маркировка». Оно используется в разных значениях: и как операция (нанесение маркировочного знака, прикрепление носителя с маркировочным знаком), и как результат этой операции. Подобная ситуация ведет к неоднозначности толкования положений законодательства и вызывает затруднения в выполнении его требований.

С точки зрения автора, целесообразно осуществить следующее уточнение понятийного аппарата:

- «маркировка» – это информация об объекте, нанесенная в виде надписей, рисунков, знаков, символов, иных обозначений и (или) их комбинаций непосредственно на объект или его упаковку или на иной вид носителя информации, прикрепленного к упаковке или помещенного в нее, либо прилагаемого к ней;
- «маркирование» – это операция по нанесению информации об объекте в виде надписей, рисунков, знаков, символов, иных обозначений и (или) их комбинаций непосредственно на объект или его упаковку или на иной вид носителя информации, прикрепленного к упаковке, или помещенного в нее либо прилагаемого к ней.

Таким образом, предложенное уточнение понятийного аппарата позволит преодолеть проблему многозначности в понимании положений нормативных правовых актов. ■

■ **Summary.** Based on data from the International Monetary Fund, an analysis of the volumes and dynamics of foreign trade of the Republic of Belarus from 1992 to 2022 was carried out. It was determined that in recent years the closest trade relations have been developed with the Russian Federation and the People's Republic of China. The inclusion of our country in the trade turnover of the Eurasian Economic Union (EAEU) was demonstrated. The concept of “mark” in the regulatory legal acts of the Union and the Republic of Belarus (Treaty on the Eurasian Economic Union, Customs Code of the Eurasian Economic Union, Agreement on the labeling of goods by means of identification in the EAEU, Agreement on the procedure for circulation within the EAEU of products for which requirements are not established by technical regulations of the EAEU, and rules for ensuring the safety of such products, GOST 34460-2018, TR CU 022/2011, STB ISO/TR 17350-2022) has been studied. It was concluded that there is no unified approach to its interpretation. A demarcation of the concepts “mark” and “marking” in regulatory legal documents.

■ **Keywords:** foreign trade turnover, import, export, traceability, mark, marking, EAEU.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-37-42>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Россельхознадзор // <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/news/213553.html>.
2. Беляцкая Т.Н. Цифровая прослеживаемость: понятие и направления развития / Т.Н. Беляцкая, С.Л. Фещенко // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2021. Т. 14, №4. С. 7–19. Doi: 10.18721/JE.14401.
3. Методы и технологии идентификации и маркировки товаров: монография / В.И. Дравица [и др.]. – Минск, 2022.
4. Волнистый Г. Прослеживаемость продукции от фермы до прилавка – путь к безопасности потребителей / Г. Волнистый, В. Дравица, И. Король, Е. Якушкин // Наука и инновации. 2023. №5. С. 10–15.
5. Беляцкая Т.Н. Формирование и развитие национальной электронной экономической системы (теория, методология, управление) : автореф. дис. . . . д-ра экономич. наук : 08.00.05 / Т.Н. Беляцкая ; БГУ. – Минск, 2019. – 47 с.
6. МВФ // <https://data.imf.org/?sk=9D6028D4-F14A-464C-A2F2-59B2CD424B85&slid=1514498277103>.
7. 10 лет Евразийской интеграции // http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_stat/econstat/Documents/Booklets/Brochure_10_year.pdf.
8. Доклад «О состоянии взаимной торговли между государствами – членами Евразийского экономического союза в 2021 году» // https://eec.eaeunion.org/upload/files/dep_stat/tradestat/tradereport/Report_2021.pdf.
9. ЕАЭС. 2023 – год председательства Российской Федерации в органах ЕАЭС // <http://static.government.ru/media/files/sPxkpM94A6i5LGEFUNWY4snPmmzW0DxA.pdf>.
10. Статистика внешней и взаимной торговли ЕАЭС // https://eec.eaeunion.org/comission/departament/dep_stat/tradestat/.
11. Нестеров А.В. Маркировка не идентификация, а идентификация не отождествление при прослеживаемости (распознавании) товара/продукции, в условиях цифровизации // <https://nesterov.su/?s=Маркировка+не+идентификация%2C+a+идентификация+>.
12. Нестеров А.В. О терминах «маркировка товаров» и «прослеживаемость движения товаров» в условиях цифровизации / А.В. Нестеров // Таможенное дело. 2021. №3. С. 25–28.
13. Фещенко С.Л. Норма идентификации в контексте цифровизации межгосударственных цепей поставок // Наука и инновации. 2023. №3. С. 59–64. Doi.org/10.29235/1818-9857-2023-03-59-64.
14. Фещенко С.Л. Цифровизация межгосударственных цепей поставок: понятие идентификации в нормативных правовых актах государств – членов ЕАЭС (Беларуси, России и Казахстана) / С.Л. Фещенко // Научные труды Белорусского государственного экономического университета / Белорусский государственный экономический университет ; [редкол.: А. В. Егоров и др.]. – Минск, 2023. Вып. 16. С. 469–476.

Статья поступила в редакцию 16.03.2024 г.

Особенности скоринга сделок с корпоративными контрагентами

УДК 336.774.3

Аннотация. В статье изложен подход к построению линейно-взвешенных комбинаций для оценки деятельности юридических лиц, которые имеют недекларируемые хозяйственные взаимосвязи. Описаны подходы к выявлению неявных связей компаний, которые могут оказывать существенное влияние на результаты оценки. Приведены подходы к заданию и калибровке аддитивных моделей, которые могут быть построены на основе данных, полученных в ходе исследования платежеспособности различных юридических лиц и результатов хозяйственной деятельности отдельных предприятий. Предлагается шкала оценки взаимосвязанности юридических лиц, где описаны три возможных уровня взаимодействия, которое может быть не отражено в исследуемых документах. Описаны предлагаемые направления использования данного типа моделей в ходе оценки рисков по заключаемым сделкам.

Ключевые слова: корпоративные клиенты, анализ данных, скоринг, массивы данных, прогнозирование, финансовая аналитика, матрицы, скалярные значения, оценка платежеспособности, комплексная оценка, шкала оценки, оценка сделок, комплексная оценка, скоринг юридических лиц, скоринг связанных компаний.

Для цитирования: Рагель Д. Особенности скоринга сделок с корпоративными контрагентами // Наука и инновации. 2024. №7. С. 43–46.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-43-46>



Дмитрий Рагель,
доцент кафедры
экономики Белорусского
государственного
университета информатики и
радиоэлектроники, кандидат
экономических наук;
ragel@mail.ru

Зачастую при оценке риска по сделкам у компаний или финансово-кредитных организаций возникает вопрос по поводу особенностей этой процедуры в отношении взаимосвязанных компаний, входящих в какой-то конгломерат или имеющих какие-либо обязательства перед другими участниками рынка. В настоящее время нет окончательной ясности в данном вопросе, что требует детального изучения.

Скоринг – это система оценки платежеспособности контрагента, которая дает итоговый ответ на основании суммарного балла, который получается на основании оценки ряда отобранных значимых параметров

Базовая оценка контрагента начинается в большинстве случаев с наиболее типичных характеристик:

- **масштаба деятельности**, полученной путем оценки рыночной доли компании;
- **зависимости от внешних источников финансирования**;
- **рентабельности** (в данном случае могут рассматриваться различные показатели в зависимости от специфики работы компаний);
- **результатов работы**, базирующихся на различных группах показателей в зависимости от целей проводимой процедуры оценки;
- **возможностей исполнения краткосрочных обязательств**;
- **динамики финансовых показателей на протяжении нескольких периодов**.

В случае связанности компаний имеет смысл начинать с общего рейтинга группы участников, к которому она имеет отношение в соответствии с предварительной оценкой. В первую очередь необходимо определить значимость такого субъекта в конгломерате, то есть эта задача может быть решена за счет его отнесения к одной из указанных категорий:

- **управляющая или значимая компания**, которой принадлежит наибольшее количество активов рассматриваемого сообщества или максимальная выручка среди его членов;
- **зависимая компания** – компания рассматриваемой группы, не имеющая значимого количества активов, чья кредитоспособность зависит от всей группы, по крайней мере, платежный баланс последней оказывает значительное влияние на данный тип предприятия.

Степень связанности	Базовые критерии для оценки
Сильная	Наличие признаков, указывающих на зависимость хозяйственной деятельности в показателях как материнской компании рассматриваемой группы, так и в рейтингах участников. Возможны искажения значений показателей, характеризующих работу сообщества
Значимая	Наличие признаков, указывающих на зависимость хозяйственной деятельности в показателях как материнской компании рассматриваемой группы, так и в рейтингах участников группы
Номинальная	Наличие признаков, указывающих на зависимость хозяйственной деятельности в показателях и рейтингах исследуемой компании

Таблица 1. Возможные результаты оценки степени взаимосвязанности компании

После установления статуса необходимо определить состав группы, к которой отнесен исследуемый субъект хозяйствования, а также, если это представляется возможным, характер партнерства и влияния на принимаемые внутри нее решения. Наиболее типовые группы связей:

- **между компаниями**, сформированные за счет участия в акционерном капитале и за счет этого обладающие возможностями участия в принятии стратегических решений или выработке дивидендной политики;
- **формальные юридические**, выраженные, например, в гарантиях по обязательствам перед кредиторами;
- **операционные**, заключающиеся в том, что организации являются членами одной производственной цепочки;
- **неформальные**, проявляющиеся в предоставлении займов, финансовой помощи, в том числе для погашения обязательств и пр.

С учетом этого необходимо выделить основные группы показателей, идентифицирующих один из типов связанности компаний.

Юридическая связанность:

- доля одного юрлица в уставном капитале другого;

- наличие заключенных договоров, в рамках которых происходит передача прав на участие в принятии решений представителей одной организации в отношении другой;
 - фиксация специальных условий в уставах субъектов, которые касаются участия в принятии решений или совместной выработки решений;
 - факты косвенного контроля деятельности одной из фирм со стороны другой.
- Экономическая связанность:
- требования и обязательства между предприятиями;
 - взаимные объемы в структуре сбыта;
 - участие в поставках необходимого сырья и материалов;
 - доля в обеспечении обязательств по имуществу, которое необходимо для осуществления основной деятельности.
- Прочие признаки связанности:
- оказание периодической финансовой помощи на регулярной основе;
 - значительная доля одной компании в выручке другой;
 - практика погашения основного долга и процентов по нему за счет предоставленных займов или прочей помощи со стороны одной из компаний;

- взаимное использование сервисных услуг;
- расположенность по одному и тому же юридическому адресу.

В каждом отдельном случае или же для конкретной отрасли могут быть разработаны свои критерии для определения степени связанности, а также шкала с количественными показателями для оценки зависимости субъектов друг от друга.

На основании всех индикаторов можно установить рейтинг компании и базовые оценки их связанности (табл. 1). Этот процесс должен включать в себя несколько последовательных этапов:

- составление перечня организаций, в отношении которых будет проводиться оценка;
- выделение из них наиболее значимых, являющихся донорами ресурсов или определяющих стратегию работы всей группы;
- расчет индивидуальных рейтингов, дающих представление о деятельности каждого предприятия;
- оценка рейтингов на основании показателей, характеризующих консолидацию в рамках рассматриваемого конгломерата;
- зависимость и степень влияния фирм на эффективность работы друг друга, выявление по возможности донорских и зависимых компаний во всей структуре.

Скоринговая оценка компаний может корректироваться с учетом фактических значений, полученных на основании влияния типичных групп рисков (табл. 2). Различные группы риска могут иметь количественное выражение, чаще всего, в коммерческой практике компаний достаточно сложно выразить количественно влияние тех или иных групп факторов на

деятельность компании в перспективе, по этой причине, зачастую, используются комбинации количественных и эвристических оценок. Процесс получения эвристических оценок не должен быть голословным, поэтому его необходимо подробно регламентировать, то есть наряду с поэтапным описанием процесса выработки значений надо описать критерии подбора экспертных групп и требования к квалификации участников, которые будут участвовать в выработке итоговых значений для корректировки влияния факторов.

Для получения итоговой оценки могут быть использованы различные варианты моделей, наиболее распространенными из которых являются линейно-взвешенные комбинации, применяемые в тех случаях, когда требуется единая оценка состояния на основе переменных, вносящих разный вклад в конечный результат. Такая комбинация позволяет ряд значимых векторов умножить на

скалярную величину, а затем просуммировать их, чтобы получить окончательный результат в виде единой интегральной оценки:

$$y = a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3 + \dots + a_n * x_n.$$

Скалярные значения модели должны быть вещественными числами, а векторные величины иметь одинаковую размерность. Итоговую модель такого типа можно переписать для операций с векторами, учитывая то, что они могут содержать отрицательные значения.

По мере накопления статистики необходимо корректировать скалярные значения с целью повышения точности оценок или сравнения вариантов течения процессов в оцениваемых экономических системах, в данном случае взаимосвязанных группах компаний. В нашем исследовании рассмотрена процессная аналитика на основе пятифакторной модели, которая позволяет моделировать и сравнивать взаимосвязанность субъектов

Тип риска	Показатели оценок	Базовые данные для расчета
Кредитный	Рейтингов субъектов хозяйствования Наличия взаимных обязательств Ликвидности имущества и залога Персональных рисков субъектов хозяйствования Рыночного положения предприятий Финансовых потоков участников группы Качества обслуживания долговых обязательств	Финансовая отчетность субъектов Кредитная история предприятий Оценки состояния рынка, на котором работают организации Рыночные позиции каждого участника
Валютный	Стандартные методики оценки валютных позиций Расчет сценариев с учетом различной динамики рынка	Динамика цен за длительный период времени (не менее одного года), для того, чтобы данные были показательны для сценарных оценок
Процентный	Сведения о ставке рефинансирования и ее динамике Оценка разрыва по стандартным методикам между активами и пассивами по наиболее чувствительным в процентном отношении инструментам	Типовые модели расчета, применяемые ко всем компаниям рассматриваемой группы, учитывающие текущие активы и обязательства корпоративных контрагентов

Таблица 2. Особенности учета типовых групп рисков при проведении скоринговых операций

на основе исходного варианта скаляров, взятого по результатам оценок однотипных объектов:

$$a_1=0,36, a_2=0,24, a_3=0,08, \\ a_4=0,12, a_5=0,2.$$

Если взять базовый вектор с определенным набором значений, характеризующих деятельность трех анализируемых компаний, входящих в оцениваемую группу, то конечный вектор, определяющий состояние факторов рассматриваемой системы, будет иметь вид:

$$x_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}, x_2 = \begin{bmatrix} 4 \\ 3 \\ 2 \end{bmatrix}, x_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 2 \end{bmatrix}, x_4 = \begin{bmatrix} 6 \\ 3 \\ 7 \end{bmatrix}, x_5 = \begin{bmatrix} 3 \\ 4 \\ 4 \end{bmatrix}.$$

Согласно проведенным расчетам получаем следующее значение итогового вектора, который позволит оценить деятельность трех субъектов группы:

$$y = a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3 + a_4 * x_4 + a_5 * x_5 = \begin{bmatrix} 2,72 \\ 2,52 \\ 2,64 \end{bmatrix}.$$

По мере накопления практики и проведения вспомогательных оценок значения коэффициентов корректировались, поскольку появилась дополнительная информация о специфике деятельности рассматриваемых компаний. С учетом этого был рассчитан второй вариант оценки их связанности:

$$a_1=0,32, a_2=0,21, a_3=0,12, \\ a_4=0,18, a_5=0,17.$$

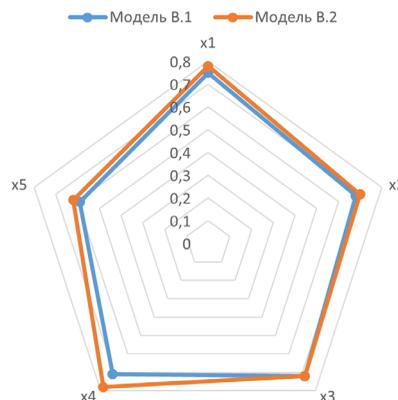


Рисунок. Сравнение точности оценок, полученных на основании использования варианта 1 и 2 рассматриваемой модели

На основании нового варианта модели результаты оценки для того же вектора значений сместились:

$$y = a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3 + a_4 * x_4 + a_5 * x_5 = \begin{bmatrix} 2,87 \\ 2,37 \\ 2,92 \end{bmatrix}.$$

С точки зрения прогноза и оценки производительности в этом случае аналитика активности процессов в рассматриваемой системе стала более точной (рисунок).

Линейно-взвешенные комбинации для оценки больших наборов должны использоваться:

- для предварительной оценки результатов процессов и рассчитываться на основе линейно-взвешенной комбинации факто-

ров и скалярных значений, которые должны корректироваться в ходе процесса;

- при прохождении процедур снижения размерности, основанных на подборе компонентов и увеличении их дисперсности при расчете различных сценариев развития событий;
- для последующего нелинейного преобразования в рамках нейронных сетей, которые в настоящее время применяются для аналитики отдельных отраслей экономики в разрезе длительных периодов операционной активности компаний.

Корректировка модели должна производиться периодически в ходе всего цикла оценочной деятельности, по мере накопления статистики по сделкам с контрагентами компании. Процесс корректировки должен быть регламентирован с точки зрения периодичности его проведения, требований к участникам, а также составу экспертной группы, которая будет утверждать технические корректировки, значения коэффициентов и сочетания факторов различного типа, оказывающих влияние на результирующее значение модели. ■

Статья поступила в редакцию
26.03.2024 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мыльников Л.А. Статистические методы интеллектуального анализа данных. – СПб., 2021.
2. Управление банковскими рисками : учебник / Е.В. Бережная, С.В. Зенченко, М.В. Сероштан, О.В. Бережная. – 2-е изд. – М., 2022. .
3. Управление кредитным риском в банке: подход внутренних рейтингов: практическое пособие для вузов / М.В. Помазанов; под научной редакцией Г.И. Пенюкаса. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 2023.
4. Волков А.А. Управление рисками в коммерческом банке : практ. руководство / А.А. Волков. – 3-е изд., испр. и доп. – М., 2015.
5. Nicholson W.L. Exploring Data Analysis. – Nobel Press, Oakland, 2012.

■ **Summary.** The article outlines an approach to constructing linearly weighted combinations for assessing the activities of legal entities that have economic relationships. The article describes approaches to identifying implicit connections between companies that can have a significant impact on the assessment results. In addition, approaches to specifying and calibrating additive models are presented, which can be built on the basis of data obtained in the course of studying the solvency of various legal entities and the results of economic activities of individual enterprises. A scale for assessing interconnectedness is proposed. In conclusion, the proposed directions for using this type of model are described.

■ **Keywords:** corporate clients, data analysis, scoring, massive data, forecasting, financial analytics, matrices, scalar values, solvency assessment, comprehensive assessment, rating scale, transaction assessment, comprehensive assessment, legal entity scoring, related company scoring.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-43-46>



Риски биологических угроз и обеспечение безопасности населения

(на примере борьбы с новыми пандемиями)



Александр Оршенков,
доцент кафедры социально-
гуманитарных дисциплин
и агробизнеса Витебской
государственной академии
ветеринарной медицины,
кандидат экономических наук

Индикатором состояния общества и его ожиданий, как не раз бывало в истории, оказываются эпидемии и пандемии инфекционных болезней, которые являются одной из неотъемлемых реалий цивилизации и в той или иной форме всегда были спутниками человечества. Сегодня, когда международное сообщество столкнулось с проблемой биологической безопасности в глобальном масштабе, биологические угрозы относятся к рискам возникновения чрезвычайной ситуации наивысшего уровня. ВОЗ определяет понятие «биобезопасность» как лабораторные принципы, технологии и способы изоляции, осуществляемые для предотвращения непреднамеренной экспозиции патогенами и токсинами или их случайного высвобождения [1].

Встречи человечества с подобными угрозами становятся все более частыми. Если ранее приблизительно раз в каждые 100 лет истории имела место эпидемия или пандемия, обусловленная биологическими обстоятельствами, то только в текущем столетии мировое сообщество пережило несколько массовых вспышек инфекционных заболеваний естественного происхождения. Речь идет, в частности, об атипичной пневмонии (SARS) в 2002–2003 гг., «свином» гриппе в 2009–2010 гг., MERS в 2012 г., вирусе лихорадки Эбола (2014–2015 гг., 2016 и 2018 гг.), лихорадке Зика (2015 г.), новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 (2019–2021 гг.), оспе обезьян (2022 г.).

Человечество и экологические системы влияли друг на друга на протяжении долгого времени, но не в таких масштабах и не с такой скоростью, как в новую эпоху развития цивилизации. Кризис распознавания вирусной угрозы и противодействия ей стал следствием беспредельного вмешательства человека в природную

среду. В этом отношении показателем 31-й Глобальный доклад ПРООН о человеческом развитии, озаглавленный «Неопределенные времена, неустроенные жизни: создавая будущее в меняющемся мире» (2021–2022 гг.) [2]. Важным выводом доклада является идентификация новых рисков. По мнению его авторов, к традиционным вызовам добавились угрозы для здоровья, которые вытекают из действий человека, его взаимодействия с окружающей средой. В частности, пандемия COVID-19 могла быть реакцией на нагрузку, оказываемую на планету человечеством через разрушение традиционных экосистемных связей, сокращение биоразнообразия [3]. В целом принципиальные положения доклада оказываются созвучными с идеями В.И. Вернадского о человечестве как мощной силе, производящей глобальные изменения на планете [4].

Активизация распространения инфекционных заболеваний вследствие естественных природных процессов и деятельности человека повышает риск возникновения чрезвычайных ситуаций биологического характера на национальном, региональном и

глобальном уровнях. Считается, что он велик в сельских сообществах развивающихся стран, на долю которых приходится большая часть мирового поголовья скота, служащего для них основным источником средств к существованию, но часто содержащегося в хозяйствах с низким уровнем биологической защиты.

Так, на 2023 г. численность крупного рогатого скота (КРС) в мире составила 942,63 млн голов. При этом лидером по численности поголовья выступает Индия – 307,5 млн голов, что составляет примерно 33% всего КРС, далее следуют Бразилия (20,6%) и Китай (10,8%). Таким образом, на долю этих трех государств приходится примерно 64% мирового поголовья КРС (рис. 1).

Другим распространенным в сельхозкультуре животным являются свиньи. Самое большое их поголовье по состоянию на 2023 г. (более 450 млн, то есть более половины в мире) приходится на Китай (рис. 2).

Увеличение численности свиней, находящихся на одной ферме, дает вирусам практически неограниченные возможности для собственной редупликации и провоцирования эпидемий по сравнению с маленькими фермерскими хозяйствами, где поголовье насчитывает не более сотни особей. Перевозка животных в другие страны еще больше увеличивает опасность заражения инфекцией. Если учесть, что никакого серьезного контроля над свиными вирусами не ведется, то вполне вероятно появление совершенно уникального штамма, способного заставить человечество врасплох.

Особую эпидемиологическую опасность представляют куриные яйца и яичный порошок, импортируемые из неблагополучных по сальмонеллезу стран. При этом

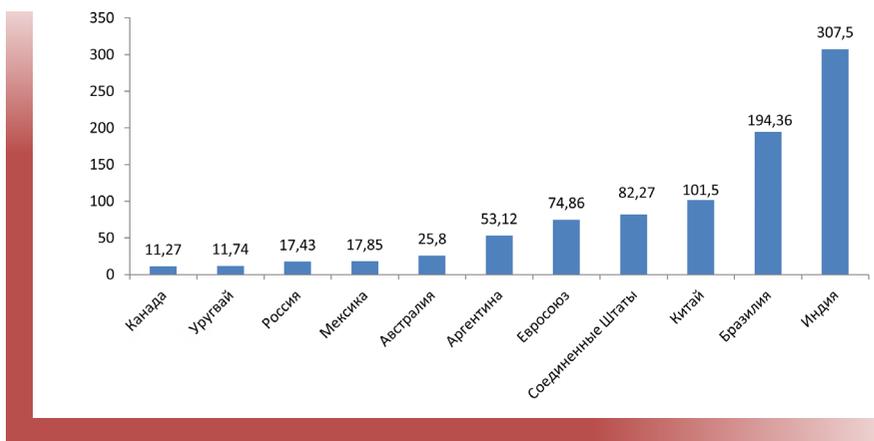


Рис. 1. Поголовье крупного рогатого скота в мире в 2023 г. по странам-лидерам (млн голов). Источник: [5]

высокая концентрация птицеводческой промышленности наблюдается в Китае, прежде всего в самом густонаселенном его районе – провинции Гуандун, где среднее количество кур достигает примерно 700 млн [7]. Более того, по мере увеличения площади городов частные птицеводческие хозяйства, бывшие ранее в стороне от них, оказались в непосредственной близости от плотно заселенных районов, что сделало контакт городских жителей и сельскохозяйственных животных еще более тесным.

Появление новых и возвращение давно известных инфекционных заболеваний побудили международные организации начать разрабатывать мероприятия для предотвращения эпидемий и минимизации потерь в случае их наступления. Прежде всего речь идет о санитарно-эпидемиологических и ветеринарных мероприятиях, направленных на недопущение возникновения и распространения инфекционных заболеваний среди населения вследствие нарушения обязательных требований к обеспечению безопасности продукции на всех стадиях ее оборота на потребительском рынке.

С этой целью создана совместная Комиссия ФАО и ВОЗ «Кодекс Алиментариус» («продовольственный кодекс» – лат.), которая устанавливает международные стандарты безопасности и качества пищевых продуктов с целью охраны здоровья потребителей. Совершенствование этих стандартов и усиление профилактических мер со стороны национальных карантинных служб должны сыграть существенную роль в предупреждении заноса из-за рубежа возбудителей инфекционных болезней, в частности вариантов штаммов,

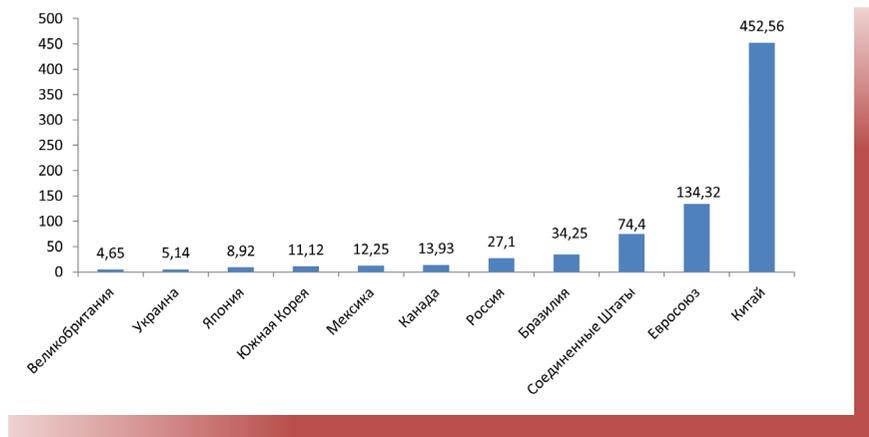


Рис. 2. Количество свиней в мире в 2023 г. по странам-лидерам (млн голов).
Источник: [6]

не встречающихся обычно на определенной территории.

В 2005 г. ВОЗ были обновлены международные медико-санитарные правила (ММСП), устанавливающие обязательные для всех противоэпидемические принципы защиты при работе с условно-патогенными микроорганизмами и патогенными биологическими агентами [8]. ММСП являются формой коллективной ответственности в условиях возможного глобального риска общественному здоровью. Они обязывают все государства-члены оперативно сообщать ВОЗ о возникших угрозах, представляющих потенциальную опасность для населения и системы здравоохранения.

В ответ на вспышку вируса «свиного гриппа» (H1N1), ставшего причиной многочисленных человеческих жертв (в 2009–2010 гг. было зафиксировано 18,5 тыс. случаев заражения с летальным исходом), ВОЗ в 2009 г. опубликовала документ «Готовность к пандемическому гриппу и ответные меры». В нем отражены рекомендации по изменению законодательной базы для подготовки к возможному появлению ситуации глобальной эпидемии [9].

В то же самое время на уровне ЕС был создан Европейский центр профилактики и контроля заболеваний. Перед ним ставились задачи информировать медицинских экспертов стран Евросоюза о рисках, связанных с вероятными вирусными инфекциями [10]. Каждое государство обязывалось сообщать остальным членам объединения и в Еврокомиссию о предпринимаемых им мерах по минимизации угрозы для выработки скоординированного противодействия. Основной площадкой для такой координации стал Комитет по безопасности здоровья [11].

Новая пандемия – на этот раз COVID-19 – по сути, может считаться крупнейшей биологической катастрофой в глобализированном развитом постиндустриальном обществе. Взяв свое начало в декабре 2019 г. в китайской провинции Ухань, она, ставшая следствием роста новых респираторных патогенных микроорганизмов, в течение 2–3 месяцев распространилась по всему миру, поставив перед национальными государствами и международными институтами серьезные вопросы на тему здоровья и выживания цивилизации.

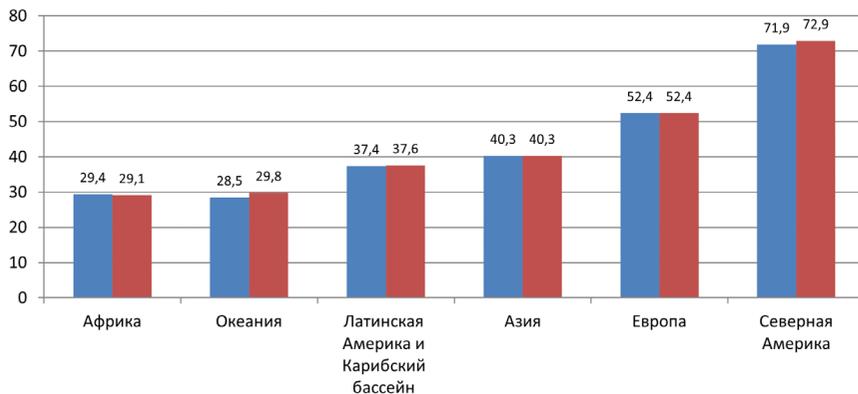


Рис. 3. Глобальный индекс безопасности здоровья с разбивкой по основным регионам мира в 2019 и 2021 гг.

Источник: рассчитано и составлено по данным [14]

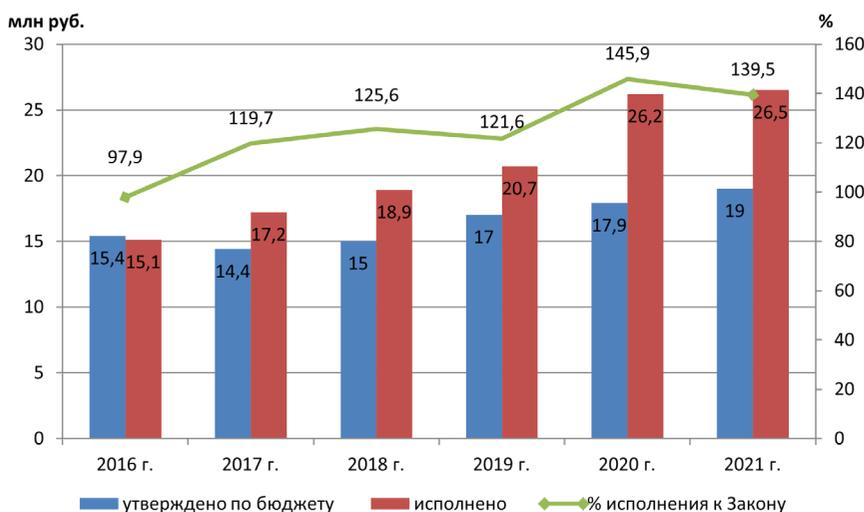


Рис. 4. Расходы республиканского бюджета на прикладные исследования в секторе здравоохранения в 2016–2021 гг.

Источник: составлено и рассчитано по данным [18–23]

По некоторым оценкам, COVID-19 является более опасным с точки зрения смертности и скорости распространения, чем, например, «испанский грипп», охвативший мир в 1918–1920 гг., жертвами которого, по разным источникам, стали от 17 до 100 млн человек (для сравнения: число погибших в Первой мировой войне составило 10 млн [12]). По приблизительным подсчетам, население Земли тогда сократилось на 2,7–5,3%, а количество

зараженных составило около 29,5% всего человечества [13].

Глобальный кризис, связанный с коронавирусной инфекцией, обнажил немало факторов уязвимости эпидемиологической защиты международного сообщества. Особенно наглядно об этом свидетельствует Индекс глобальной безопасности здоровья (GHS), который оценивает способность подготовиться к эпидемиям по шести категориям:

- профилактика;
- выявление и информирование;

- быстрое реагирование;
- состоящие системы здравоохранения;
- соответствие международным нормам;
- общая среда риска и уязвимость страны перед биологическими угрозами.

Средний балл страны в индексе GHS 2021 г. (38,9) практически не изменился по сравнению с 2019 г., демонстрируя сохраняющуюся слабость глобальной безопасности в области охраны здоровья. На рис. 3 представлены усредненные значения индекса GHS по регионам мира. Приведенные данные свидетельствуют о сохранении высокой вероятности деструктивного сценария в случае эпидемии, причем не только в периферийной зоне мировой системы, которая лишена современной санитарно-эпидемиологической инфраструктуры, но и в передовых странах, где преимущества высокого уровня развития технологий и возросший уровень жизни не защитили десятки миллионов людей от тяжелых последствий новой болезни.

Недостатки по сдерживанию пандемии на общеевропейском уровне особенно высветила пандемия в Италии в 2020 г., когда на начальном этапе государства-члены и институты ЕС недооценили серьезность сложившейся в этой стране ситуации. В системе национального здравоохранения возникли проблемы с маршрутизацией пациентов, изоляцией больных, определением их местонахождения. Проблемой стала нехватка необходимого оборудования (особенно аппаратов искусственной вентиляции легких), лекарственных средств, а также средств индивидуальной защиты и дезинфекции.

Усиление эпидемиологической безопасности и профилак-

тика инфекционных заболеваний приоритетны для политики белорусского государства в области здравоохранения [15]. В 2022 г. утверждена Концепция национальной системы обеспечения биологической безопасности. В 2023 г. создан Совет по биологической безопасности при Совете Министров Республики Беларусь, который является постоянно действующим формированием в данной области, осуществляющим координацию проводимой в стране работы по предупреждению, выявлению и снижению биологических рисков, в том числе связанных с негативным воздействием опасных биологических факторов на здоровье человека.

В обновленной Концепции национальной безопасности, где указанная проблематика обозначена впервые, обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения отнесено к числу основных национальных интересов. Среди главных угроз национальной безопасности в биологической сфере указаны занос, возникновение и распространение инфекционных и паразитарных заболеваний человека, в том числе новых, редких, ранее не встречавшихся и (или) вновь возвращающихся на территорию страны [16].

С учетом опыта борьбы с новой коронавирусной инфекцией в настоящее время ставится вопрос об усовершенствовании системы здравоохранения для защиты граждан от рисков эпидемиологического характера. В Национальной стратегии устойчивого развития на период до 2035 г. отмечается, что «приоритетной задачей станет поддержка и дальнейшее развитие сформированных в период пандемии COVID-19 механизмов управления системой здравоохра-

нения, интеграции всех ее звеньев с целью предотвращения распространения неизученных болезней и инфекций» [17].

Пандемия продемонстрировала, что Беларусь, сохранившая специализированные государственные структуры в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, ветеринарной деятельности, а также имеющая опыт быстрого реагирования на чрезвычайные ситуации, в мировом рейтинге безопасности здо-

ровья заняла в 2021 г. 63-е место (43,9 балла) из 195. Среди стран ЕАЭС это 4-я позиция, остальные места распределились следующим образом: в лидерах оказалась Армения (61,8 балла), Россия – на 2-м месте (49,1), Казахстан – на 3-м (46,1), Кыргызстан занял 5-е место с 42,4 балла. Причиной невысокой эффективности здравоохранения в некоторых странах зачастую является проблема бюрократии – то, что называют бюрократическим, или управленческим, провалом. Ученым предстоит

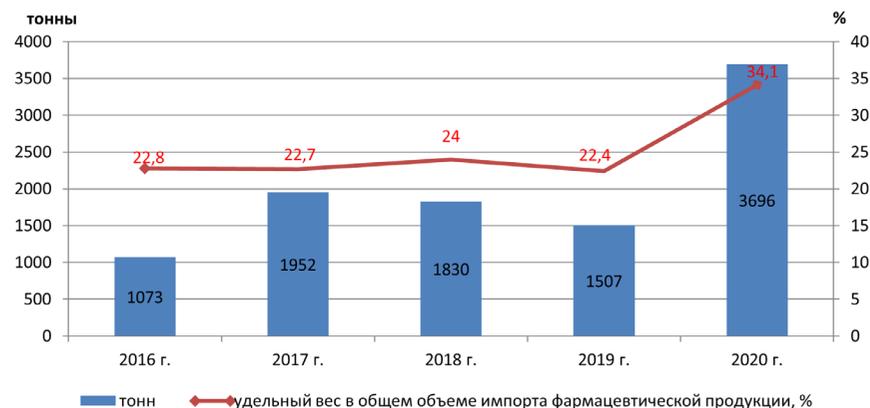


Рис. 5. Импорт вакцин, крови, сыворотки крови в 2016–2020 гг.

Источник: составлено и рассчитано по данным [24, 25]



Рис. 6. Показатели затрат на инновации вида экономической деятельности «Производство основных фармацевтических продуктов и фармацевтических препаратов» в 2016–2021 гг.

Источник: составлено и рассчитано по данным [27–32]

разработать механизмы преодоления этих трудностей.

Большую роль в случаях биолого-социальных чрезвычайных ситуаций играет наука. В 2020 и 2021 гг. были существенно увеличены бюджетные расходы на прикладные исследования в медицине и охране здоровья по сравнению с запланированными. Так, уровень исполнения бюджета составил соответственно 145,9 и 139,5% к параметрам, утвержденным в Законе «О республиканском бюджете» (рис. 4).

В условиях существующих ограничений внешнеэкономического характера особую актуальность приобретает разработка инновационных проектов, направленных на импортозамещение в фармацевтике. В начале пандемии страна импортировала почти 3,7 тыс. т вакцин, сыворотки и крови, что составляло 34% всего импорта фармацевтической продукции и было в 2,5 раза больше, чем в 2019 г. (рис. 5).

Реакцией на пандемию стали инновации, связанные с разработкой методов лечения и диагностики заболеваний, вызванных коронавирусной инфекцией. В результате проведения исследований были созданы диагностические наборы для выявления РНК вируса SARS-CoV-2, установления уровня иммуноглобулинов М, G и суммарных антител к возбудителю COVID-19, технология производства иммуноглобулина против вируса из плазмы иммунной анти-COVID-19, а также метод определения Т-клеточного иммунитета к нему [26].

В конце 2023 г. в Беларуси завершены клинические испытания отечественной вакцины против COVID-19. В ее разработке приняли участие РНПЦ эпидемиологии и микробиологии,

«НПЦ ЛОТИОС», БГМУ, ГомГМУ, РУП «Белмедпрепараты», РНПЦ трансфузиологии и биомедицинских технологий, Институт физиологии НАН, а также ОАО «БелВитунифарм», на площадях которого вакцина будет выпускаться: производственная база предприятия определена правительством как наиболее перспективная площадка для опытно-промышленного производства, исходя из степени готовности инфраструктуры, наличия подготовленных специалистов и возможности последующего развития биотехнологического кластера. Создаваемый в Витебске, он, как ожидается, сможет внести свой вклад в совершенствование отечественных биотехнологий и фармацевтики.

При этом, как видим, происходит снижение интенсивности затрат на инновации в фармацевтической отрасли, то есть их удельного веса в общем объеме отгруженной продукции: этот показатель уменьшился с 4,3% в 2017 г. до 1,2% в 2021 г. За тот же период в 2 раза упало соотношение расходов на инновации и объема инвестиций (рис. 6).

С целью снижения рисков биологических угроз имеет смысл дополнить государственную политику в области обеспечения безопасности населения следующими мерами:

- *поддержка ветеринарно-профилактических мероприятий, включающих применение современных средств мониторинга территорий, предупреждение загрязнения ферм и заболеваний, своевременное выявление опасных инфекций, повышение устойчивости скота к болезням, внедрение эффективных ветеринарных тест-систем и т.д.;*

- *осуществление комплекса организационных и управленческих мер для объединения усилий ветеринарии и медицины в области биотехнологий, а также оценка их эффективности;*
- *для выполнения научно-исследовательских, опытно-конструкторских и опытно-технологических работ, научного сопровождения инновационных проектов, опытно-промышленной апробации и внедрения в производство продукции, разработка которой по большей части требует биотехнического подхода, целесообразно создание и развитие интегрированных структур кластерного типа;*
- *проведение в период пандемии дополнительных мероприятий, призванных не допустить снижения инновационной активности организаций фармацевтической промышленности, через совершенствование финансовой и, в частности, налоговой политики (гранты и субсидии, административные меры поддержки, налоговые льготы, налоговые вычеты, льготные кредиты и другие меры финансовой помощи);*
- *снижение нормативных барьеров для инноваций, связанных с разработкой, утверждением и массовым производством вакцин, с учетом международного законодательства и передовых зарубежных практик;*
- *создание эффективного механизма spin-off-подходов (перехода биомедицинских исследований в область предпринимательства с участием создателей научных знаний) на основе проработки между-*

народного опыта взаимодействия коммерческих структур и исследовательских центров, участия сотрудников и профессоров университетов в spin-off-структурах;

- оптимизация инструментов кооперации в рамках Союзного государства путем создания технологической платформы для разработки фармацевтической и диагностической продукции мирового уровня.

Реализация предлагаемых мероприятий по обеспечению биологической безопасности позволит повысить уровень защищенности населения от распространения инфекционных заболеваний, которые представляют собой чрезвычайную ситуацию в области общественного здравоохранения, имеющую международное значение. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Шевырев Д.Н. Биологическая безопасность: социально-правовые и терминологические характеристики // Юрист. 2020. №4. С. 16–22.
- Доклад о человеческом развитии 2021/2022 // <http://hdr.undp.org/system/files/documents/global-report-document/hdr2021-22overviewr.pdf>.
- Бобылев С.Н., Соловьева С.В., Кирушин П.А. Крах глобальной модели потребления: в поисках устойчивости // Мировая экономика и международные отношения. 2022. Т. 66, №11. С. 92–100.
- Вернадский В.И. Научная мысль как планетарное явление. – М., 1991.
- Ranking of Countries With the Most Cattle // <http://beef2live.com/story-world-cattle-inventory-ranking-countries-0-106905#>.
- Number of pigs worldwide in 2023, by leading country // <http://www.statista.com/263964/number-of-pigs-in-selected-countries/>.
- Дэвис М. Птичий грипп. Глобальная угроза новой пандемии. – М., 2006.
- Чубарова Т.В. Эффективное здравоохранение как условие воспроизводства человеческого потенциала: современные вызовы для социальной политики // Экономическая безопасность. 2021. Т.4, №3. С. 607–628.
- Ведерников М.В. Национальные и коллективные практики преодоления пандемии COVID-19 в Европе // Мировая экономика и международные отношения. 2021. Т. 65, №12. С.50–60.
- Общество и пандемия: опыт и уроки борьбы с COVID-19 в России / Н.А. Авксентьев [и др.]; редкол. В.А. Мау [и др.]. – М., 2020.
- Салагай О.О. Борьба с инфекционными заболеваниями в Европейском союзе: правовая ретроспектива и современность // Право и политика. 2015. №3. С. 327–333.
- Малинецкий Г.Г. Риски, эпидемии и образ будущего // Человек. 2020. Т. 31, №6. С. 129–146.
- Новоселов В.М. От испанки до Covid-19: хроника нападений вирусов. – М., 2020.
- GHS Index. Global Health Security Index. Advancing collective action and accountability. Amid Global Crisis. December 2021 // http://www.ghsindex.org/wp-content/uploads/2021/12/2021_GHSIndexFullReport_Final.pdf.
- VI Всебелорусское народное собрание. Единство. Развитие. Независимость: Документы и материалы шестого Всебелорусского народного собрания, 11–12 февраля 2021 г. – Минск, 2022.
- Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь: Решение Всебелорусского народного собрания, 25 апр. 2024 г., № 5 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь // <http://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P924v0005>
- Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года // <http://economy.gov.by/uploads/files/NSUR/NSUR-2035.pdf>.
- Об утверждении отчета об исполнении республиканского бюджета за 2016 год: Закон Респ. Беларусь от 17 июля 2017 г. №49-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
- Об утверждении отчета об исполнении республиканского бюджета за 2017 год: Закон Респ. Беларусь от 17 июля 2018 г. №116-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
- Об утверждении отчета об исполнении республиканского бюджета за 2018 год: Закон Респ. Беларусь от 17 июля 2019 г. №215-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
- Об утверждении отчета об исполнении республиканского бюджета за 2019 год: Закон Респ. Беларусь от 17 июля 2020 г. №49-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
- Об утверждении отчета об исполнении республиканского бюджета за 2020 год: Закон Респ. Беларусь от 15 июля 2021 г. №123-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.
- Об утверждении отчета об исполнении республиканского бюджета за 2021 год: Закон Респ. Беларусь от 12 июля 2022 г. №186-3 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.
- Внешняя торговля Республики Беларусь [2000–2018]: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2019.
- Внешняя торговля Республики Беларусь [2015–2020]: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021.
- Гурский В.Л. Импортзамещающая индустриализация экономики Беларуси: предпосылки и перспективы // Наука и инновации. 2023. №1. С. 12–18.
- О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2016 году: статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2017.
- О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2017 году: статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018.
- О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2018 году: статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2019.
- О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2019 году: статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2020.
- О научной и инновационной деятельности в Республике Беларусь в 2021 году: статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022.
- Республика Беларусь, 2022: статистический ежегодник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. 2022 / редкол.: И.В. Медведева [и др.]. – 2022.



ПАНГЕНОМ ЧЕЛОВЕКА И ГЕНОМНАЯ МЕДИЦИНА



Владимир Савченко,
член-корреспондент
НАН Беларуси,
профессор



Междисциплинарный характер инноваций

Задача расшифровки генома человека потребовала международной кооперации в проведении процесса секвенирования общей последовательности нуклеотидов в молекулах геномной ДНК, включающей около 3,2 млрд оснований.

В начале XX ст. геном стал исследоваться путем сравнения внешних и прочих признаков у близнецов, родителей и детей, других родственников – целых семей. Данные наблюдения стали основой для понимания путей реализации наследственной информации, содержащейся в их геномах. Этой цели служило также изучение различных наследственных болезней, передававшихся от родителей к потомству – как сразу, так и на протяжении периода их жизнедеятельности. Постепенно накапливались клинические свидетельства о возникновении новых заболеваний в связи с появлением мутаций в геноме человека, особенно под влиянием химического или радиационного загрязнения окружающей среды.

Использование оптики микроскопа дало возможность установить связь между изменением числа или структуры 46 хромосом и определенными наследственными патологиями. Понимание зависимости между структурными изменениями хромосом или генов и состоянием здоровья человека позволило искать способы лечения генетически обусловленных заболеваний. В случае, когда мутация гена меняет активность или функцию его продукта, стало возможным избежать развития болезни путем назначения нормального химического аналога, способного участвовать в метаболизме и восполнять потерянную, но нужную функцию гена.

За последние несколько десятилетий в результате проникновения и применения физико-химических методов и информационных технологий в изучении и анализе молекулярной структуры генома человека начался нарастающий, лавинообразный процесс разработки и использования новых геномных технологий [1–2]. В результате коллективного труда на международной арене появились и были успешно задействованы для расшифровки генома человека три поколения, или фазы, технологий секвенирования последовательностей нуклеотидов в молекулах геномной ДНК. Эти инновации включали новизну, но вырастали из предыдущего опыта, ориентировались на улучшение технического устройства, автоматизацию, повышенную скорость секвенирова-

ния, миниатюрность устройств, надежность, снижение расходов.

Первое поколение упомянутых выше технологий было разработано сначала Алланом Максомом и Уолтером Гилбертом в 1976–1977 гг., а также в 1977 г. Фредериком Сенгером. В 1980 г. Гилберт и Сенгер получили Нобелевскую премию за вклад в определение последовательности нуклеотидов нуклеиновых кислот. Классическая технология Maxam and Gilbert была основана на процессе гидролиза и в настоящее время уже не используется. Базой для технологии Sanger выступает процесс полимеризации и пока находит применение только в виде автоматизированной версии.

Второе поколение, известное под наименованием NGS (Next Generation Sequencing), основано на принципе «вымывай и сканируй один нуклеотид за другим» и нуждается также в дополнительной амплификации фрагментов ДНК с помощью ПЦР. Технологии теперь располагают компактными автоматизированными секвенаторами с высокой скоростью расшифровки длинных последовательностей нуклеотидов при полной расшифровке геномов (Illumina, SOLiD, Pacific Biosciences, IonTorrent).

Третье поколение технологий секвенирования получило название SMS (Single Molecule Sequencing). Они работают на отдельных молекулах ДНК и не требуют процесса амплификации изучаемой последовательности нуклеотидов, что снижает уровень ошибок. Используют разные физико-химические принципы исследования биологических структур и процессов.

Если технологии первого поколения могут еще включаться в рабочий процесс в отдельных лабораториях, то второго (NGS) сегодня доминируют на рынке – главным образом благодаря высокой скорости и значительному снижению стоимости процесса секвенирования геномной ДНК. Технологии третьего поколения продолжают изучаться и быстро совершенствоваться. За ними, судя по всему, будущее [3].

Секвенирование генома человека

Следует напомнить, что Международный проект «Геном человека» (ПГЧ) начал функционировать еще в 1998 г. и выполнялся Международным консорциумом лабораторий с целью полной расшифровки последовательностей нуклеотидов геномной ДНК. Его финансирование составляло более 3 млрд долл., а завершение работ ознаменовалось публикацией в 2001 г. в научных журналах и в Интернете

для открытого использования расшифрованных последовательностей оснований в молекулах ДНК из 23 хромосом гаплоидного генома половых клеток. Это были первые «грязные» последовательности ДНК генома человека, включавшие также возникшие пропуски и неточности. Работа продолжалась, и в 2004 г. Международный консорциум и частная компания Celera Genomics опубликовали свои, дополнительно проверенные и уточненные последовательности оснований гаплоидного генома человека. Он в качестве референтного объекта включает 3 054 815 472 пар оснований молекул ДНК половых клеток, несущих хромосому X. Диплоидные клетки тела имеют двойной набор молекул ДНК – от матери и отца, и общие последовательности нуклеотидов их ДНК превышают 6 млрд пар оснований. Было объявлено, что геном человека содержит от 20 тыс. до 25 тыс. генов, хотя в начале проекта предполагалось, что их может быть 100 тыс.

Так завершился на рубеже столетий первый этап расшифровки генома человека. Результаты секвенирования геномной ДНК человека и кодирующие последовательности генов и протеинов находятся в базе данных U.S. National Center for Biotechnology Information (США) со свободным доступом через Интернет, а также в аналогичных центрах в Европе и Азии.

На протяжении первых двух десятилетий XXI в. работы по изучению генома человека успешно продолжались и расширялись в рамках ряда новых проектов. Они создавали научную базу для практического использования новых знаний по тестированию генома для его терапии, диагностики наследственных заболеваний, создания новых лекарств направленного действия и их доставки в пораженный орган, стимулировали развитие регенеративной и персональной медицины. Среди работ, продолжающих изучение генома, следует отметить проект «1000 геномов» (2008; геномы представителей разных этнических групп), проект синтеза генома человека (GP-Write, 2016; синтез генома химическим способом), британский проект «100 тыс. геномов» (2012; выявление редких болезней, рака, инфекций), проект «100 тыс. азиатских геномов» (2016; представители 19 стран). Международный консорциум по геномике рака подготовил свое руководство для использования в клиниках для лечения пациентов. Следует отметить также национальные медицинские проекты, такие как «Эстонский геномный проект» и «Катарская геномная программа». Все эти исследования, нацеленные на изучение генетических различий между индивидами, уделяли особое внимание полиморфизму нуклеотидов.

Важным результатом выполнения различных проектов стало совершенствование геномных технологий, снижение цены и повышение эффективности технологии секвенирования ДНК примерно на два порядка. В частности, это произошло за счет использования флуоресцентных меток, их лазерного считывания и капиллярного электрофореза для разделения оснований. Таким образом был открыт технологический путь для использования алгоритмов геномной медицины в лечении пациентов. Ряд развитых стран, включая США, Францию, Соединенное Королевство и Германию, первыми предприняли шаги в направлении создания для своих граждан национальных служб геномной медицины. Как показывает практика, именно эта область становится источником инноваций для модернизации систем здравоохранения передовых современных государств.

Структура генома человека

Секвенирование молекул геномной ДНК и анализ полученных последовательностей оснований позволили вскрыть структурную организацию ядерного генома человека. Его геномная ДНК структурирована в диплоидном кариотипе человека, включающем 23 пары хромосом, причем одна пара отвечает за развитие зиготы либо по женскому пути (XX), либо по мужскому (XY). Клеточные органеллы митохондрии, участвующие в энергетическом обмене, имеют свою собственную ДНК, похожую на геном бактерии. По более полным оценкам, гаплоидный геном человека включает 3 117 275 501 пар оснований. Эти основания группируются и кодируют гены, которые после транскрипции и-РНК и трансляции закодированной последовательности аминокислот превращаются в молекулы протеинов. При этом из молекулы информационной РНК не вырезаются кодирующие интроны, а кодирующие последовательности объединяются в экзоны, которые формируют сначала полипептидную цепь аминокислот, а затем 3-мерную молекулу белка. Часть молекул геномной ДНК кодирует синтез молекул рибосомной РНК, транспортной РНК, регуляторных РНК, коротких ядерных РНК, которые не транслируются, но участвуют в жизнедеятельности клеток. Последовательности ДНК играют регуляторную и структурную роль в центромерах, теломерах, выполняют роль сигнала для начала репликации. Геном наполнен псевдогенами, «молчащими» геномами вирусов, рядом ретровирусов с полезными функциями.

В 2021 г. был секвенирован геном женщины, который не содержал мужской Y-хромосомы; анализ подтвердил наличие в нем 63 494 последовательностей нуклеотидов, характерных для разных генов, в том числе 19 969 – кодирующих синтез протеинов. Геномная ДНК включала также регуляторные последовательности, гены для синтеза различных клеточных РНК, последовательности генов с неизвестной функцией, а также множества интронов, повторов LINE и SINE. Лишь 1,5% геномной ДНК занимают последовательности для генов, кодирующих синтез протеинов, из которых в основном и состоит организм человека.

По мере секвенирования новых геномов человека накапливались последовательности геномной ДНК, которые расширяли объем известного геномного биоразнообразия человека. Возникло предложение упорядочить эту информацию путем создания пангенома человека с целью его дальнейшего практического использования при реализации новых проектов.

Референтный пангеном человека

Пангеном вбирает в себя все разнообразие генов, зафиксированное в индивидуальных геномах, и поэтому характеризует как обязательные для жизнедеятельности вида функции, так и специфические, в том числе редкие и уникальные. Как система он включает ядро из обязательных генов, которые представлены и функционируют в каждом геноме изучаемого множества, оболочку из вспомогательных генов у двух и более членов множества и облако из единичных и редких генов, специфичных для множества. Компактное графическое изображение пангенома дает полное представление о разнообразии входящих в него генов и их взаимодействии с самыми разными условиями окружающей среды. Темп эволюции пангенома зависит от изменения частоты дупликации генов, возникновения новых и динамики потери менее эффективных, а также взаимодействия видового генома с множеством мобильных элементов, циркулирующих в популяции или биоценозе.

Осуществляется с помощью диаграммы Венна, которая напоминает распустившийся цветок с венчиком лепестков. В центре располагаются группы функциональных генов, обеспечивающих базовые экзистенциальные функции: размножения, процессов жизнедеятельности, адаптации к среде обитания и выживания. Различия в ядрах пангеномов у

штаммов или видов бактерий могут достигать 30%, поскольку они способны нести мобильные плазмиды ДНК с генами не только от своего, но и других видов. Такие пангеномы принято называть открытыми, в отличие от закрытых (у линий или семей отдельных видов эукариот) с минимальным количеством мобильных генов. Таким образом, формирование пангеномов позволяет наглядно представлять структуру генетического разнообразия, что важно при оценке эволюционных перспектив редких или охраняемых видов.

В оболочке пангенома сгруппированы гены, связанные с приспособлением к конкретным экологическим нишам. Но такие гены могут быть представлены не во всех геномах изучаемого множества. Это может быть результатом адаптации к локальным условиям фотосинтеза или симбиоза с другими видами в биоценозе. Оболочка и ядро пангенома отражает степень его вариабельности, в то время как во внешнем облаке сосредоточены только уникальные или специфичные гены, характерные лишь для отдельных редких геномов изучаемого системного пангенома. Различают пангеномы, сформированные на аннотациях отдельных генов и их семей, а также основанные на нуклеотидных последовательностях геномных ДНК.

При использовании первого метода необходимо сначала выявить в результате анализа аннотаций их ортологические ряды для построения графов. Ортологические группы кластеризуют с учетом порога вхождения гена в группу. На основе полученных данных строится структура пангенома. Если необходимо, проводится одно или несколько выравниваний последовательностей ядра пангенома, реконструкция филогенетических связей и повторные визуализации. Существует список различных компьютерных программ для проверки и выбора лучших вариантов анализа собранных данных и визуализации результатов.

Второй метод построения пангенома для различных по численности общностей организмов основывается на полученных последовательностях нуклеотидов их геномной ДНК. При этом делаются многократные выравнивания этих последовательностей с использованием графов. Это связано с тем, что у видов эукариот доминирует вариабельность из разных единичных нуклеотидов, и с их точной идентификацией возникают трудности в результате частых ошибок. Для второго метода также имеются специальные компьютерные программы и онлайн-сервисы, облегчающие анализ последовательностей, исправление выявленных ошибок и построение лучшего пангенома.

Геномные технологии позволили многократно секвенировать геном человека (как мужчин, так и женщин) из разных этнических групп, разнообразных географических и экологических зон и сейчас, когда назрела необходимость создания планетарного пангенома человека, выходят из состояния инструмента и становятся основой создания медицинского сервиса обследования и диагностики для предупреждения и лечения наследственных заболеваний. В 2022 г. была опубликована статья о необходимости подготовки пангенома человека, а в 2023 г. появился хорошо документированный коллективный отчет о проделанной работе по проектированию первого референтного пангенома [4, 5].

Последовательности нуклеотидов геномной ДНК человека, находящиеся в открытом доступе, свободно используются два последних десятилетия в различных лабораториях при выполнении новых международных и национальных исследовательских проектов. Однако теперь пришло время позаботиться о создании инновационного обобщенного пангенома человека. Это обычно делается для различных видов прокариот и эукариот в рамках изучения и охраны природного биоразнообразия. Поэтому для этой цели был образован Консорциум для создания референтного пангенома человека. Была поставлена цель дополнительно выверить имеющиеся длинные и короткие последовательности нуклеотидов геномной ДНК из ранее секвенированных мужских и женских геномов с построением графов и включением туда новых последовательностей теломер и центромер для повышения качества и полноты референтного пангенома человека. Он должен содержать более полное и корректное представление глобального геномного разнообразия, точно отражать ассоциации между генами и вызываемыми ими болезнями в популяциях человека, расширять масштабы изучения геномной изменчивости многочисленных повторов и полиморфных участков генома. Это необходимо как для проведения дальнейших медико-биологических исследований, так и организации точной геномной медицины для пациентов.

Первый референтный геном человека важен для инициации проектов и организации обмена данными, выполнения функциональной и структурной аннотации отдельных генов и их семей, осуществления эпигеномного анализа, для оценки и сравнения полученных результатов при создании новых или завершении начатых исследовательских проектов. В настоящее время в качестве референтного генома используется мозаика последовательностей

нуклеотидов GRCh38, полученная ранее всего от двух десятков индивидов. Однако она не может рассматриваться в качестве глобальной реферативной выборки для всего нашего вида, так как включает также многие короткие последовательности длиной 50–300 пар оснований, что затрудняет текущее изучение участков генома, содержащих высокое число повторов, границы которых становятся размытыми при стыковке коротких ансамблей нуклеотидов. Кроме того, многие последовательности нуклеотидов для отдельных хромосом содержат уже известное количество ошибок, пропусков и неполных данных. Это естественно для первой референтной последовательности нуклеотидов GRCh38, полученной 20 лет назад.

Структура референтного пангенома

При его проектировании и формировании следовало устранить все выявленные недостатки. Прежде всего авторы пангенома расширили в 2 раза охват исходной геномной базы – до 47 секвенированных женских и мужских геномов из разных географических зон планеты. Это дает возможность более полно судить о геномном и генетическом разнообразии нашего вида. Консорциум «Теломера к теломере» (T2T) успешно завершил расшифровку последовательностей нуклеотидов теломерных участков гаплоидного генома, и эту информацию включили в структуру пангенома человека. Использование данных T2T-CHM13 способствовало дополнительному открытию полиморфизма одиночных нуклеотидов (SNP) объемом 3,7 млн единиц и уточнению действительного числа копий вариантов (CNV) в сохраненных данных проекта «1000 геномов». Дополнены данные о частоте полиморфизма структурных вариантов в популяциях и мелких потерь и вставок нуклеотидов как источников геномного разнообразия.

Авторы осуществили полную проверку, верификацию и создали аккуратный ансамбль последовательностей нуклеотидов 47 геномов человека, отобранных для демонстрации существующего геномного разнообразия всем желающим. Это означает, что новые проекты по дальнейшему изучению нашего генома, как и использованию пангенома в целях диагностики и разработки протоколов терапии в рамках геномной медицины, могут свободно осуществляться. Сами геномные технологии становятся на путь развития от научного инструмента

для анализа к активному протоколу терапии с целью дальнейшего совершенствования существующей ныне системы здравоохранения.

Труд по составлению аннотаций генов и отдельных гаплотипов для множества из 47 разных геномов авторы выполнили с пониманием ценности такой информации для пользователей. При конструировании пангенома была использована визуализация путем построения графа с узлами в точках пересечения ребер, составленных на основе имеющихся последовательностей нуклеотидов. Каждый такой узел может иметь только две ориентации – вперед или назад. Между двумя соседними узлами возникает четыре крайние точки, отражающие их взаимную ориентацию. Последовательности гаплотипа можно представить в виде шагов прогулки по графу. Модель генома – в виде сочетания многочисленных вершин и множества соединяющих их ребер на основе последовательностей, которые были использованы для построения графа. Последовательности каждого гаплотипа находят свое место недалеко от его ближайшей вершины.

Визуализация системы пангенома заключается в выявлении кластеризации вершин и ребер в пространстве графа, что позволяет сделать анализ его структуры. Мы сразу начинаем понимать, каким сложным и многокластерным образованием является спроектированный и затем построенный пангеном. Следует обратить особое внимание на самые крупные вершины и самые многократные связи, поскольку именно на них держатся все остальные составляющие пангенома.

Авторский коллектив проектирования и осуществления грандиозного проекта пангенома проделал масштабную работу по сбору, верификации и анализу коротких и длинных последовательностей нуклеотидов, их тщательному анализу и использованию для построения трех разных моделей графов для их сравнения и более полной визуализации всей накопленной геномной информации. Разработчики пангенома выбрали и реализовали три разные граф-конструкции: Minigraph, MC и PGGB.

Minigraph использует `minimap2 algorithm34` для быстрого переноса выбранных известных последовательностей нуклеотидов GRCh38 и CHM13 в пространство создаваемого графа. Все обнаруженные новые структурные варианты размером ≥ 50 пар оснований постепенно вносятся дополнительно. Но Minigraph не создает своих последовательностей и не дополняет имеющихся линейных структур из обоих источников. Это означает, что референтные последовательности нуклеотидов сохраняются в исход-



Ансамбль последовательностей нуклеотидов
47 геномов человека

Источник: <https://edition.cnn.com/2023/05/10/health/human-pangenome-science-wellness/index.html>

ном состоянии и находятся в единой локации создаваемого графа пангенома.

МС-модель имеет цель сформировать пангеном и учесть при этом наряду с двумя исходными источниками также все мелкие структурные варианты последовательностей вплоть до уровня SNP. Но, с другой стороны, из структуры МС-графа было решено удалить длинные последовательности ДНК-сателлита, который не связан ни с какой конкретной хромосомой и поэтому представляет собой фактически нечто вроде информационного шума. Удаление последовательностей размером ≥ 100 kb, не являющихся референтными, упрощает структуру МС-графа без потери его качества, поскольку два исходные и вновь позднее добавленные структурно и функционально значимые элементы геномного разнообразия гаплотипов сохранены как референтные. С осторожностью контролировались и были также удалены и не вносились в МС-граф сомнительные и ошибочные последовательности, обнаруженные в ансамблях в точках их соприкосновения, а также в гаплотипах, когда проводилась декомпозиция отдельных хромосом. Исправленные версии графов на базе секвенсов GRCh38 и CHM13 были сделаны, когда выяснилось, что при соприкосновениях коротких последовательностей нуклеотидов могут возникать длинные делеции, что неприемлемо для референтного пангенома.

Модель построения графа PGGB отличается от описанных выше Minigraph и МС прежде всего тем, что она предусматривает использование всех последовательностей нуклеотидов, содержащихся в исходных секвенсах GRCh38 и CHM13, на основе симметричного сравнения всех изучаемых геномов – каждого с каждым. Это значит, что все без исключения ансамбли нуклеотидов играют роль

референтных. При наличии огромного количества сомнительных парных последовательностей, горячих точек структурных вариаций, включая центромеры и единичные повторы, для которых нужно строить субграфы, возникает тенденция снижения уровня изменчивости в последовательностях повторов. Кроме того, без фильтрации быстро эволюционирующих последовательностей сателлитной ДНК или сомнительных участков быстро растет объем коротких и единичных вариантов изменчивости, что увеличивает степень и сложность геномного разнообразия. В этом также есть и положительный аспект, поскольку в пангеноме более полно отражается фактическая структурная и функциональная геномная вариация среди людей. Кроме того, упрощается выявление и анализ с единой позиции всех структурных и функциональных аспектов изменчивости с учетом аннотаций новых ансамблей и их интеграции в общую картину пангеномной вариативности. Представлено аллельное разнообразие генов и его сложная и временами причудливая архитектура. Достоинством PGGB-модели пангенома и сконструированного на его основе графа являются возможности анализа множества скопированных и сохраненных данных о структурных вариациях (SVs), представляющих практический медицинский интерес для диагностики и выбора метода лечения. Сам процесс конструирования графа включал три фазы: а) выравнивание исходных последовательностей нуклеотидов; б) трансформация выровненных последовательностей в граф без потерь; в) нормализация графа с помощью алгоритма для упрощения сложного комплекса возникших мотивов среди повторов.

Отметим, что Консорциум по конструированию пангенома человека завершил начатую работу

и представил это справочное издание в журнал Nature для всеобщего доступа. Первый пангеном человека основан на диплоидных последовательностях нуклеотидов из геномов 47 предварительно отобранных индивидов обоих полов на различных континентах и прошел необходимую верификацию на уровне 99%. Выравнивания этих последовательностей и их информационный анализ осуществлялись по компьютерным программам и алгоритмам. Исходные последовательности геномов точны как на уровне хромосом, так и оснований, включая единичные. К исходным последовательностям нуклеотидов и гаплотипов авторы добавили выявленные новые аллели в структурно сложных локусах. К эталонным последовательностям GRCh38 добавили 119 млн пар оснований из эухроматических полиморфных участков и от 1115 дупликаций генов. Структурная вариация геномов затронула еще около 90 млн пар оснований. Анализ структуры пангенома позволил уменьшить число скрытых ошибок их обнаружения в коротких последовательностях и значительно увеличить количество структурных вариантов по сравнению с исходными данными о последовательностях нуклеотидов в геномах. Необходимо отметить роль информационных технологий в контроле процесса формирования графов, визуализации полученных результатов и определении их надежности. Таким образом, первый пангеном человека начинает выполнять свою роль координатора усилий по подготовке новых проектов и надежного справочника по структуре нашего генома. Можно утверждать, что появился научный фундамент для дальнейшего развития геномной медицины.

Сервис «Геномная медицина»

Попробуем осмыслить, каким образом мы можем использовать научные достижения геномики для лечения наследственных заболеваний, консультирования молодых людей, создающих семьи, или пожилых, боящихся развития старческих немощей. Ответ будет простой: в сотрудничестве клинической медицины и геномики с ее технологиями при поддержке населения можно создать новый сервис – «Геномная медицина».

Первоочередная задача – формирование профессиональной структуры, которая займется планированием и организацией новой, доступной для населения службы, в функции которой будет входить анализ геномов, консультирование по его результатам, определение диагноза и выбор стра-

тегии лечения, если оно потребуется. Общее руководство этой структурой логично будет возложить на национальный орган здравоохранения. Законодателям в соответствии с Конституцией предстоит определить порядок формирования новой службы, ее права, обязанности и ответственность за результаты работы. Финансирование могут осуществлять государство, бизнес и сами пациенты путем взаимной кооперации. Что же нам нужно будет строить и создавать, как стимулировать использование геномных технологий в рутинной клинической практике? Как будем налаживать социальный контакт и отношения между пациентами, членами их семей и персоналом клиник для гарантирования интересов пациентов? Ответы на эти вопросы нам предстоит искать в ближайшем будущем.

В таком компактном государстве, как Республика Беларусь, лидером нового сервиса должна стать столица как административный и научный центр при тесной кооперации с региональными центрами. Их в стране, таким образом, суммарно семь, и в практическом отношении это оптимальное количество для успешной реализации задач, стоящих перед национальной службой геномной медицины. Ключевыми ее рабочими структурами станут Центр секвенирования генома, Центр анализа генома и диагностики, Центр выбора и реализации стратегий лечения, Центр обучения и повышения квалификации. Залог успешной деятельности нового сервиса – желание медицинских работников, ученых и пациентов сотрудничать и оказывать взаимную помощь в выполнении задач службы по организации и предоставлении качественной медицинской помощи. Это важно как для наших граждан, так и для иностранцев, которые смогут воспользоваться им, как только сервис «Геномная медицина» начнет успешно функционировать. Особенно полезной он будет для детей и лиц, страдающих онкологическими заболеваниями. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Савченко В.К. [и др.]. Человек. Биотехнологии. Биоэтика / под общ. ред. члена-корр. В.К. Савченко. – СПб., 2021.
2. Савченко В.К. Геном человека: эволюция, технологии, этика. – Минск, 2022.
3. Куэйл М.А. [и др.]. Рассказ о трех платформах секвенирования следующего поколения: сравнение секвенсоров Ion Torrent, Pacific Biosciences и Illumina MiSeq // BMC Genomics. 2012. Vol. 13. P. 341.
4. Wang T., Antonacci-Fulton L., Howe K. [et al.]. The Human Pangenome Project: a global resource to map genomic diversity // Nature. 2022. Vol. 604. P. 437–446.
5. Liao W.W., Asri M., Ebler J. [et al.]. A draft human pangenome reference // Nature. 2023. Vol. 617. P. 312–324.

ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ В АНТРОПОГЕННОМ ЛАНДШАФТЕ

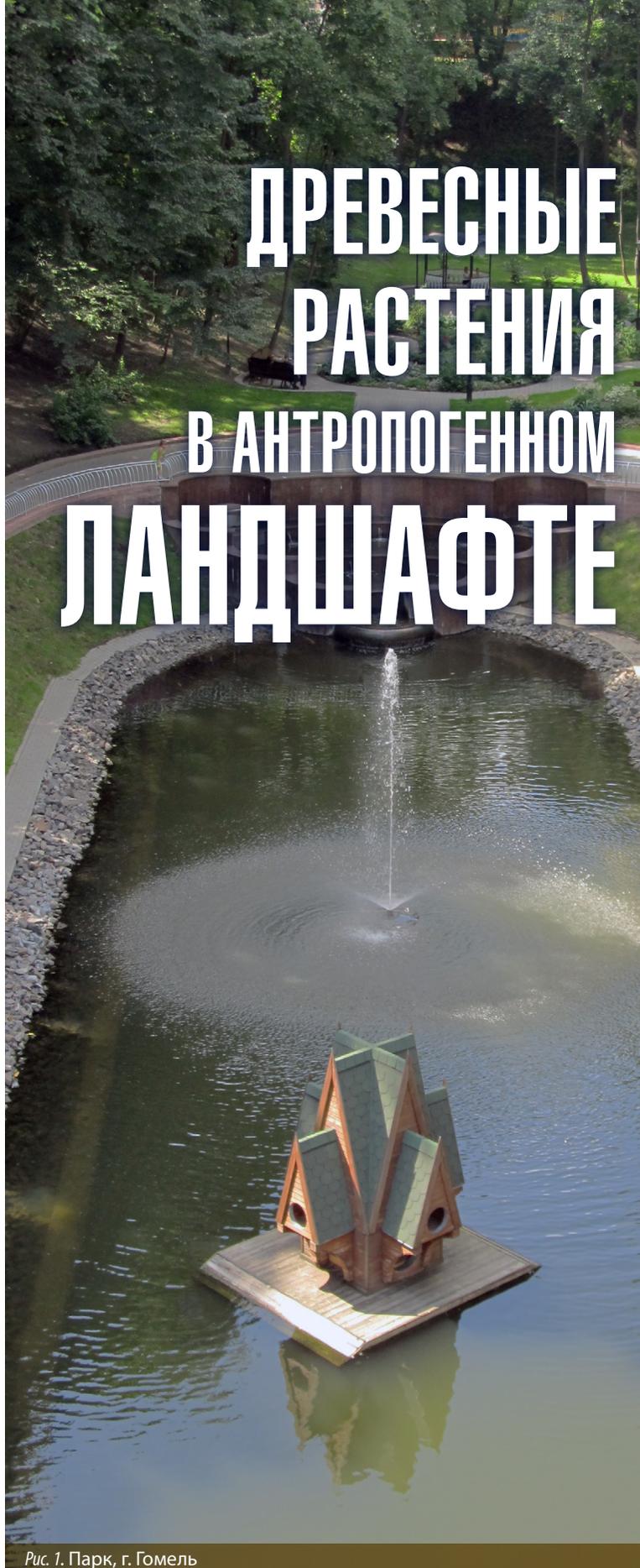


Рис. 1. Парк, г. Гомель



Игорь Гаранович,
кандидат
биологических наук,
доцент

Экосистема – огромный комплекс сообществ растений, животных, микроорганизмов и неживой среды, взаимодействующих между собой и образующих единое функциональное целое. Ввиду сильной антропогенной нагрузки в городах многие экосистемы находятся под угрозой. К сожалению, несовершенство экономического фактора приводит к негативным последствиям как для природы, так и для устойчивого социально-экологического развития населенных пунктов [11].

Зеленые насаждения в условиях города

Загрязненный атмосферный воздух – серьезный экологический фактор, оказывающий значительное влияние на структуру и функции древесных насаждений. Для растений урбанофлоры характерна выраженная пластичность и изменчивость. Первоначально их адаптация осуществляется за счет изменения метаболизма и биохимии, затем наблюдается трансформация их морфоструктуры, а на последнем этапе – внутривидовая дифференциация и перестройка популяционной структуры. Завершиться этот процесс может снижением обилия вида и в конечном итоге – его полным «выпадением» из растительного покрова.

Одновозрастные особи растений в популяциях, произрастающих в урбанизированной природной среде, находятся в жизненном состоянии разного уровня. Различия проявляются в активности метаболизма, росте, формообразовании, способности к репродукции и т.п., что в комплексе определяет устойчивость к стрессовым воздействиям, возможность размножаться, а также степень развития вегетативной массы, которые позволяют растениям контролировать свое жизненное пространство [8].

Воздух, содержащий вредные примеси, оказывает угнетающее действие на ростовые процессы, но существуют и другие последствия контакта с ним. Под влиянием атмосферных токсикантов развитие растений значительно изменяется. Наблюдается ускорение прохождения основных фенофаз (набухания и распускания почек, цветения, осенней окраски и листопада), сокращается продолжительность вегетационного периода: установлено, что на задымляемых участках он в большинстве случаев короче у устойчивых и среднеповреждаемых видов, и наоборот, более продолжителен у менее устойчивых. Это приводит к неподготовленности последних к наступлению холодов, снижению их зимостойкости и преждевременному отмиранию. Поэтому в урбанизированной среде основные фенофазы начинаются раньше. Особенно значительны эти различия в осенний период, на заключительных этапах вегетации, что обусловлено способностью листьев постепенно накапливать вредные вещества, количество которых достигает критических значений в разное время, но всегда приводит к одному: преждевременному опадению листвы. Характер и величина этих сдвигов варьируют в зависимости от вида и его газоустойчивости.

Известен факт негативного влияния техногенной нагрузки со стороны автотранспорта в крупных городах на древесные растения, обладающие высокой чувствительностью и стабильностью ответной реакции на действие различных внешних факторов [10]. Их репродуктивная способность в городских зеленых насаждениях существенно угнетается [11]. Изменяется ассимиляционный аппарат. Именно его функциональность определяет прирост первичной продукции и сопряженный с ним процесс выделения кислорода, выступая важным критерием оценки состояния растений. Основной фактор, обеспечивающий активность поглощения солнечной энергии, – это площадь фотосинтезирующей поверхности листа; только у хвой в процессе фотосинтеза участвует вся поверхность [3, 11].

Ассимилирующие органы древесных растений первыми и в наибольшей степени повреждаются токсичными веществами. Это вызвано тем, что они по своему строению и функциональной роли наиболее приспособлены к интенсивному газообмену. Поэтому самым точным показателем поражения антропогенными загрязнителями выступают визуально отличаемые изменения ассимиляционного аппарата, а затем уже и всего растения. Появление различных внешних признаков повреждения газами или аэрозолями свидетельствует о произошедших в растительном организме изменениях, заканчивающихся разрушением пигментов, клеточных и субклеточных структур [11]. Наблюдается видовая специфика устойчивости. Например, установлено, что массив насаждений ели колючей меньше повреждается под влиянием техногенных экологических факторов (ко второй

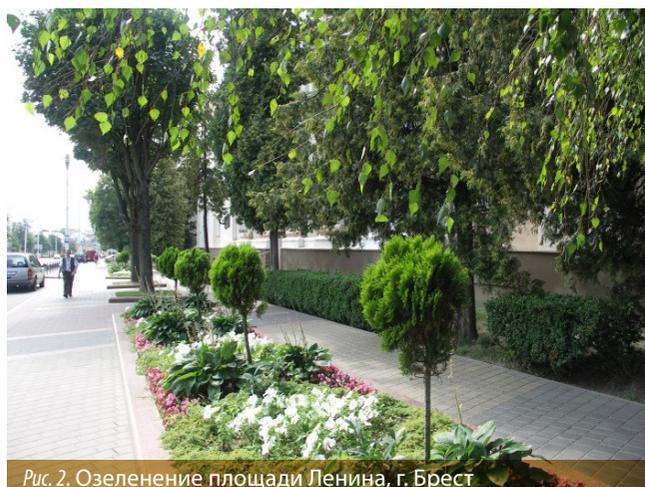


Рис. 2. Озеленение площади Ленина, г. Брест

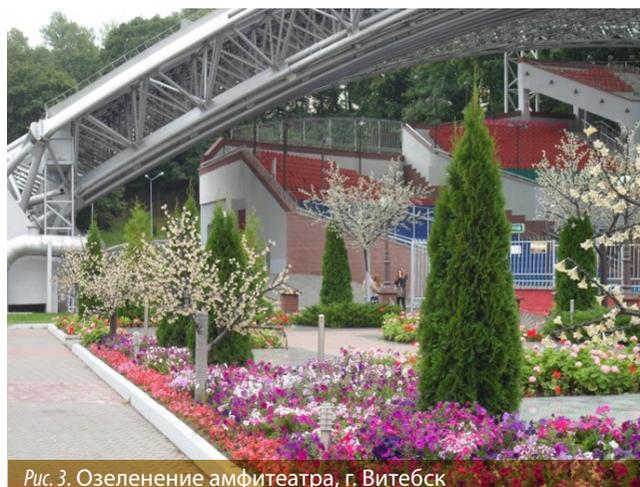


Рис. 3. Озеленение амфитеатра, г. Витебск

категории отнесено 55% связей). В свою очередь, степень поврежденности ели с высокой корреляционной зависимостью отражает уровень техногенной нагрузки (к первой категории соответствия отнесено 52% связей) [10, 11]. Существует принцип экологически замещающей породы, который подразумевает ввод лесообразующего интродуцента не в пустующую экологическую нишу, а для того, чтобы занять часть ниши местной породы, наиболее сходной с интродуцентом в экологическом отношении. Отсюда естественно вытекает, что и перспективность интродуцента должна оцениваться не в одном ряду с другими интродуцентами, а в сравнении с местной замещающей породой [4].

Различают две группы повреждений токсичными газами: видимые и скрытые. Внешние признаки поражения деревьев носят различный характер – от изменения окраски, некрозов ассимиляционных органов, недоразвития побегов, сухостебельности до полной гибели растения. Скрытые повреждения проявляются в снижении продуктивности за счет ингибирования фотосинтеза, изменении метаболизма, ускорении старения, увеличении восприимчивости к болезням и вредителям [10].

В зависимости от интенсивности и длительности воздействия загрязнителей выделяют три вида повреждений растения: острое, хроническое и скрытое. Острая стадия визуально определяется по появлению хлороза или побурению отдельных участков листа, понижению тургоросцентности. При хроническом поражении происходит сокращение плотности олистования кроны деревьев, уменьшение размеров листьев и хвои, преждевременный

листопад, снижение интенсивности прироста по высоте и диаметру. Скрытые повреждения проявляются в снижении интенсивности жизнедеятельности растений.

Одна из причин частичного или полного усыхания древесных растений – некрозно-раковые болезни, вызываемые полупаразитными микромицетами и бактериями. Особой вредоносностью отличаются бактериальная водянка (мокрый рак) на видах семейства Ивовые, тиростромоз на вязе приземистом, цитоспоровый некроз на тополях [11].

Следует иметь в виду, что некоторые изменения физиологического характера не связаны напрямую с загрязнением воздуха, а могут быть вызваны погодными условиями. Эти явления наблюдаются, например, при засушливой погоде или во время жары с повышенной влажностью воздуха.

Существуют различные методы оценки качества древесной растительности [10, 11]. Для парковых насаждений наиболее пригодна системная шкала категорий жизненного состояния деревьев по характеристике кроны [1].

Визуальная оценка состояния древостоя производится по пятибалльной шкале, согласно которой классы повреждения лиственных пород деревьев соответствуют следующим градациям: 1 балл – отсутствие повреждений; 2 – на отдельных ветвях слабые некрозы, уменьшение размеров листьев в верхней части кроны; 3 – мелкие листья по всей кроне, слабые некрозы; 4 – есть сухие ветви, мелкие листья; 5 – повсеместно сухие ветви, пораженные листья. Диапазон количества поврежденных листьев: 1 – нет дефектов; 2 – до 15%, 3 – 15–50%, 4 – 50–85%, 5 – 85–100%.



Рис. 4. Фрагменты озеленения, г. Гродно

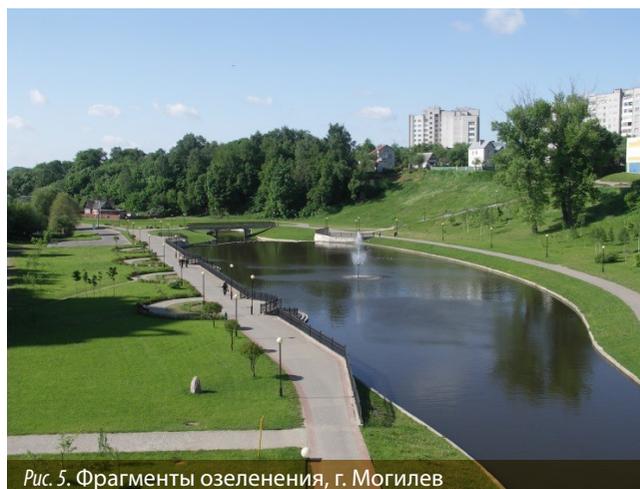


Рис. 5. Фрагменты озеленения, г. Могилев

Оптимизация условий содержания зеленых насаждений в городской среде

В современном мире зеленое строительство отличается достаточно высоким качеством. Сегодня не только создаются новые озеленительные объекты, но и решаются проблемы их реконструкции и реставрации в связи с изменяющимися структурно-функциональными особенностями. Тем не менее вопросы содержания насаждений по-прежнему остаются актуальными.

Проблемы их создания и сохранения многофакторные. Одна из них – отсутствие концепции развития зеленых территорий, предполагающей обособление совокупности конструктивных идей и правил, позволяющих сформировать устойчивую во времени и пространстве комфортную для человека окружающую среду. Существующие государственные стандарты для благоустройства городских и сельских поселений предусматривают организацию, как правило, непрерывной системы озелененных территорий общего пользования и других открытых пространств в их связи с природным «каркасом». Потребность в разработке концепций озеленения конкретных населенных пунктов вызвана своеобразием их природных и урбанистических условий. В рамках этих планов предлагаются пути гармонизации жилых ансамблей и создания здорового жизненного пространства для жителей. К основным принципам формирования такого рода концепций следует отнести ландшафтный, принцип функционального зонирования территории и историко-архитектурный. Последний предполагает необходимость учитывать особенности архитектурных стилей городских районов, появившихся в разные исторические эпохи [10, 11].

Выявлено, что для повышения экологической устойчивости городов требуется максимальное сохранение существующих ценных ландшафтов, а также водоемов, и их рациональное использование. Необходимо формирование на вновь осваиваемых и реконструируемых территориях жилой и общественной застройки участков зеленых насаждений общего пользования, планировочно взаимосвязанных с лесными массивами города и пригородной зоны; перераспределение транспортных потоков при помощи разгрузки загазованных магистральных улиц, уменьшение доли грузового транспорта в центральных районах. Вдоль основных транспортных магистралей требуется создать шумозащитные

посадки; кроме того, нужно усилить насаждения, играющие средозащитную роль, на склонах террас и оврагов, в пределах водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов. Неоценимую пользу принесет проведение комплекса природоохранных мероприятий, способствующих сохранению почв от эрозии и загрязнения, ликвидация несанкционированных локализованных свалок с последующей рекультивацией земель, реабилитация территорий промышленных предприятий, предполагаемых к выносу и диверсификации, а также озеленение кровель, фасадов зданий и сооружений; создание площадок для посадки древесно-кустарниковых пород при социально значимых объектах [11].

Основной тенденцией для небольших частных участков можно считать создание природных малоуходных садов с пейзажной планировкой, наличием облагороженных открытых пространств, вертикальным озеленением [11].

В последние годы все большую популярность приобретает фитопластика. Объемные композиции из растений, подходящих для формовки, стрижки, поражают воображение эстетичностью и красотой, простотой материалов, используемых для создания рельефа различной сложности. Растения подбираются по высоте, окраске кроны, габитусу, а потом формируются стрижкой [11].

Очень важно регулирование рекреационной нагрузки. При ее значении до 5 чел/га нормальное развитие древесно-кустарниковой растительности не нарушается.

Реконструкцию насаждений рекомендуется осуществлять поэтапно, путем частичного удаления деревьев в небольших объемах и их замены новыми. Проектируемые посадки должны дополнять существующие, повышать эстетическую выразительность отдельных участков территории. Для решения этих вопросов берутся на вооружение особые принципы подбора растений, прежде всего устойчивых в условиях городской среды. Необходимо по возможности сохранять старые деревья, а при необходимости их замены сажать преимущественно местные породы. Возможна ограниченная посадка плодовых.

Существуют и чисто декоративные проблемы. Например, в условиях города перспективно внедрение в практику вертикального озеленения. Для повышения долговечности зеленых насаждений важнейшим мероприятием является своевременная обрезка и удаление сухостойных и ветровальных деревьев. Следует активно применять

все виды обрезки: санитарную, формовочную, омолаживающую.

Так как в крупных промышленных центрах древесные растения находятся под постоянным воздействием антропогенного фактора, это обуславливает необходимость введения в состав зеленых массивов видов, наиболее устойчивых не только к климатическим факторам, но и к нагрузкам антропогенного происхождения, промышленным эмиссиями и в то же время обладающих мощными санирующими и средообразующими свойствами [6]. Необходимо увеличивать биологическое разнообразие фитоценозов, высаживать аборигенные и экзотические виды деревьев и кустарников, стойкие к рекреационным нагрузкам и загрязнению среды обитания. В озеленении городов особенно значим вопрос подбора растений для конкретного типа посадок и микроклиматических условий, а также увеличение перечня используемых пород [12].

Методические аспекты формирования ассортимента древесных растений для озеленения городов схожи [12]. Ведущую роль в нем играют декоративные виды. Например, сегодня в Центральном районе г. Красноярска (Россия) довольно широко распространены 36 видов кустарников и деревьев, а также один вид древесной лианы. Для озеленения в перспективе можно использовать 25 разновидностей деревьев и 27 – кустарников. Кроме того, возможно расширение видового разнообразия древесных лиан [11, 14]. Для условий Беларуси разработан новый довольно обширный (более 400 таксонов) ассортимент, отличительной особенностью которого являются многочисленные культивары [2].

Необходимо предусматривать мероприятия по мониторингу видового состава в урбанизированной среде и с целью предупреждения бесконтрольного распространения (экспансии) представителей адвентивной флоры.

Как видим, устойчивость зеленых насаждений в городе или экспозиции определяется многочисленными факторами. Наиболее важные из них – общая экологическая обстановка, и прежде всего – состав атмосферного воздуха; гидрологический режим; эдафические свойства почв; качество растительной земли; внешние физические факторы воздействия; аллелопатическая совместимость; правильность подбора ассортимента деревьев и кустарников с учетом природных условий местности; присутствие неблагоприятных погодных условий; наличие болезней и вредителей; физиологическая потребность разных видов растений в определенных условиях внешней среды и др.

Главная причина неблагоприятного состояния насаждений – отсутствие нормальных условий питания в почвенном пространстве, недостаток воды и повышенные температуры. Исходя из сказанного, одним из решающих мероприятий является систематический полив растений. Наилучшие условия для их роста создаются в том случае, если влажность почвы при поливе доводится до 60–70% величины полной ее влагоемкости.

Одно из условий высокой устойчивости, долговечности и высокой декоративности зеленых массивов в мегаполисе – поддержание на должном уровне плодородия почвогрунтов, снижение избыточного содержания хлоридов, обеспечение растений нужными элементами питания, стимулирование их роста, развития, повышения сопротивляемости болезням и вредителям. С этими целями перспективно применять биологически активные вещества и проводить внекорневые подкормки. Рекомендуется и мульчирование. Мульча сохраняет в почве влагу, предотвращает пыление и размывание ее верхнего слоя, способствует улучшению ее механической структуры.

Зеленое строительство в современных городах включает в себя приемы вертикального озеленения, использование технологий капельного полива, усовершенствованной посадки, более широкого распространения теневыносливых растений [11]. Все перечисленные агротехнические мероприятия в конечном итоге благотворно сказываются на росте и развитии растений и, как следствие – на эстетике и экологии населенных пунктов и жилых районов.

Зеленые насаждения в городах в ряде случаев представляют собой историко-культурное наследие, которое нужно охранять. В условиях нарастающего антропогенного воздействия проблема устойчивости старинных парков приобретает практическое значение, поскольку позволяет определить перспективы их выживания при дальнейшем использовании.

Ведущую роль в современном качественном озеленении играет интродукция растений, одна из главных задач которой – удлинение их жизни и повышение сопротивляемости внешним воздействиям. Условия интродукции являются стрессовыми. Амплитуда устойчивости интродуцентов, перестройка их организма в новых условиях – все эти и подобные вопросы имеют важное научное и практическое значение, и их изучение ведется в мировом масштабе [7]. Важно иметь представление о долговечности интродуцированных древесных растений. В последнее время нами проводятся

исследования по выявлению в насаждениях старинных парков и различных озеленительных объектах Беларуси старовозрастных экземпляров с целью отбора ДНК, создание их банка для последующей репродукции этих таксонов как наиболее устойчивых и продуктивных [5].

С точки зрения развития теории и практики интродукции древесных растений актуально выявить, сохранить *ex situ* и документировать виды и культуры, сохранившиеся в старинных парках, как наиболее адаптированные в местной среде, а также как объекты культурного наследия; в просветительских целях, например как элементы экспозиций различной тематической направленности, они также могут иметь значение в общем биологическом, экологическом и профессионально-растениеводческом образовании населения, что является одной из важных задач ботанических садов, парков [5, 8, 12].

Использование биотехнологических подходов для сохранения биоразнообразия генетических ресурсов растений не только развивается высокими темпами, но и имеет значительный потенциал на будущее. Их успешность обеспечивается эффективным применением технологий *in vitro* в процессах сбора материала, его освобождения от инфекций, введения в культуру и микроразмножения, проведения оценки генетической чистоты полученных регенерантов с помощью ДНК-маркеров. Несомненный прогресс отмечается в области криоконсервации как способе долговременного хранения различных типов растительного материала (семян, меристем, эмбриоидов и др.).

В каждом случае при выборе стратегии сохранения *in vitro* конкретного таксона необходимо анализировать его биологические особенности, оценивать возможности практикуемых подходов и их затратность. Привлечение широкого спектра методов сохранения *ex situ* в ботанических садах, когда редкие и исчезающие таксоны размещаются в дублирующих коллекциях (банке семян, живых коллекциях, банке культур *in vitro*), будет способствовать надежному сбережению генетических ресурсов.

Обмен информацией и материалом *in vitro* между биотехнологическими лабораториями ботанических садов и других исследовательских центров – важнейший этап успешной реализации программ по сохранению биоразнообразия растений [5, 9, 10].

Ранее было изучено состояние старинных парков, определена их значимость в культурном наследии страны, разработаны рекомендации по использованию. Наибольший интерес представляло наличие в насаждениях интродуцентов для использования в

качестве маточников. В последние годы такая работа велась на территории Минского, Мядельского, Дзержинского, Логойского, Несвижского, Узденского районов. В каждом были выделены перспективные (наиболее устойчивые и продуктивные) таксоны, определены с помощью многосистемного навигационного приемника GPS ТРИУМФ-2 координаты мест их произрастания, изучены таксационные характеристики сохранившихся генотипов, привлечены для создания маточников различными традиционными способами, а также для ввода в культуру *in vitro* [5].

Актуальные проблемы зеленого строительства в Беларуси

Современный этап истории Беларуси имеет свои отличия и во многом определяет цели и задачи зеленого строительства. Среди прочего стоит отметить то, как изменился менталитет людей, их отношение не только к историческим и государственным ценностям, но и к экологии. Это меняет наше восприятие многих факторов действительности, в том числе и озеленения как одного из составляющих комфортного проживания, устойчивого инновационного развития. Инвестиции в озеленение – это вклад в будущее, в укрепление здоровья жителей нашей страны.

Всю деятельность в сфере зеленого строительства пронизывает принцип экологичности, стремление к максимальному сохранению природных ландшафтов, их воссозданию. Все чаще можно увидеть использование геопластики, другие действия человека по преобразованию естественных ландшафтов (рекультивация, мелиорация). Ландшафтная архитектура призвана максимально нивелировать строительство различных коммуникаций на естественных и урбанизированных территориях.

Значительно возросли качество и роль озеленения специальных объектов (мемориальных, спортивных, торговых, выставочных и др.), монофункциональность и масштабность которых требует специфических подходов. Получили распространение озеленение крыш зданий, интерьеров, создание зимних садов, других искусственно озелененных территорий, поиск новых средств выразительности (рис. 1–5). Одно из проявлений современных подходов – стремление освободить ландшафт от строительных конструкций, которые размещают полностью или частично под землей, закрывая их зелеными посадками, газонами, цветниками (торговые

центры, тоннели, транспортные линии и узлы и др.). Наблюдается повышение роли теории «аттракциона», использование приемов, усиливающих зрелищный эффект (таких как сочетание несочетаемого, эффекты отражения и рамки, контрастность и яркость поверхностей, «вплетение» символики, анимации и др.). Создаются новые типы объектов (бизнес-парки, сады производственных предприятий и фирм и др.) при широком спектре стилевых направлений (авангардизм, абстракционизм и др.), поиске новых решений в выразительности: анимации ландшафтов, эффект зазеркалья; нередко можно увидеть взаимопроникновение американских, европейских, восточных методов и принципов озеленения (японские сады, фен-шуй).

Укажем также на повышение качества посадочного материала, всего цикла работ от выращивания растений до посадки и ухода; рост профессионального уровня и мастерства работников зеленого строительства, создание системы подготовки специалистов различного уровня, их достаточность; применение широкого набора материалов, окраски (инертные, текстиль, бетон, пластмассы, стекло и др.), малых архитектурных форм; доступность зарубежного опыта; техническую оснащенность, активное использование достижений научно-

технического прогресса; интенсивные технологии выращивания и озеленения.

На этом фоне самым сложным, на наш взгляд, является сохранение самобытности, национальных традиций, исторического наследия. Кроме того, необходимо учитывать, что современные объекты зеленого строительства предполагают массовое посещение людьми с разными ценностями, ориентацией и культурой, демографическими особенностями, что влечет за собой осознание важной социально-интеграционной роли мест отдыха, которые объединяют все социальные группы населения в их общении с природой.

Важными представляются временные изменения в структуре и функционировании озеленительных объектов. Он должны быть не только суточные и сезонные, но и «будничные» и «праздничные». Кроме того, для связи времен и поколений полезно сохранять старые части парков, а также создавать парки определенных эпох, этнографические, мемориальные и т.п.

Ответственное отношение к растениям, экологическая ориентация в мышлении людей обернется ощутимой пользой для каждого из нас, оздоровив города и поселки страны и добавив в нашу повседневность еще больше эстетики и красоты. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алексеев В.А. Влияние загрязнения на изменение морфоструктуры деревьев / В.А. Алексеев, И.В. Лянгузова // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Л., 1990.
2. Гаранович И.М. Ассортимент древесных растений для озеленения Беларуси / И.М. Гаранович, Т.В. Шпитальная, Н.В. Македонская, В.Г. Гринкевич, А.В. Архаров, Е.Д. Блинковский // Центральный ботанический сад НАН Беларуси. – Минск, 2019.
3. Булавко Г.И., Божко Л.В., Лясковская Л.П. Состояние фотоассимиляционного аппарата ели европейской, растущей вдоль кольцевой дороги г. Минска // Проблемы озеленения крупных городов: Материалы XI Междуна. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. Х.Г. Якубова. – М., 2008. С. 121–123.
4. Волович П.И. О внедрении интродуцентов хвойных в лесные культуры // Селекция, генетические ресурсы и сохранение генофонда лесных древесных растений (Вавилонские чтения): Сб. науч. трудов ИЛ НАН Беларуси. Вып. 59. – Гомель, 2003. С. 273–277.
5. Гаранович И.М., Спиридович Е.В., Хотляник Н.В., Решетников В.Н. Великовозрастные деревья старинных парков Минской области // III Междуна. науч.-практ. конф. «Ботанические сады в современном мире: наука, образование, менеджмент». – СПб., 2020. С. 4.
6. Глухов А.З., Поляков А.К. Биоэкологические принципы формирования защитно-декоративных насаждений в антропогенно трансформированной среде // Сохранение биоразнообразия растений в природе и при интродукции (Материалы Междуна. науч. конф., посвящ. 165-летию Сухумского ботанического сада и 110-летию Сухумского субтропического дендропарка Института ботаники АНА, 15–20 октября 2006 г., г. Сухум). – Сухум, 2006 г. С. 137–140.
7. Жученко А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы). – Кишинев, 1988.
8. Морозова Г.Ю., Казарина А.А. Жизненное состояние древесных растений в урбанизированной среде // Роль ботанических садов в сохранении биоразнообразия растительного мира азиатской России: настоящее и будущее: Материалы Всеросс. конф., посвящ. 60-летию Центрального сибирского ботанического сада, Новосибирск, 17–19 июля 2006 г. – Новосибирск, 2006. С. 197–199.
9. Сидорович Е.А., Арабей Н.М., Козырь О.С., Жданец С.Ф. Эколого-морфологическая оценка современного состояния древесных насаждений г. Минска // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сборник научных трудов ИЛ НАН Беларуси. Вып. 67. – Гомель, 2007. С. 419–425.
10. Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства: материалы Междуна. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня образования Центрального ботанического сада НАН Беларуси, Минск, 12–15 июня 2007 г. В 2 т. Т. 2. – Минск, 2007.
11. Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей Всероссийской науч.-практ. конф. – 18 декабря 2019 г. – Красноярск, 2020.
12. Ухваткина О.Н. Видовой состав растительности в озеленении городов юга Дальнего Востока // Дендрарию Дальневосточного НИИ лесного хозяйства – 110 лет: Материалы междуна. конф. «Современное состояние лесной растительности и ее рациональное использование». – Хабаровск, 2006. – С. 48–50.



Таццяна Кухаронак: *Этнаграфія выбрала мяне*

Таццяна Кухаронак нарадзілася ў сёмы дзень апошняга летняга месяца – у самы разгар жніва, часу руплівага і клопатнага, але ў той жа час – сонечнага і багатага. Такім стала і наступнае жыццё. З важкім плёнам кніг, артыкулаў, фільмаў, што паўставалі са стараннай і адказнай працы. Таццяна Іванаўна – кандыдат гістарычных навук, ужо больш за 50 гадоў працуе ў Інстытуце мастацтвазнаўства, этнаграфіі і фальклору Нацыянальнай акадэміі навук. І мае агульны бібліяграфічны спіс не ў адну сотню навуковых прац, сярод якіх 5 кніг і дзясяткі раздзелаў у калектыўных манаграфіях, анталогіях, зборніках.

Такая ўрадлівая творчая ніва Таццяны Іванаўны мела сваім пачаткам, як і належыць, дзяцінства. Нарадзілася яна ў вёсцы Клінок Чэрвеньскага раёна ў вясковай беларускай сям’і з традыцыйным укладам, размеркаваннем мужчынскай і жаночай працы, метадамі, сродкамі і прыёмамі выхавання дзяцей. І, як лічыць яна сама, усе найлепшыя рысы свайго характару, светаўспрымання, адносін да людзей, да жыцця сфарміраваліся ў дзяцінстве, у сям’і. Яшчэ дзіцем Таццяна прайшла шматлікія «класы» працоўнага выхавання, спасцігла і «лясную навуку» збіраць грыбы і ягады.

Але чаму этнаграфія? Чаму выбрала менавіта гэтую прафесію? Я задала гэтае пытанне найпрост. Адказ не тое каб расчараваў ці здзівіў, але падвёў да вельмі істотнай думкі: пра накіраванне, абранасць, перадвызначанасць. Таццяна Іванаўна адказала:

– Гэта этнаграфія выбрала мяне, а не я яе.

І працягнула:

– Такі быў збег абставін, што пасля школы ў 1971 г. мяне прынялі на пасаду лабаранта ў сектар этнаграфіі Інстытута мастацтвазнаўства, этнаграфіі і фальклору АН БССР, які тады ўзначальваў светлай памяці Васіль Кірылавіч Бандарчык – легендарны беларускі гісторык і этнограф. Першыя месяцы я там нават дыхаць баялася, успрымала будынак з калонамі як святое месца, храм навукі. Паступіла вучыцца на вячэрняе аддзяленне філфака БДУ імя У.І. Леніна, хоць, начытаўшыся кніжак у школе, планавала паступаць на юрыдычны факультэт БДУ, каб змагацца са злачынцамі. Натуральна, я туды не паступіла, нягледзячы на тое, што атры-

мала на ўступных экзаменах тры пяцёркі і адну чацвёрку. Нездарма ж сцвярджаюць мудрацы, што ўсё выпадковае – заканамерна, а ўсё заканамернае – выпадкова. Я вырасла і жыла ў стыхці народнай культуры дзіцём, падлеткам, у раннім юнацтве: умывалася чырвоным яйкам на Вялікдзень, цягала вароты ад суседзяў на Шчодры вечар, употай хадзіла з бабуляй на могілкі на Радаўніцу, вучылася жаць і слухала бабуліну песню: «А я ў полі жыта жала, / Свякрухачка с печы ўпала, / Усю крапівачку зламала, / Ой, не жаль мне свякрухачкі, / А жаль мне крапівачкі...». Было дзіўна і смешна крыху. Была на вясковым вяселлі, на пахаванні, дзе чула галашэнні. Любіла танцаваць і спяваць розныя танцы і песні, у тым ліку і народныя.

Вось вам і фундамент для будучага фалькларыста і этнографа, бо наша дзяцінства – крыніца ўсіх жыццёвых сіл, жаданняў, планаў, здзяйсненняў.

Пара маленства, што і заканамерна, стала і першай навуковай зацікаўленасцю маладога этнографа. І першы поспех – манаграфія «Радзінныя звычаі і абрады беларусаў» (1993) належыць да ліку самых цытаваных беларускіх кніг у славянскім нарадазнаўстве. Тут сабраны палявыя этнаграфічныя запісы пра радзінную абраднасць з усіх рэгіёнаў нашай краіны, прадстаўлены ўласныя запісы з амаль 150 вёсак. Пазней гэтая тэма атрымала годнае падагульненне ў акадэмічным томе з серыі «Беларуская народная творчасць» «Радзіны. Абрад. Песні» (1998). Увогуле, да тэмы «Традыцыйная культура і дзеці» даследчыца ніколі не была абыякавай, у тым ліку пры выкладанні народнай педагогікі будучым настаўнікам, у артыкулах і выступленнях.

У 2017 г. выходзіць кніга «Радзіны і маленства ў традыцыйнай культуры беларусаў». Тут новы палявы матэрыял і паказальныя ілюстрацыі, а таксама, што надзвычай важна, зусім прыдатныя для сённяшняга дня парады. Наогул, як даводзіць Таццяна Іванаўна, менавіта звычай радзіннага цыклу выяўляюць надзвычайную ўстойлівасць у часе, атрымліваюць развіццё нават у межах гарадской культуры, хоць і захоўваюць архаічны светапоглядны фундамент.

Навуковы даробак Таццяны Кухаронак прыцягвае жывым арыгінальным матэрыялам і пазнавальным, даступным стылем выкладання. У поле ўвагі траплялі рэгіянальныя асаблівасці вясельнай абраднасці, гаворка пра якія – у калектыўнай працы «Беларусы. Т. 5. Сям’я», грамадскія традыцыі («Беларусы. Т. 6. Грамадскія традыцыі»), дзе даследаваны эвалюцыя сямейнай і каляндарнай абраднасці беларусаў, яе лакальныя і арэальныя ўласцівасці. Таццяна Кухаронак разам з іншымі аўтарамі дзесяцітомнага выдання «Беларусы» – супрацоўнікамі Інстытута мастацтвазнаўства, этнаграфіі і фальклору Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі – уганаравана прэміяй «За духоўнае адраджэнне» (2008 г.).

Заўважнай з’явай у навуковай прасторы Беларусі стала манаграфія «Маскі ў каляндарнай абраднасці беларусаў» (2001), дзе прадстаўлена ўся палітра каляндарнага пераапраанання. Перадчытачом паўстаюць і каляндарная Каза, і Жораў, і Мядзведзь, і Цыган з Доктарам, і Смерць з Дзедам ды Бабай, і яшчэ шэраг іншых масак-персанажаў, семантыка якіх падаецца ў кантэксте ўсяго каляндарна-абрадавага гадавога кола. Аўтар не проста зводзіць

разам усе магчымыя даныя аб гэткай карнавальнай прасторы народных святаў, але і разважае аб іх магчымым уключэнні ў культурныя практыкі сучаснасці. Нездарма ў кнізе змешчаны дадатак, у якім сабраны сцэнары абрадавых святаў, распрацаваных у розных дамах культуры.

Беларускую маску Т. Кухаронак прадставіла на пачатку 90-х гг. мінулага стагоддзя ў час прэстыжнага навуковага форуму «Карнавал і маскі народаў свету» ў Бельгіі (г. Бэнш), куды давялося – з вялікімі прыгодамі – везці з сабою сапраўдны кажух для маскі казы.

Таццяна Іванаўна Кухаронак на сёння – самы абазнаны і паважаны даследчык нашай каляндарнай абраднасці. Пацверджаннем таму – раздзелы ў пяці важных тамах з серыі «Традыцыйная мастацкая культура беларусаў» (2004–2013) і сумесная з Т. Валодзінай кніга «Ядраное жыта гаспадара кліча...»: каляндарны год у абрадах і звычаях» (2015 г.) у толькі заснаванай навукова-папулярнай серыі выдавецтва «Беларуская навука» «Традыцыйны лад жыцця». Такая ўвага да календара адпавядае той ролі, якую гэтыя абрады ў сваіх аўтэнтчных формах працягваюць адыгрываць у культуры сучасных вяскоўцаў. Даследчыца падае каляндар як арганічны сплаў двух светапоглядаў – царкоўна-хрысціянскага і ўласна народнага, у вытоках – міфалагічнага. З увагай ставіцца яна і да праваслаўнай, і да каталіцкай традыцыі. Народны каляндар і цяпер выконвае ролю жыццёвай асновы вясковага соцыуму, своеасаблівага стрыжня, на якім трымаецца сялянскі ўклад жыцця з рэгламентаваным рытмам працы і адпачынку, сплеченым з рытмамі прыроды. Напрацоўкі Таццяны Іванаўны паслядоўна ды метадалагічна дакладна канстатуюць

не толькі дасканаласць і мастацкую каштоўнасць аўтэнтчнага фальклору Беларусі ў мінулым, але і яго някепскую захаванасць ды вялікі сацыяльна-культурны патэнцыял для сучаснасці.

Веды пра каляндарныя звычаі даследчыца знайшла магчымасць данесці да самых маленькіх чытачоў – у 2023 г. выходзіць для вучняў і дзяцей малодшага ўзросту кніжачка «Святочны калейдаскоп. Беларускія народныя традыцыі». Навукова-папулярнае выданне. Для дзяцей малодшага школьнага ўзросту. Мінск: «Адукацыя і выхаванне» на беларускай і рускай мовах, якая была перавыдадзена ў 2024 г.

Гуманістычны патэнцыял, актуальнасць і, так бы мовіць, практычнасць аўтэнтчнага фальклору Таццяна Кухаронак імкнецца ўвасабляць у жыццё, рэальную дзейнасць культурных устаноў і вясковы побыт. У сярэдзіне 90-х яна збірала фальклорны матэрыял на Капыльшчыне, у тым ліку і пра цароў-калядоўшчыкаў. З ініцыятывы даследчыцы мясцовыя жыхары загарэліся ідэяй аднавіць абрад, і ў 1996 г. на стары Новы год адбыўся сапраўдны цуд. Да вяскоўцаў прыйшлі калядныя героі іх продкаў: Цары, Мамай, Механоша і Дзед з Бабай. У 1997-м Таццяна Кухаронак разам са здымачнай групай Белвідэацэнтра (рэжысёр – Ірына Волах) знялі кінастужку «Калядныя цары», распачаўшы цыкл відэафільмаў «Беларускі народны каляндар». Аўтэнтчнасць і непаўторнасць абраду была адзначана ў кастрычніку 2009 г., калі «Калядныя цары» рашэннем сакратарыята чацвёртай сесіі Міжурадавага камітэта па ахове нематэрыяльнай культурнай спадчыны былі ўключаны ў спіс тэрміновай аховы нематэрыяльнай культурнай спадчыны ЮНЕСКА. Вяскоўцы і зараз з

удзячнасцю і цеплынёй узгадваюць тыя першыя сустрэчы з зацікаўленай збіральніцай.

Менавіта Таццяне Іванаўне належыць самае заўважнае месца ў заснаванні экраннага фонду этнаграфічнай спадчыны беларусаў. Разам з Беларускім відэацэнтрам ёю знята і складзена цэлая кінематаграфічная калекцыя, дзе сваё кінаўвасабленне атрымаў народны земляробчы каляндар. На рэальным матэрыяле жывых традыцый створаны фільмы «Хрэсьбіны» (1995), «Калядныя цары» (1997), «Эй, гуляю я» (1998), «Зажынкi, дажынкi» (2001), «Сёмуха» і «Мікола зімовы» (2003), «Шчодры вечар» (2004), «Масленіца» (2005), «Купалле» (2005), «Вялікдзень» (2006), «Дзяды. Радаўніца» (2006), «Юр'я» (2007), «Тры каралі. Вадохрышча» (2011), дзе Т. Кухаронак выступіла ў якасці сцэнарыста і навуковага кансультанта. Кожны фільм прысвечаны аднаму асобнаму святу і паказвае яго не ў «тэатралізаваным» варыянце, а ў жывым бытаванні. Здымкам папярэднічала вялікая пошукавая праца па назапашванні звестак, калі часам літаральна па крупінках выцягвалі інфармацыю са старэйшых носьбітаў мясцовых традыцый. І гэтая актывізацыя вёскі, раёна не праходзіла бяспследна: свята набывала сваё другое жыццё.

Цыкл відэафільмаў «Беларускі народны каляндар» даў цэласнае, комплекснае ўяўленне пра традыцыйныя каляндарныя свята беларусаў як найважнейшую сферу жыццядзейнасці нашага народа. Дакументальная сапраўднасць і глыбокае разуменне ўнутранай логікі народнага свята забяспечылі гэтым фільмам ролю залатога фонда візуальнай этнаграфіі. Для Беларусі гэтая галіна была на той час новым міждысцыплінарным кірункам, які патрабаў нестандартных метадык з выка-

рыстаннем, з аднаго боку, ведаў этналагічнай навукі, а з другога – кінематографа з яго спецыфікай. Вельмі важна, што Таццяна Іванаўна і яе суаўтары-кінематографісты напачатку працы абралі належную методыку, у аснову якой была пакладзена рэпрэзентацыя культуры самімі носьбітамі, давер да аўтэнтычнага матэрыялу, дзе сутнасць і прызначэнне кіно як метада этналагічнага даследавання заключалася ў пазнанні самой асновы культуры, яе ядра, яе архетыпа.

Былі і іншыя выніковыя праекты, дзе Таццяна Іванаўна ўзяла самы дзейсны ўдзел. Да прыкладу, распрацоўка навуковага абгрунтавання памятных манет Нацыянальнага банка Рэспублікі Беларусь у серыях «Святы і абрады беларусаў» і «Сямейныя традыцыі славян» (выпушчана 8 манет: «Каляды», «Масленіца»; «Вялікдзень», «Сёмуха», «Купалле», «Спасы», «Багач», «Дзяды»; «Вяселле», «Хрэсьбіны», «Наваселле», «Паўналецце»). Усе гэтыя манеты карыстаюцца вялікай папулярнасцю ў нашай краіне і за мяжой. Выніковым стаў і ўдзел у падрыхтоўцы серыі выданняў беларускага фальклору ў перакладах на англійскую і кітайскую мовы.

Творчы і навуковы шлях Таццяны Іванаўны – ці не найлепшы прыклад практычнай і грамадскай дзейнасці па захаванні традыцыйнай культуры. Яна не проста брала ўдзел у журы шматлікіх фальклорных фестываляў і конкурсаў, але ўсёй сваёй душой уключалася ў працэс і перажывала за ўдзельнікаў, асабліва малодшых, за справу, яе працяг. У свой час Таццяна Іванаўна з’яўлялася кіраўніком прэс-цэнтра Першага Міжнароднага фестывалю фальклору на Беларусі (Пінск – Мінск, 1994), які стаўся найвялік-

шай падзеяй у культурным жыцці нашай краіны.

Таццяна Кухаронак неаднаразова судзіла танцавальныя конкурсы, бо і сама ўмее добра танцаваць і любіць народны танец. Як пасля яна распавядала, «такой напружанай дзейнасцю нідзе і ніколі болей не займалася, столькі эмоцый адначасова нідзе болей не перажывала»:

– Танец цягнецца паўтары-дзве хвіліны, скачуць пяць-шэсць пар адначасова, пяцібальная сістэма ацэнак ад 1 да 5 – і ты імгненна павінен падняць ацэнку кожнай пары. Асабліва цяжка было ацэньваць малодшых удзельнікаў, калі на цябе з мальбой і жахам адначасова глядзяць гэтыя шчырыя вачаняты... З нямым пытаннем – за што? Рыхтуючыся працаваць у танцавальным журы, я перачытала ўсю літаратуру па традыцыйных танцах, а пасля яшчэ пайшла практычна займацца танцамі, вучылася на курсах Мікалая Аляксеевіча Козенкі. Скажу шчыра, што ацэньваць – «журыць», як жартуюць сябры, – танцавальныя пары хоць надзвычай адказна і складана, але значна лягчэй, чым самой танчыць «Каханачку», «Матлёт», «Мікіту», нават улюбёную «Польку».

Без перабольшанняў, менавіта Таццяна Іванаўна – сёння адзін з самых адданных і эфектыўных этнографікаў-палевікоў. Цяжка адшукаць тыя раёны ў Беларусі, дзе б хоць аднойчы не пралягалі яе экспедыцыйныя дарожкі. Шмат і шмат разоў мы ездзілі разам, і я назірала высокапрафесійныя здольнасці весці інтэрв’ю, што спалучалася з яе чалавечым уменнем нязмушанага і цёплага кантакту з суб’ектамі. І амаль кожнага разу – шчырыя гутаркі, якія насычалі далёка не толькі новай інфарма-

цыяй, але і новымі ўражаннямі, суперажываннем, датычнасцю да народнай культуры. «Бабкатэрапія» – жартам і ўсур’ёз называе Таццяна такія візіты. Яна ўсім сэрцам любіць сваю малую радзіму, бацькаўшчыну, традыцыйную культуру беларусаў ва ўсіх яе праявах, і гэтая любоў узаемная.

Усё жыццё Таццяны Кухаронак праходзіць у Акадэміі навук Беларусі, дзе жыццёвыя сілы і здольнасці былі аддадзены не толькі навуковай дзейнасці. Будучы «гарманічна развітой асобай», Таццяна шмат гадоў уваходзіла ў склад акадэмічнай зборнай валебольнай каманды, разам з якой заваявала нямала ўзнагародаў на спаборніцтвах рознага ўзроўню для сваёй арганізацыі. Пазней перайшла на гульню ў шашкі – і зноў перамогі!

Акрамя ўсяго, Таня была і застаецца надзвычай таварыскім і вясёлым чалавекам з тонкім пачуццём гумару і нязменнай гатоўнасцю прыйсці на дапамогу. Сябры і калегі шчыра віншуюць Таццяну Іванаўну і сардэчна зычаць ёй новых здзяйсненняў, радасці і здароўя. ■

Таццяна ВАЛОДЗІНА





Зонд гортанный комбинированный

для улучшения диагностики заболеваний гортаноглотки и гортани

УДК 615.471:616.327.4



Ирина Шляга,
заведующий кафедрой
оториноларингологии
с курсами офтальмологии
и стоматологии Гомельского
государственного
медицинского университета,
кандидат медицинских наук,
доцент; Irina.Shlyaga@gmail.com



Марина Межейникова,
ассистент кафедры
оториноларингологии
с курсами офтальмологии
и стоматологии
Гомельского
государственного
медицинского университета;
miazheinkavamaryna@gmail.com

Аннотация. Научно-инновационный прогресс в медицине открывает возможности для проведения большого диапазона исследований в оториноларингологии, что требует создания и внедрения в практическую медицину специализированных анатомически адаптированных ЛОР-зондов. В данной статье представлен разработанный кафедрой оториноларингологии с курсами офтальмологии и стоматологии Гомельского государственного медицинского университета (ГомГМУ) и Республиканского научно-практического центра онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова зонд гортанный комбинированный, производство и применение которого поможет улучшить качество диагностики ЛОР-заболеваний (гортаноглотки и гортани).

Ключевые слова: болезни глотки и гортани, микобиота, микоз глотки (фарингомикоз), забор (получение) биологического материала.

Для цитирования: Шляга И., Межейникова М. Зонд гортанный комбинированный для улучшения диагностики заболеваний гортаноглотки и гортани // Наука и инновации. 2024. №7. С. 72–76.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-72-76>

Эволюция современной медицины неуклонно ведет к увеличению частоты выявления инфекционных заболеваний глотки и гортани вирусной, бактериальной, грибковой, паразитарной этиологии [1]. Воспалительные процессы глотки занимают одно из ведущих мест среди всей патологии ЛОР-профиля – на них приходится около 26% случаев обращения к врачу [2]. Хронические ларингиты составляют 8,4–10% от всех болезней органов ЛОР-локализации [3]. В то же время новообразования головы и шеи стоят на 5-м месте по распространенности в мире и на 7-м – по смертности [4]. Значительной проблемой в оториноларингологии в настоящее время являются также микозы: отмечается рост заболеваний грибковой этиологии, диагностика и лечение которых представляет особые трудности ввиду разнообразия спектра микобиоты и возрастающего уровня резистентности многих штаммов к наиболее применяемым антимикотическим препаратам [5]. Все это говорит о важности и актуальности своевременных и информативных исследований болезней глотки и гортани, что требует разработки, производства и внедрения в клиническую медицину специализированных одноразовых ЛОР-зондов, адаптированных под анатомическое строение этих органов и предназначенных для забора биологического материала из них. Цель данной работы – обзор возможностей и преимуществ полезной модели зонда гортанного комбинированного, разработанного специалистами кафедры оториноларингологии с курсами офтальмологии и стоматологии ГомГМУ и РНПЦ онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова. Производство данного изделия, аналогов которого в нашей стране нет, способствовало бы проведению качественных диагностических исследований ЛОР-органов.

Материалы и методы

Гортань представляет собой одну из наиболее анатомически сложных областей оториноларингологической локализации. Она простирается от надгортанника до нижней границы перстневидного хряща. Среди ее границами являются язычная поверхность надгортанника, щитовидно-подъязычная связка, щитовидный хрящ, перстневидно-щитовидная мембрана и передняя дуга перстневидного хряща. Задние границы включают слизистую оболочку, которая покрывает перстневидный хрящ, черпаловидную и межхрящевую области. Гортань разделена на три отдела: вестибулярный (верхний), голосовой (средний) и подскладковый (нижний), которые представлены в форме «песочных часов» [6].

Не менее сложна в аспекте анатомической доступности и строения гортаноглотка. Известная как ларингофаринкс (гипофаринкс), она находится позади гортани и частично окружает ее с обеих сторон, начиная от плоскости верхней границы подъязычной кости (или дна впадины) до нижней границы перстневидного хряща. Она соединяется с ротоглоткой сверху и с шейным отделом пищевода снизу, на уровне шестого шейного позвонка. Просвет гортаноглотки имеет конусообразную форму, он широкий сверху и сужается в посткрикоидной и шейной областях пищевода. Гипофаринкс состоит из трех компонентов: правого и левого грушевидного синусов, посткрикоидной области и боковых и задних стенок глотки [6].

Болезни гортани и глотки (в частности гортаноглотки) в обязательном порядке требуют использования всего спектра клинко-диагностических обследований: микроскопического, микробиологического, микологического, патологогистологического, иммуногистохимического,

иммунологического, генетического, а также методов высокомолекулярного секвенирования, так как только качественная диагностика позволяет проводить своевременную этиопатогенетическую терапию. Данная задача требует наличия в арсенале врача специальных приспособлений для получения биологического материала из гортани и гортаноглотки.

Зонд гортанный комбинированный является оригинальным примером подобных изделий [7]. Он состоит из полимерной рукоятки (1), изогнутой под углом 110° , двух рабочих частей:

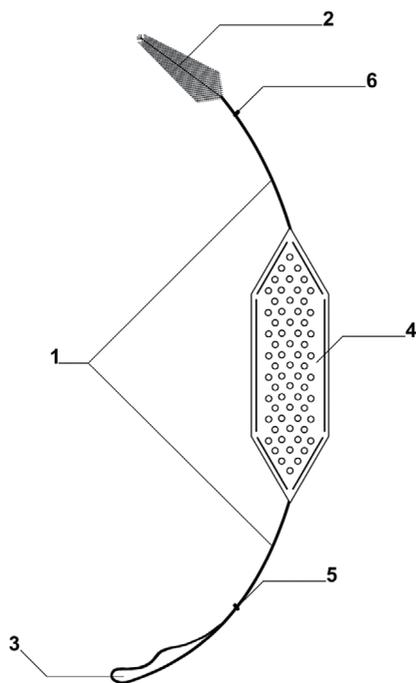


Рис. 1. Общий вид зонда гортанного комбинированного:

- 1 – полимерная рукоятка;
- 2 – рабочая часть в форме цитощетки;
- 3 – рабочая часть ложкообразной формы;
- 4 – удлиненный шестиугольный держатель;
- 5 – зона перелома со стороны рабочей части ложкообразной;
- 6 – зона перелома со стороны рабочей части в виде цитощетки

в форме цитощетки (2) и ложкообразной (3), а также удлиненного шестиугольного держателя (4) (рис. 1). Полимерная рукоятка (длинной 180 ± 3 мм и диаметром 4 ± 1 мм) оснащена зонами перелома (5, 6) со стороны обеих рабочих частей.

Цитощетка представляет собой устройство из нержавеющей проволоки с закрепленными к ней эластичными щетинками (7, 8) разной длины из полужесткого полиамидного волокна, расположенными под углами 135° и 45° по отношению к оси металлического стержня (9) и образующими усеченный конус, который апикально заканчивается силиконовым наконечником с гибкими щетинками (10) (рис. 2). Длина щетки составляет 20 ± 3 мм, диаметр в области нижнего основания конуса – 8 ± 3 мм, верхнего – 2 ± 1 мм.

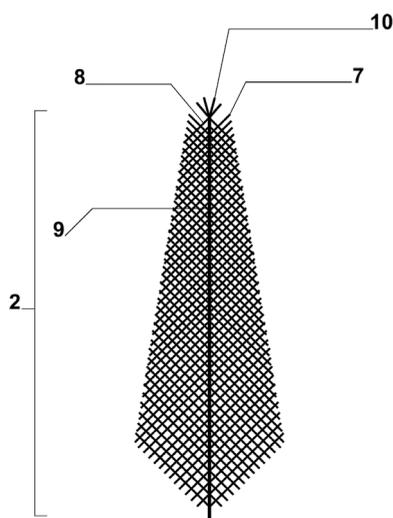


Рис. 2. Рабочая часть в виде цитощетки:

- 7 – щетинки, расположенные под углом 135° к оси металлического стержня;
- 8 – щетинки расположены под углом 45° по отношению к оси металлического стержня;
- 9 – металлический стержень;
- 10 – силиконовый наконечник с одноименными гибкими щетинками

Ложкообразная рабочая часть (11) выполнена из высокопрочного и теплопроводного полимерного материала с закругленным концом в виде ложки длиной 8 ± 3 мм, шириной 2 ± 1 мм (рис. 3). Держатель (4) шириной 15 ± 3 мм и толщиной 2 ± 2 мм с двух сторон имеет бороздообразные насечки (12) вдоль всех сторон шестиугольника, а внутренняя поверхность держателя заполнена выпуклостями в виде полусфер (13) (рис. 4). Зонд гортанный комбинированный находится в стерильной полиэтиленовой упаковке. Стерилизация газовая. Предназначен только для одноразового использования [7].

Способ применения

Зонд гортанный комбинированный используется следующим образом.

Манипуляция проводится при положении пациента сидя. За два часа до нее исключается еда и питье. Предварительно в гортань вводятся местные анестетики – при отсутствии в анамнезе аллергических реакций. Это позволяет осуществлять забор биологического материала в технически более комфортных условиях для врача, так как зона гортани и гортаноглотки высокорефлексогенна. Далее с помощью прямой или непрямой ларингоскопии, под визуальным контролем, удерживая зонд за держатель (4), врачом или его ассистентом осуществляется забор материала с поверхности слизистой оболочки рабочей частью в виде цитощетки (2). После этого производится надлом в зоне (5), и полученное помещается в пробирку с целью проведения дальнейших исследований. Затем у пациента проводится забор биологиче-

ского материала ложкообразной рабочей частью (3) с последующим надломом и помещением в пробирку [7]. В процессе проведения процедуры необходимо соблюдение правил асептики и антисептики.

Представленный зонд позволяет получить клеточный и биологический материалы с поверхности слизистой оболочки гортани и гортаноглотки с максимальной анатомической адаптацией под особенности их строения, что делает возможным проведение качественных и информативных цитологических, микробактериологических, микологических, генетических и других видов исследований. Конструкция этого приспособления, поверхность шестиугольного держателя в виде бороздообразных углублений вдоль всех сторон, а также выпуклостей в виде полусфер, заполняющих его внутреннюю часть, обеспечивает максимально надежную фиксацию зонда в руке врача. Полимерная рукоятка, изогнутая под углом 110°, повышает переносимость манипуляции пациентом, дает возможность получить доступ к гортани и гортаноглотке и забрать больший объем биологического материала. Наличие параллельных рукоятке силиконовых щетинок разной длины на апикальном конце рабочей части в виде цитощетки делает процедуру атравматичной. Конусовидная форма данной части и эластичные щетинки разной длины повышают вероятность механического разрушения биопленок и обеспечивают качественный забор мазков даже в труднодоступных анатомических зонах. Ложкообразная рабочая часть позволяет прицельно получить биологический материал в зонах, недоступных для

цитощетки, – преимущественно из гортаноглотки. Таким образом повышается универсальность использования данной модели зонда [7].

Представленное техническое решение пригодно к производству промышленным способом в условиях медицинского предприятия, специализирующегося на выпуске медицинской техники [7].

Эффективность метода и актуальность разработки

Сотрудниками кафедры оториноларингологии с курсом офтальмологии и стоматологии ГомГМУ на базе детского пульмонологического отделения Гомельской областной клинической больницы (ГОДКБ) в период с октября по декабрь 2018 г. была проведена сравнительная оценка эффективности получения биологического материала из глотки с помощью аналоговой цитощетки «Юнона плюс». Основную группу составили 127 детей с патологией дыхательных путей, которым на протяжении указанного периода выполнялись микробиологические, микологические, микроскопические

исследования мазков области глотки. Забор материала осуществлялся натошак при производстве мезо- и гипофарингоскопии врачом-оториноларингологом [8].

Группу контроля составили 1128 детей, находившихся на лечении в 3-м пульмонологическом отделении ГОДКБ с января по декабрь 2021 г., у которых получение материала осуществлялось медсестрой натошак без мезо- и гипофарингоскопии с помощью стерильного ватного тампона с последующим помещением в пробирку с питательной средой [9].

В результате проведенного нами исследования в основной группе был выявлен 51 (40,2%) ребенок с микозом глотки на фоне патологии дыхательных путей, что было обнаружено методом микроскопического, микологического анализа мазков из глотки. При этом в группе

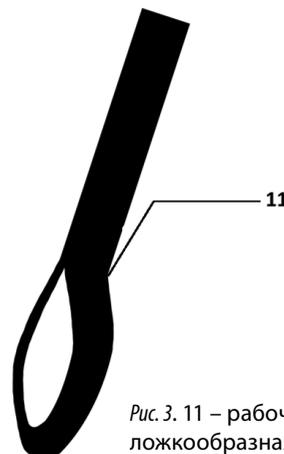


Рис. 3. 11 – рабочая часть ложкообразная

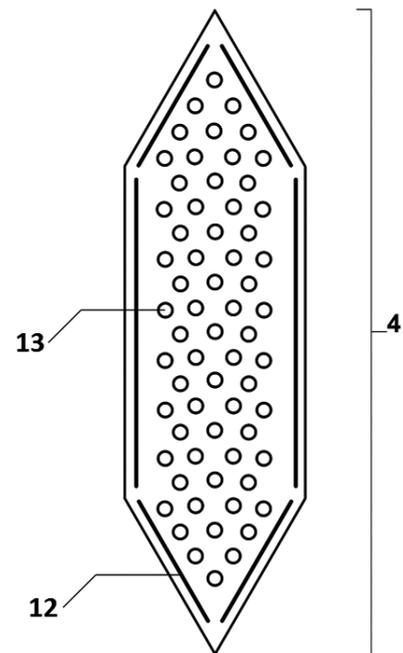


Рис. 4. Держатель зонда гортанного комбинированного:
12 – бороздообразные насечки;
13 – выпуклости в виде полусфер

контроля частота встречаемости данной патологии составила лишь 4,2% случаев. То есть, базируясь на результатах нашего исследования, эффективность метода получения биологического материала из рото- и гортаноглотки с помощью цитощетки выше почти в 10 раз [8, 9].

Следовательно, производство специализированных гортанных комбинированных зондов поможет улучшить качество как самой процедуры, так и последующей диагностики благодаря тому, что предлагаемые приспособления имеют максимальную анатомическую адаптацию к строению ЛОР-органов (гортаноглотки и гортани) [7–9].

Пациенты, имеющие показания для забора биологического материала подобным образом, могут иметь следующие симптомы: изменение голоса (различной степени выраженности); чув-

■ **Summary.** Scientific and innovative progress in medicine opens up a huge range of research on otorhinolaryngology for clinicians, which requires the development, production and introduction into practical medicine of specialized otorhinolaryngological probes anatomically adapted to the structure of certain anatomical areas. In this article we present a combined laryngeal probe, which was developed at Department of Otorhinolaryngology with a course of ophthalmology on the basis of Educational Institution of Gomel State Medical University and State Institution «N.N. Alexandrov Scientific and Practical Center of Oncology and Medical Radiology of Belarus».

■ **Keywords:** pharyngeal diseases, mycobiota, pharyngeal mycosis (pharyngomycosis, biological sampling (obtaining the biological material).

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-72-76>

ство дискомфорта в горле, болезненности, комка; затруднение дыхания, глотания; кашель; першение, зуд в горле, а также наличие измененной фарингоскопической картины (слизистой гортаноглотки, ротоглотки, налеты, изъязвления, очаги некроза, абсцесс, новообразования) [9].

Представленное техническое решение зонда гортанного комбинированного поможет изменить представления врачей всех

специальностей о доступности своевременной качественной диагностики заболеваний таких анатомически сложных зон, как гортаноглотка и гортань, и тем самым улучшить качество оказываемой медицинской помощи пациентам. ■

Статья поступила в редакцию
26.01.2024 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анализ хронической патологии глотки по результатам патологистологических заключений / Шляга И.Д. [и др.] // Проблемы здоровья и экологии. 2023. Т. 20, № 1. С. 65–74. Doi:10.51523/2708–6011.2023–20–1–08.
2. Петрова Л.Г. Принципы лечения воспалительных заболеваний глотки // Медицинские новости. 2021. № 4. С. 19–22.
3. Терапия воспалительных заболеваний гортани / А.И. Крюков [и др.] // Медицинский совет. 2013. № 2. С. 38–41.
4. Мамедов У.С. Результаты комбинированных и комплексных методов лечения рака глотки / У.С. Мамедов, Ж.Р. Нуров // Вестник науки и образования. 2020. № 24–3 (102).
4. Рязанцев С.В. Современные методы лечения хронического тонзиллита / С.В. Рязанцев, Н.В. Еремина, К.Ю. Щербань // Медицинский совет. 2017. № 19. С. 68–72.
5. Шляга И.Д. Диагностика и лечение ларингомикозов в современных условиях / И.Д. Шляга // Оториноларингология. Восточная Европа. 2016. Т. 6, № 3. С. 326–336.
6. Pathology and genetics of head and neck tumours / L. Barnes [et al.] // World Health Organization classification of tumours. 2005. Vol. 9. P. 430.
7. Зонд гортанный комбинированный: пат. 13144 Респ. Беларусь, МПК А61 В10/02; заявитель Гомельский гос. мед. ун-т. – № u20220261; заявл. 21.11.2022, опубл. 30.04.2023. Бюл. № 2 (151). – 6 с.
8. Межейникова М.О. Сравнительный анализ эффективности способов диагностики орофарингомикоза у детей с патологией дыхательных путей / М.О. Межейникова, И.С. Абель, Ю.Н. Гуцева // Проблемы и перспективы развития современной медицины: сб. науч. ст. XI Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием студентов и молодых ученых, Гомель, 2–3 мая 2019 г.: в 8 т. / Гомел. гос. мед. ун-т; редкол.: А.Н. Лызиков [и др.]. – Гомель, 2019. Т. 6. С. 111–113.
9. Межейникова М.О. Ведущий бактериальный агент при микозе глотки у детей / М.О. Межейникова, Е.А. Мойсеенко // Проблемы и перспективы развития современной медицины: сб. науч. ст. XV Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием студентов и молодых ученых, Гомель, 4–5 мая 2023 г.: в 9 т. / Гомел. гос. мед. ун-т; редкол.: И.О. Стома [и др.]. – Гомель, 2023. Т. 1. С. 213–216.
10. Метод получения биологического материала из рото- и гортаноглотки: инструкция по применению / И.Д. Шляга, Ж.В. Колядич, М.О. Межейникова, Н.П. Челебиева, А.А. Поддубный. – Гомель, 2023.
11. The Larynx / ed.: R.H. Ossof [et al.]. – Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
12. Practical otorhinolaryngology-head and neck surgery. Diagnosis and Treatment / ed. Z. Mu, J. Fang // Springer Singapore. 2021. Doi:10.1007/978–981–13–7993–2.
13. Paulsen F. Sobotta atlas of human anatomy / F. Paulsen, J. Waschke. – Munchen, 2011. – Vol. 3. Head, neck, and neuroanatomy.
14. Önerci, T.M. Diagnosis in otorhinolaryngology. an illustrated guide / T.M. Önerci, Zeynep Önerci Altunay. – Springer Cham, 2021. Doi: 10.1007/978–3–030–64038–5.
15. Об утверждении клинического протокола «Диагностика и лечение пациентов с оториноларингологическими заболеваниями (взрослое население)»: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 49 от 01.06.2017 г. // <https://medsport.by/postanovlenie-mz-rb-no-49-ot-1-iyunya-2017-g-ob-utverzhdenii-klinicheskogo-protokola-dagnostika-i>.
16. Карпищенко С.А. Грибковые заболевания ЛОР-органов / С.А. Карпищенко, А.А. Блоцкий, Е.Б. Катинас. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб., 2014. 17. Фарингомикоз. Диагностика, профилактика и лечение / Н.Л. Кунельская [и др.] // Медицинский совет. 2013. № 2. С. 42–45.



Руслан Спиров,
научный сотрудник
отдела качества
окружающей
среды и продуктов
питания Института
радиобиологии НАН
Беларуси;
ruslan.spirov@yandex.ru



Наталья Тимохина,
заведующий отделом
качества окружающей
среды и продуктов
питания Института
радиобиологии НАН
Беларуси, кандидат
биологических наук;
natim-2006@tut.by



Александр Никитин,
заместитель
директора по научной
работе Института
микробиологии
НАН Беларуси, кандидат
сельскохозяйственных
наук;
nikitinale@gmail.com

Программный комплекс для расчета доз облучения изотопами ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am объектов биоты

УДК 004.9+004.891

Аннотация. В статье представлен разработанный программный комплекс для расчета доз облучения изотопами ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am объектов биоты, состоящий из 3 компонентов: мобильного приложения для описания реперных площадок и отбираемых образцов, приложения для настольных систем для ведения базы данных образцов на радиохимическом анализе и измерении удельной активности радионуклидов, веб-приложения для расчета доз облучения и первичной статистической обработки данных. Создана и обучена искусственная нейронная сеть для классификации спектров альфа-излучения, показана возможность ее применения для оценки качества проведения радиохимического анализа определения содержания изотопов плутония и америция. Преимущества разработки заключаются в простоте использования и унифицированном подходе к расчету доз облучения естественных популяций растений и животных.

Ключевые слова: программный комплекс, информационные технологии, дозы облучения, дозиметрия, биота, радиационная защита, искусственные нейронные сети.

Для цитирования: Спиров Р., Тимохина Н., Никитин А. Программный комплекс для расчета доз облучения изотопами ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am объектов биоты // Наука и инновации. 2024. №7. С. 77–83.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-77-83>

Для организованного хранения и обработки больших массивов экспериментальных данных требуются информационные системы, позволяющие проводить цифровизацию отдельных отраслей экономики, повышать их эффективность и качество работы без значительных финансовых затрат [1–4].

Информатизация деятельности современной научной лаборатории дает преимущества при полу-

чении и накоплении данных, их проверки на соответствие требованиям качества, первичной обработки и представления результатов. С этой целью сегодня активно создается узкоспециализированное программное обеспечение, повышающее удобство работы научных сотрудников в лабораториях, имеющих специфический перечень выполняемых задач [5].

Для автоматизации обработки данных в реальном времени и

разработки систем поддержки принятия решений широко используются искусственные нейронные сети (ИНС), успешно справляющиеся с задачами классификации и прогнозирования [6, 7]. Совместно с устройствами, реализующими концепцию Интернета вещей, ИНС могут использоваться для создания голосовых помощников, встроенных в состав лабораторного оборудования, что существенно упрощает работу [8].

Данный подход находит применение и в радиоэкологии. Международной комиссией по радиационной защите (МКРЗ) была разработана модель расчета доз облучения объектов биоты на основе дозовых коэффициентов (ДК) [9]. Дополнением к ней стало веб-приложение для расчета ДК радионуклидов для объектов биоты водных и наземных экосистем. Еще одно приложение для персональных компьютеров – ERICA Tool 2.0 [10] позволяет на основе предложенных ДК рассчитать мощность поглощенной дозы ионизирующего излучения с учетом удельной активности радионуклидов в почве и в организме растений или животных. Описанные программы – удобный инструмент получения информации о дозах облучения, однако они не охватывают весь процесс сбора и обработки данных, включающий в себя этапы закладки реперных (пробных) площадок и отбора образцов, а также определение содержания радионуклидов в пробах. В связи с этим актуально создание набора приложений, унифицирующих эти процессы для решения задач радиационной защиты биоты.

Целью авторов данной статьи была разработка программного комплекса для расчета доз облучения изотопами ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$ и ^{241}Am объектов биоты.

Материалы и методы

Программное обеспечение разрабатывали на языке C# для платформы .Net 7 и .Net Framework. Реализация способов определения радионуклидов произведена в соответствии с методиками выполнения измерений ^{137}Cs и трансурановых элементов [11, 12]. Построение архитектуры нейронной сети, обучение и проверку качества проводили в модуле Neural Network приложения STATISTICA 64 Trial версии 10. Для расчета неопределенности измерений использовали соответствующие подходы [13, 14].

Результаты и обсуждение

Получение данных о дозах облучения объектов биоты можно разделить на 3 этапа:

- *закладка реперных площадок и отбор почвенных и биологических образцов;*
- *определение содержания радионуклидов в отобранных пробах;*
- *расчет доз облучения и первичная обработка полученных результатов.*

Каждый из них имеет свои задачи, выполняемые в разных условиях, что требует разработки

отдельного программного решения. Поскольку первый этап проводится в «полевых» условиях, наиболее удобным в использовании будет приложение для мобильных устройств – смартфонов или планшетов. Второй осуществляется в лаборатории, поэтому необходимо приложение для получения, хранения и обработки данных радиохимического анализа для ПК. Работа над научно-исследовательским проектом может выполняться несколькими лабораториями разных организаций. В этом случае возникает необходимость совместного доступа к результатам для коллективной работы и обсуждения, следовательно, для третьего этапа наиболее удобны веб-технологии. Схема программного комплекса представлена на рис. 1.

Таким образом, созданный программный комплекс включает в себя 3 компонента.

Мобильное приложение EcoJournal для ведения базы данных реперных площадок и отобранных образцов.

Это приложение для операционной системы Android 9 (и выше) разработано в среде Visual Studio Community с использованием фреймворка .Net MAUI. Информация пользователя хранится во встраиваемой базе данных SQLite. Работа с ней осуществляется

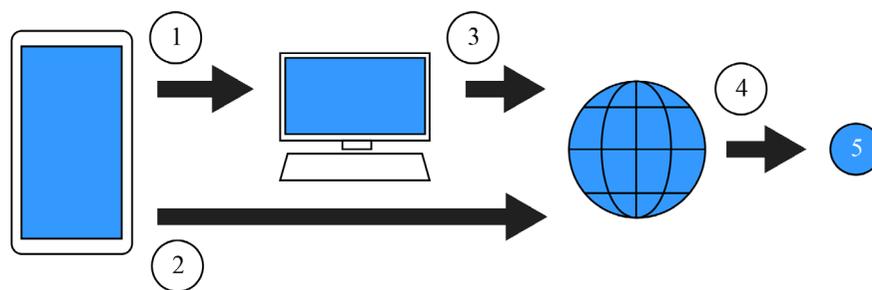


Рис. 1. Схема программного комплекса: 1 – информация об отобранных почвенных и биологических образцах; 2 – о реперных площадках; 3 – об удельной активности радионуклидов в образцах; 4 – о дозах облучения объектов биоты; 5 – принятие решения в области радиационной защиты

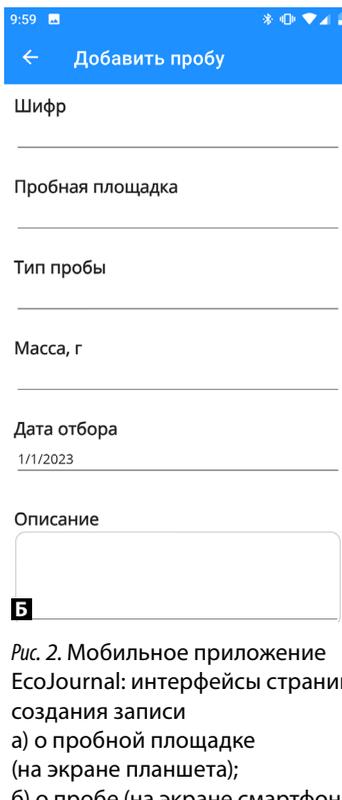
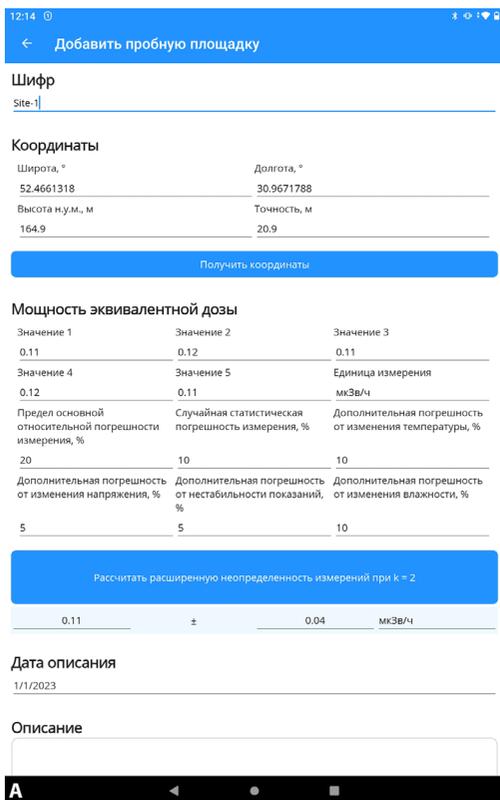


Рис. 2. Мобильное приложение EcoJournal: интерфейсы страниц создания записи а) о пробной площадке (на экране планшета); б) о пробе (на экране смартфона)

посредством объектно-ориентированной технологии доступа к данным Entity Framework Core 7 – выбор и ее, и фреймворка обусловлен открытым исходным кодом и кросс-платформенностью.

Функции, выполняемые программой:

- а) получение геопространственных данных;
- б) расчет неопределенности измерения мощности эквивалентной дозы γ -излучения;
- в) создание, просмотр, редактирование, удаление записей о пробных площадках и отобранных пробах.

Приложение состоит из главной страницы, страниц для работы с записями о реперных площадках и об отобранных образцах. Количество этих записей можно увидеть при запуске приложения. Кнопки «Пробные площадки» и «Пробы» при нажатии открывают страницы

с соответствующими списками, где также имеется кнопка «Добавить», которая позволяет перейти к добавлению новой записи (рис. 2 а, б). При нажатии на элемент списка открывается страница с информацией о пробной площадке или пробе, которая содержит также кнопки «Редактировать» и «Удалить».

Запись о пробной площадке содержит: ее шифр, географические координаты, мощность дозы, дату описания и само описание. Координаты (широта, долгота, высота над уровнем моря) определяются устройством при нажатии на кнопку «Получить координаты» на страницах создания и редактирования информации о площадке. Расчет расширенной неопределенности измерения мощности эквивалентной дозы осуществляется при нажатии на кнопку «Рассчитать неопределенность измерения».

Запись об отобранной пробе включает в себя: шифр пробы, пробную площадку, с которой проводили отбор, тип пробы, массу, дату отбора и описание.

Приложение RadioChem для персональных компьютеров – для ведения базы данных параметров промежуточных этапов и результатов радиохимического анализа.

Разработано для операционной системы Windows 10 (и выше) в среде Visual Studio Community на языке C# для целевой платформы .Net Framework 4.8. Данные пользователя хранятся в формате XML, что позволяет при необходимости их просматривать без использования специальной программы.

Функции приложения:

- создание, редактирование, просмотр, удаление сведений об образце, находящемся в процессе определения изотопов ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am ;
- расчет расширенной неопределенности измерения ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am ;
- экспорт базы данных в формат CSV;
- подготовка отчетов для печати;
- анализ спектра α -излучения изотопов плутония и америция искусственной нейронной сетью.

Процесс определения в пробе удельной активности ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am состоит из сушки образца до постоянной сухой массы, измерения удельной активности ^{137}Cs , трансурановых элементов, озонения, радиохимического анализа. Для каждого из этих этапов предназначена отдельная вкладка приложения. Интерфейс его окна представлен на рис. 3.

Вкладка «Паспорт» включает в себя сведения об образце: «Шифр», «Название», «Тип», «Дата отбора», «Место отбора», «Кем отобран», «Сырая масса, г» и «Описание».

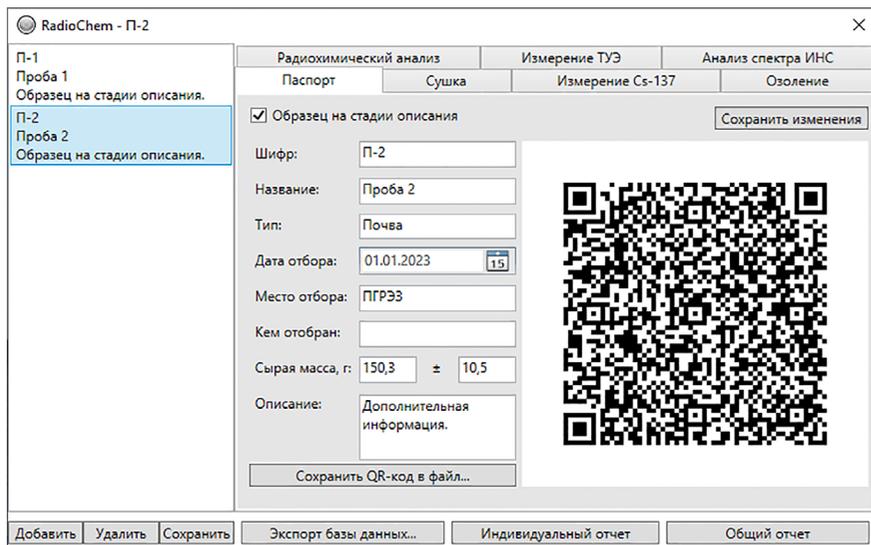


Рис. 3. Приложение RadioChem: интерфейс вкладки «Паспорт»

Заполнение и редактирование полей автоматически формирует и изменяет QR-код, который может быть сохранен отдельным файлом и распечатан на самоклеющейся бумаге для последующего прикрепления к таре, в которой хранится проба.

Вкладка «Сушка» содержит поля «Дата постановки», «Шифр тары», «Масса тары, г», «Масса тары с сырой пробой, г», «Масса тары с сухой пробой, г». Кнопка «Расчитать» позволяет вычислить коэффициент усушки образца.

В высушенных почвенных и биологических пробах проводят измерение ^{137}Cs . Вкладка «Измерение Cs-137» содержит поля ввода «Дата измерения», «Масса сухой пробы, г», «Ауд. (Cs-137), Бк/кг» для трех повторностей, а также кнопку «Расчитать» для определения среднего значения удельной активности ^{137}Cs в пробе и расширенной неопределенности измерения.

В поля ввода вкладки «Озоление» заносятся данные об этом этапе: «Дата постановки», «Шифр тигля», «Масса тигля, г», «Масса

тигля с сухой пробой, г», «Масса тигля с золой, г». С помощью кнопки «Расчитать» вычисляется масса золы и коэффициент озоления.

Во вкладке «Радиохимический анализ» имеются поля «Дата постановки», «Масса навески золы, г», «ОРР» – для ввода названия образцового радиоактивного раствора, определяющего химический выход измеряемых элементов, «Активность, Бк» – активность на пробу, которую следует добавить перед проведением радиохимического анализа, «Объемная активность, Бк/мл» – объемная активность ОРР по паспорту. Кнопка «Расчитать» позволяет вычислить объем добавляемого в золу ОРР необходимой активности. Также автоматически рассчитывается масса навески сухой пробы на основе данных о массе навески золы, взятой на анализ, и коэффициенте озоления, рассчитанном на предыдущем этапе.

Вкладка «Измерение ТУЭ» содержит поля ввода «Дата измерения», «Ауд. (Pu-238), Бк/кг», «Ауд. (Pu-239,240), Бк/кг», «Ауд. (Am-241), Бк/кг», «Ауд. (Метка), Бк/кг» для

трех повторностей. Кнопки «Расчитать» помогают определить среднее значение удельной активности изотопов трансурановых элементов и расширенную неопределенность измерения.

Для проверки качества радиохимического анализа по данным спектров изотопов плутония и америция добавлена вкладка «Анализ спектра ИНС» (рис. 4).

Идентификация спектров α -излучения трансурановых элементов относится к задаче классификации и может быть решена без участия человека в автоматическом режиме при использовании ИНС.

Разработка искусственной нейронной сети, способной классифицировать спектры плутония и америция, проходила в несколько этапов.

Получение и отбор данных для анализа. Для обучения и проверки качества работы ИНС методом α -спектрометрии получены 375 реальных спектров α -излучения изотопов плутония и америция, содержащихся в травянистых, кустарничковых и древесных растениях, произрастающих на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника.

Предварительная подготовка данных. Измерение на детекторе производилось по 1024 каналам. Для повышения производительности проведено понижение размерности массива входных данных до 512. Начальным каналом выбран соответствующий энергии 4000 кэВ, конечным – 6555 кэВ. Шаг между каналами составил 5 кэВ. В данный диапазон попадают пики ^{241}Am (5,64 МэВ), ^{252}Cf (6,02 МэВ) – метка для определения радиохимического выхода америция, ^{238}Pu (5,49 МэВ), $^{239+240}\text{Pu}$ (5,15–5,16 МэВ), ^{242}Pu (4,89 МэВ) – для плутония.

Разработка архитектуры сети. Был выбран трехслойный перцептрон, состоящий из 512 входных нейронов, скрытого слоя из 8 нейронов и одного нейрона на выходном слое. Функции нейронов скрытого слоя логистические, активационная функция выходного нейрона многопеременная логистическая.

Обучение ИНС проводили методом обратного распространения ошибки в приложении STATISTICA 64 Trial версии 10. В качестве обучающей подвыборки случайным образом отобраны 70% спектров.

Тестирование и определение качества работы сети осуществляли на основе двух групп спектров: тестовой и контрольной, каждая из которых состояла из отобранных случайным образом 15% спектров.

Производительность (процент правильной классификации) составила: для обучающей подвыборки – 98,40%, для тестовой и контрольной – 98,21%. Наиболее точно классифицированы спектры α-излучения изотопов плу-

тония – 99,44%. По α-излучению ²⁴¹Am показатель был на высоком уровне – 97,45%.

Полученная нейронная сеть встроена в приложение RadioChem. При выборе файла спектра во вкладке «Анализ спектра ИНС» оно отображает спектрограмму и результат идентификации: плутоний или америций со значением коэффициента доверия. Чем ближе он к 1, тем с большей вероятностью спектр классифицирован правильно и, следовательно, тем качественнее проведен радиохимический анализ.

Веб-приложение BiotaDB для ведения базы данных доз облучения объектов биоты и первичной обработки результатов.

Данные, получаемые при определении содержания радионуклидов в почвенных и биологических образцах, необходимы для расчета доз облучения объектов биоты. При помощи веб-приложения BiotaDB авторизованный пользователь может создавать, хранить, редактировать, удалять информацию о проектах, в рамках которых проводятся исследо-

вания, площадках, где шел отбор образцов, пробах почвы и биологических, а также проводить расчеты коэффициентов накопления и перехода радионуклидов, мощности поглощенной дозы облучения от выбранного элемента и взвешенной, в том числе суммарной от нескольких изотопов.

После авторизации и создания проекта пользователь делает запись о пробной площадке, которая содержит сведения из базы данных EcoJournal: шифр пробной площадки, дату, описание, мощность эквивалентной дозы, пробы почвы и биологические с указанием шифра, даты отбора, коэффициента усушки, списка удельных активностей радионуклидов из приложения RadioChem.

При создании записей коэффициентов накопления и перехода программа автоматически сопоставляет данные по удельной активности (или плотности поверхностного загрязнения) конкретного радионуклида в биологической пробе и пробе почвы и рассчитывает коэффициент накопления (перехода). При формировании группы таких записей система определяет параметры описательной статистики: среднее арифметическое, минимальное и максимально значение, медиану, нижний и верхний квартили для каждого радионуклида по всем записям в группе.

Для расчета дозы внешнего и внутреннего облучения применяется модель МКРЗ на основе дозовых коэффициентов [9].

Мощность дозы внешнего облучения рассчитывается по формуле:

$$P_{ext}(N) = A_{soil\ sample}(N) \times DC_{ext} \quad (1)$$

где $P_{ext}(N)$ – мощность поглощенной дозы внешнего облучения от радионуклида N , мкГр·ч⁻¹;

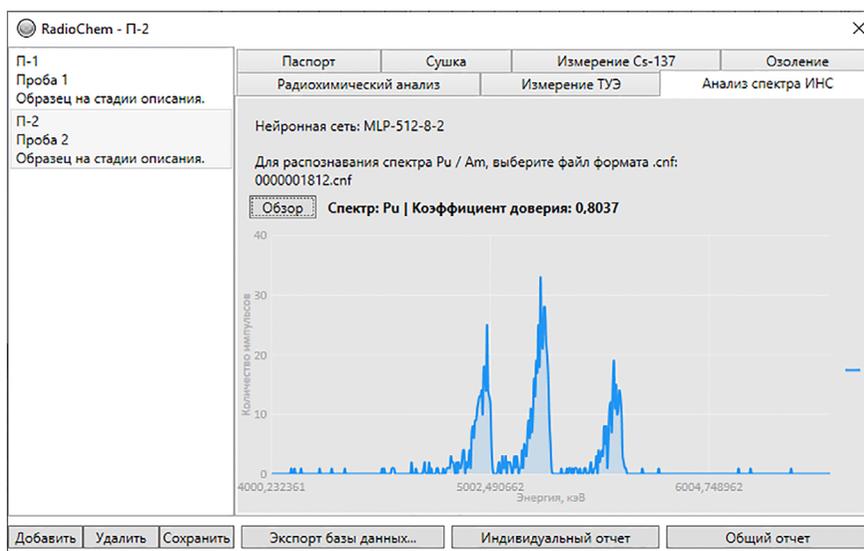


Рис. 4. Приложение RadioChem: интерфейс вкладки «Анализ спектра ИНС»

Мятлик луговой (Cs-137 + TУЭ)

Н - мощность взвешенной поглощенной дозы облучения [мкГр/ч]

Шифр пробы	Название	Вид	$\Sigma H(^{137}\text{Cs})$	$\Sigma H(^{241}\text{Am})$	$\Sigma H(^{238}\text{Pu})$	$\Sigma H(^{239+240}\text{Pu})$	ΣH	$\Sigma H(^{137}\text{Cs})$ %	$\Sigma H(^{241}\text{Am})$ %	$\Sigma H(^{238}\text{Pu})$ %	$\Sigma H(^{239+240}\text{Pu})$ %
1 бл-01	Надземная фитомасса	Мятлик луговой	2,99E-02	1,21E-01	1,22E-02	2,29E-02	1,86E-01	16,08	65,07	6,55	12,31
2 бл-02	Подземная фитомасса	Мятлик луговой	7,01E-02	1,74E-01	2,92E-02	5,50E-02	3,29E-01	21,34	53,04	8,90	16,72

Параметры

Среднее арифметическое	5,00E-02	1,48E-01	2,07E-02	3,89E-02	2,57E-01
Минимальное значение	2,99E-02	1,21E-01	1,22E-02	2,29E-02	1,86E-01
Максимальное значение	7,01E-02	1,74E-01	2,92E-02	5,50E-02	3,29E-01
Медиана	5,00E-02	1,48E-01	2,07E-02	3,89E-02	2,57E-01
Q1	2,99E-02	1,21E-01	1,22E-02	2,29E-02	1,86E-01
Q3	7,01E-02	1,74E-01	2,92E-02	5,50E-02	3,29E-01

Рис. 5. Веб-приложение BiotADB: интерфейс страницы групп записей доз облучения
Примечание: данные в таблице приведены для примера

$A_{soil\ sample}(N)$ – удельная активность радионуклида в верхнем 20-см слое почвы на пробной площадке, Бк/кг;

DC_{ext} – дозовый коэффициент для расчета мощности дозы внешнего облучения согласно [9], (мкГр/ч):(Бк/кг).

Для расчета мощности ОБЭ-взвешенных поглощенных доз внутреннего облучения от разных радионуклидов используется формула:

$$H_{int}(N) = A_{bio\ sample}(N) \times C_d \times DC_{int} \times (f_0 \times C_{RBE,0} + f_1 \times C_{RBE,1} + f_2 \times C_{RBE,2} + f_3 \times C_{RBE,3}), \quad (2)$$

где $H_{int}(N)$ – мощность ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы внутреннего облучения от радионуклида N , мкГр×ч⁻¹;

$A_{bio\ sample}(N)$ – удельная активность радионуклида N в биологической пробе, Бк/кг;

C_d – коэффициент усушки, для расчета удельной активности на сырую массу;

DC_{int} – дозовый коэффициент для расчета внутрен-

него облучения согласно [9], (мкГр×ч⁻¹):(Бк×кг⁻¹);

f_i – вклад i -го вида излучения, отн.ед.;

$C_{RBE,i}$ – коэффициент относительной биологической эффективности i -го вида излучения.

Согласно Публикации №136 МРКЗ рассматриваются следующие виды излучения: осколки деления (f_0 , $C_{RBE,0}=20$), α -частицы (f_1 , $C_{RBE,1}=10$), низкоэнергетическое β - и γ -излучение (f_2 , $C_{RBE,2}=3$), другое β - и γ -излучение (f_3 , $C_{RBE,3}=1$).

Поскольку внешнюю дозу облучения по модели МКРЗ формирует только γ -излучение с коэффициентом относительной биологической эффективности, равным 1, то суммарная мощность ОБЭ-взвешенной рассчитывается согласно формуле:

$$\Sigma H(N) = H_{int}(N) + P_{ext}(N), \quad (3)$$

где $\Sigma H(N)$ – мощность ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы внутреннего и внешнего облучения от радионуклида N , мкГр×ч⁻¹;

$H_{int}(N)$ – мощность ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы вну-

треннего облучения от радионуклида N , мкГр×ч⁻¹;

$P_{ext}(N)$ – мощность поглощенной дозы внешнего облучения от радионуклида N , мкГр×ч⁻¹.

Мощность ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы облучения от всех радионуклидов рассчитывается по формуле:

$$\Sigma H = \Sigma H(N_1) + \Sigma H(N_2) + \dots + \Sigma H(N_n), \quad (4)$$

где ΣH – мощность ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы внешнего и внутреннего облучения от рассматриваемых радионуклидов, мкГр×ч⁻¹;

$\Sigma H(N_i)$ – мощность ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы внешнего и внутреннего облучения от радионуклида N , мкГр×ч⁻¹.

Вклад отдельного изотопа в дозу облучения определяется, как доля ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы облучения данным изотопом от ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы всех радионуклидов:

$$d(N) = \Sigma H(N_i) : \Sigma H \times 100\% \quad (5)$$

где $d(N)$ – доля ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы радионуклида N от ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы рассматриваемых радионуклидов, %;

$\Sigma H(N_i)$ – мощность ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы внешнего и внутреннего облучения от радионуклида N , мкГр×ч⁻¹;

ΣH – мощность ОБЭ-взвешенной поглощенной дозы внешнего и внутреннего облучения от рассматриваемых радионуклидов, мкГр×ч⁻¹.

На рис. 5 представлен интерфейс страницы результатов расчета доз облучения и вклада каждого радионуклида в общую.

Как и для групп записей коэффициентов накопления и пере-

хода, для группы записей доз облучения также доступны параметры описательной статистики: среднее арифметическое, минимальное и максимальное значение, медиана, нижний и верхний квартили для каждого радионуклида и для суммарной дозы облучения от всех из них.

Веб-приложение доступно в виде сайта www.biotadb.by, справочная документация – на странице www.biotadb.by/home/help.

Использование программного комплекса в рамках грантов на выполнение научно-исследовательских работ докторантами, аспирантами и соискателями Национальной академии наук Беларуси №2016-29-140 и №2017-29-043 позволило создать

массив экспериментальных данных об удельной активности трансурановых элементов, коэффициентов их накопления и перехода, дозах облучения растений Полесского государственного радиационно-экологического заповедника с включением его в Государственный регистр информационных ресурсов (№5342336483). Полученная информация важна для принятия обоснованных решений по обеспечению радиационной защиты естественных экосистем в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС.

Заключение

Разработанный программный комплекс позволяет привести к единообразию расчет доз облучения техногенными радионуклидами объектов биоты. Преимущество данного комплекса заключаются в возможности работы на устройствах широко распространенных вычислительных платформ и простоте использования за счет интуитивно понятных интерфейсов входящих в него приложений. Разработка может быть использована как в образовательных, так и научных целях. ■

Работа выполнена при финансовой поддержке грантов на выполнение научно-исследовательских работ докторантами, аспирантами и соискателями Национальной академии наук Беларуси №2016-29-140 на 2016 г. и №2017-29-043 на 2017 г.

■ **Summary.** The article describes software package for calculating the dose rate of ^{137}Cs , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, and ^{241}Am isotopes for non-human biota. It consists of three applications: a mobile application for describing sites and samples, desktop application for maintaining a database of samples for radiochemical analysis and measuring the activity of radionuclides, and a web application for calculating dose rates and descriptive statistics. An artificial neural network has been developed and trained to classify alpha radiation spectra, demonstrating its potential for assessing the quality of radiochemical analysis in determining the content of plutonium and americium isotopes. The advantages of the developed software include compatibility with devices of popular platforms, ease of use, and the unification of tasks for calculating dose rates for non-human biota.

■ **Keywords:** software, information technologies, dose rate, dosimetry, non-human biota, artificial neural networks.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-07-77-83>

Статья поступила в редакцию
30.11.2023 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Zheng M. The impact of digital economy on renewable energy development in China / M. Zheng, Ch. Y. Wong // *Innovation and Green Development*. 2024. Vol. 3, iss. 1. 100094. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.igd.2023.100094>.
- Investigating narratives and trends in digital agriculture: A scoping study of social and behavioural science studies / K. McGrath [et al.] // *Agricultural Systems*. 2023. Vol. 207. 103616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2023.103616>.
- Medicine 2032: The future of cardiovascular disease prevention with machine learning and digital health technology / A. Javaid [et al.] // *American Journal of Preventive Cardiology*. 2022. Vol. 12. 100379. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ajpc.2022.100379>.
- Habib M. Digital transformation strategy for developing higher education in conflict-affected societies / M. Habib // *Social Sciences & Humanities Open*. 2023. Vol. 8, iss. 1. 100627. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100627>.
- Rhodes D.V.L. Creating Custom Digital Assistants for the Scientific Laboratory using the HelixAI Platform / D.V.L. Rhodes, J. G. Rhodes // *SLAS Technology*. 2022. Vol. 27, iss. 5, P. 284–289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.slast.2022.05.002>.
- Comparative of machine learning classification strategies for electron energy loss spectroscopy: Support vector machines and artificial neural networks / D. del-Pozo-Bueno [et al.] // *Ultramicroscopy*. Vol. 253. 113828. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultramic.2023.113828>.
- Artificial neural network for predicting nuclear power plant dynamic behaviors / M. El-Sefy [et al.] // *Nuclear Engineering and Technology*. 2021. Vol. 53, iss. 10. P. 3275–3285. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.net.2021.05.003>.
- Introducing a Virtual Assistant to the Lab: A Voice User Interface for the Intuitive Control of Laboratory Instruments / J. Austerjost [et al.] // *SLAS Technology*. Vol. 23, iss. 5. 2018. P. 476–482. DOI: <https://doi.org/10.1177/2472630318788040>.
- ICRP, 2017. Dose coefficients for nonhuman biota environmentally exposed to radiation. ICRP Publication 136. Ann. ICRP 46(2).
- Brown J.E. A new version of the ERICA tool to facilitate impact assessments of radioactivity on wild plants and animals / J.E. Brown // *Journal of Environmental Radioactivity*. 2016. Vol. 153. P. 141–148. DOI: [10.1016/j.jenvrad.2015.12.011](https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2015.12.011).
- МВИ объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов на гамма-спектрометрах с полупроводниковыми детекторами. МВИ. МН 3421-2010: утв. БелГИМ 28.05.10. Минск: БелГИМ, 2010.
- Методика определения активности стронция-90 и трансурановых элементов в биологических объектах: МВИ.МН 1892-2003. Введ. 2003-04-30. – Минск: ИРБ НАН Беларуси, 2003.
- Методика выполнения измерений мощности эквивалентной дозы гамма-излучения дозиметрами и дозиметрами-радиометрами: МВИ.МН 2513-2006. Введ. 2006-08-11. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2005.
- Ефремова Н.Ю. Оценка неопределенности в измерениях: Практическое пособие / Н.Ю. Ефремова. – Минск, 2003.

Oleg Kiselevsky, Oleg Kondrashov
Ways to overcome the innovation barrier in the development of high technology 4

The article considers the main reasons for the innovation barrier separating the theoretical development of knowledge-intensive projects from their practical implementation. To assess the maturity level of an innovative start-up, it is proposed to use the TRL technology readiness level scale.

Elena Goncharenok, Olga Nilova, Anastasia Rikhtikova, Evgeny Malchevsky
Youth start-up movement 11

The authors give a brief overview of the tools and mechanisms for supporting the youth start-up movement that activate promising initiatives and promote their commercialization, as well as show the problems hindering this process.

Lyudmila Shichko
State incentives for the commercialization of university research results 16

The article considers the mechanisms of state stimulation for the university research results commercialization based on international and domestic practice. The priority support measures and recommendations for transforming university technological assets into market offers are proposed.

Valery Starzhinsky, Natalia Serebryakova, Dmitry Kravchenko
Innovative basis for university restructuring 3.0 25

The authors considered the principles of restructuring a classical university based on start-up technologies. An educational, scientific and experimental version of the start-up "Avtodomino" is presented to test the possibilities of design and implementation in the "University 3.0" infrastructure.

Irina Atroshko
Champions of the innovative economy 29

An overview of the most successful Russian and Belarusian start-ups with growth prospects is presented.

Volga Avechkina
Dynamics of the Belarus' logistics system development as a factor of economic stability 32

The author analyses the process of logistics management of supply chains creating and improving in Belarus that results in increased integration of countries and organizations participating in the movement of goods.

Svetlana Feschenko
Development of labeling institute in supply chains 37

A demarcation of the concepts of "labeling" and "marking" in the regulatory legal documents of the EAEU and the Republic of Belarus is proposed and justified.

Dmitry Ragel
Features of scoring transactions with corporate counterparties 43

A new approach to constructing linear-weighted combinations for assessing the activities of companies with undeclared economic relations is presented. The author shows also the ways to specifying and calibrating additive models, which can be built on the basis of data obtained in the course of studying the solvency of various legal entities and the results of economic activities of individual enterprises. regulatory legal documents of the EAEU and the Republic of Belarus is proposed and justified.

Aliaksandr Areshankou
Risks of biological threats and ensuring public safety (on the example of fight against new pandemics) 47

The author analyses various aspects of biological safety on a national and global scale, the problem of managing the risks of biological threats, and formulates the main objectives of state policy in this area.

Vladimir Savchenko
Human pangenome and genomic medicine 54

The author considers the history of interdisciplinary research on deciphering the human genome, and analyzes the prospects for the use of genomic medicine.

Igor Garanovich
Woody plants in the anthropogenic landscape 61

The article considers the impact of the urban environment on the development of plants, the adaptability of various species to adverse conditions, as well as recommendations on the preservation of green spaces and the creation of new plantings being in harmony with modern and historical development of settlements.

Tatsiana Valodzina
Tatsiana Kukharonak: The ethnography chose me 68

An essay dedicated to the anniversary of an outstanding researcher of Belarusian folk traditions that accompany a person from birth throughout his life, revived and preserved for posterity largely thanks to the heroine of this material.

Irina Shlyaga, Maryna Miazheinkava
Combined laryngeal probe to improve the diagnosis of diseases of the hypopharynx and larynx 72

The authors present the development of specialists from the Gomel State Medical University and the N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus. Its production and use will help improve the quality of ENT diseases diagnosis.

Ruslan Spirau, Natallia Tsimokhina, Aleksander Nikitin
Software package for calculating the dose rate of ¹³⁷Cs, ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu, and ²⁴¹Am isotopes for non-human biota 77

The article describes software package for calculating the dose rate of ¹³⁷Cs, ²³⁸Pu, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu, and ²⁴¹Am isotopes for non-human biota. The advantages of the developed software include compatibility with devices of popular platforms, ease of use, and the unification of tasks for calculating dose rates for non-human biota.



Государственная политика в сфере истории: проблемы и перспективы сохранения исторической правды и памяти : материалы Респ. науч.-практ. конф., Минск, 14 сент. 2023 г. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т истории ; редкол.: И. П. Сергеенко, В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2024. – 241 с.

ISBN 978-985-08-3156-9.

В настоящее издание включены материалы докладов представителей Администрации Президента Республики Беларусь, Государственного секретариата Совета Безопасности Республики Беларусь, Генеральной прокуратуры Республики Беларусь, Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь, министерств, областных исполнительных комитетов и иных республиканских органов государственного управления, общественных объединений, учреждений высшего образования, средств массовой информации, представленных на Республиканской научно-практической конференции «Государственная политика в сфере истории: проблемы и перспективы сохранения исторической правды и памяти», состоявшейся 14 сентября 2023 г. Адресуется работникам государственных органов и иных государственных организаций, научному и педагогическому сообществу, аспирантам, слушателям, студентам учреждений высшего и дополнительного образования взрослых.

Бразгуноў, А. У.

Аўтарская самасвядомасць у беларускім пісьменстве XVI-XVII стагоддзяў / А. У. Бразгуноў ; Нац. акад. навук Беларусі, Цэнтр даслед. беларус. культуры, мовы і літ., Ін-т літаратуразнаўства імя Я. Купалы ; навук. рэд. С. С. Лаўшук. – Мінск : Беларуская навука, 2024. – 375 с.

ISBN 978-985-08-3158-3.

У манаграфіі разгледжаны працэс станаўлення аўтарскай самасвядомасці ў беларускім пісьменстве эпохі Рэнесансу і барока, калі адбываўся складаны пераход ад сярэднявечных прынцыпаў творчасці да новых форм мастацкага самавыражэння. Даследаванне грунтуецца на багатым шматмоўным літаратурным матэрыяле XVI-XVII стст., прадстаўленым разнастайнымі жанрамі (прадмова, акафіст, хроніка, паэма, дыярыўш, апісанне падарожжа) і аўтарамі (Ф. Скарына, А. Рымша, М. Гусоўскі, Ф. Еўлашоўскі, Я. Цядроўскі, М. К. Радзівіл, А. С. Радзівіл, Т. С. Білевіч і інш.).

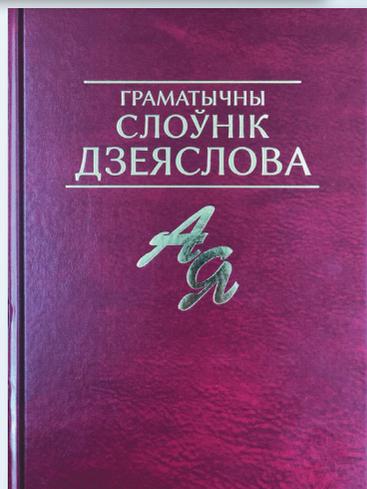
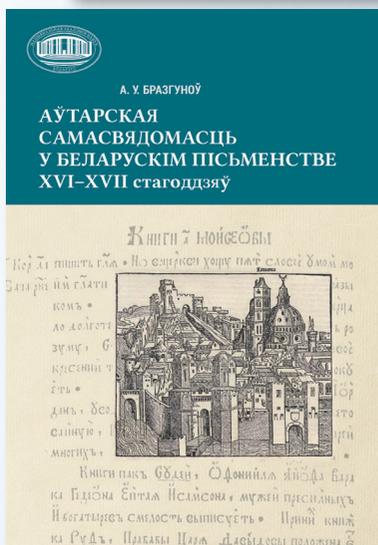
Адрасуецца літаратуразнаўцам і ўсім, хто цікавіцца культурай і гісторыяй Беларусі эпохі Рэнесансу і барока.

Граматычны слоўнік дзеяслова / Нац. акад. навук Беларусі, Цэнтр даслед. беларус. культуры, мовы і літ., Ін-т мовазнаўства імя Якуба Коласа ; уклад.: В. П. Русак [і інш.] ; навук. рэд. В. П. Русак. – Мінск : Беларуская навука, 2024. – 1151 с.

ISBN 978-985-08-3095-1.

Граматычны слоўнік дзеяслова – нарматыўны граматычна-арфаграфічны даведнік, асноўнае прызначэнне якога – адлюстраваць сучаснае словазмяненне дзеяслова, даць поўную сістэму яго марфалагічных форм. Новае выданне слоўніка падрыхтавана з улікам тых тэндэнцый, што праявіліся ў сістэме літаратурнай мовы ў першай чвэрці новага тысячагоддзя. У аснову рэестра слоўніка пакладзены рэестр «Граматычнага слоўніка дзеяслова» 2013 года выдання, які дапоўнены новымі запазычанымі і ўласнабеларускімі словамі, што актыўна выкарыстоўваюцца ў сучаснай моўнай практыцы. Слоўнік змяшчае каля 34 тысяч дзеясловаў.

Разлічаны на мовазнаўцаў, выкладчыкаў, настаўнікаў, студэнтаў, вучняў і ўсіх носьбітаў беларускай мовы, якія жадаюць удакладніць свае веды пра напісанне і змяненне дзеясловаў.



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 заказ можно по телефонам: +375 (17) 396-83-27, 370-64-17, 320-33-74. Адрес: ул. Ф. Скорины, 40, 220084, г. Минск, Республика Беларусь; e-mail: belnauka@mail.ru; сайт: www.belnauka.by

ВНИМАНИЕ, ЛЮБОПЫТНАЯ ЧЕРЕПАХА!

Болотная черепаха (*Emys orbicularis*) – единственный представитель черепах на территории нашей страны, занесена в Красную книгу Республики Беларусь. Постоянно живет на Полесье, хотя отдельных особей можно увидеть в любом районе страны.

