



ЗАЧЕМ
МОЛОДЫМ
ИДТИ В НАУКУ?

32

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЯМИ

42

КОНВЕРГЕНЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ТРУДА

50

ЦЕННОСТНЫЕ
ОРИЕНТАЦИИ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

55

Наука и инновации

№10 (272)
ОКТАБРЬ 2025

научно-
практический
журнал



Молодежь
Наука
Будущее

ISSN 1818-9857



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 ОРГАНИЗАТОРОМ ОТКРЫТЫХ МОЛОДЕЖНЫХ КОНКУРСОВ БИЗНЕС-ИДЕЙ РОСТКИ БИЗНЕСА и ИННОСТАРТ

Основной задачей конкурсов является отбор бизнес-идей в Бобруйском и Молодечненском регионах, 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 **1 октября 2025 г**

Получить больше информации и подать заявку можно на сайтах **rostkibiznesa.by** и **innostart.by**

Максимальная финансовая поддержка одного проекта составляет до **1 млн 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 |
| П.А. Витязь –
<i>зам. председателя</i> | А.И. Иванец |
| С.А. Чижик –
<i>зам. председателя</i> | Н.С. Казак |
| Ж.В. Комарова | А.В. Кильчевский |
| В.Ф. Байнев | Э.И. Коломиец |
| О.Ю. Баранов | С.А. Красный |
| А.И. Белоус | М.В. Мясникович |
| В.Г. Богдан | О.Г. Пенязьков |
| С.В. Гапоненко | Ф.П. Привалов |
| В.Л. Гурский | С.П. Рубникович |
| | О.О. Руммо |
| | С.В. Харитончик |
| | И.П. Шейко |
| | А.Г. Шумилин |
| | С.С. Щербаков |

Главный редактор:

Жанна Комарова

Ведущие рубрик:

Ирина Емельянович Татьяна Жданович
Наталья Минакова Юлия Василюшина

Дизайн и верстка:

Татьяна Аверкова

Фото на обложке и в теме номера
Артема Овсянникова

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:
007532 (ведомственная)
00753 (индивидуальная)

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 9,8. Тираж 455 экз.
Цена договорная.
Подписано в печать 14.10.2025.

Издатель: РУП «Издательский дом «Беларуская навука». Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013 г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ №204.

© «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: МОЛОДЕЖЬ. НАУКА. БУДУЩЕЕ

Александр Новиков, Анастасия Иванова

Деятельность и активность молодых ученых 4

Рассмотрены государственная система поддержки талантливой молодежи и инициативы Государственного комитета по науке и технологиям.

Алексей Дайнеко, Наталия Половинко

Роль БРФФИ в реализации государственной молодежной политики в сфере науки 9

Показана роль Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований в деле реализации государственной молодежной политики в сфере науки, грантовой поддержки исследований молодых ученых.

Ирина Стигайло

Взгляд нового поколения 14

Новое поколение исследователей делится своим видением, опытом и размышлениями об эффективности системы помощи молодым ученым, программам и грантах, перспективах и горизонтах.

Алеся Соловей

Трудовая деятельность и карьерные ориентации соискателей ученых степеней 22

На основе результатов социологического исследования отражены показатели профессионального положения и трудовой научной деятельности соискателей ученых степеней отечественной науки: их профессиональная самоидентификация, мотивация при выборе профессии, условия научной активности и успешной защиты диссертационной работы и способствующие этому личностные качества, карьерные ориентации.

Дмитрий Мазарчук

Академическая магистратура – стартовая площадка исследователя 29

Представлена реализованная в Университете НАН Беларуси уникальная модель подготовки молодых ученых, основанная на построении индивидуальных научных траекторий и включении обучающихся в реальную работу в институтах Академии.

Людмила Ломохова

Зачем молодым идти в науку? 32

Интервью с молодыми учеными, связавшими свою жизнь с наукой, о том, как исследовательская среда способствует их самореализации, проявлению лучших качеств – креативности, умению мыслить нестандартно, смелости, трудолюбия.

ЦИФРОВАЯ ПЕРСПЕКТИВА

Оксана Горбатовская, Светлана Такун

Оценка эффективности внедрения цифровых технологий в системе управления предприятиями: подходы, инструменты, алгоритм 42

Предложен универсальный алгоритм, позволяющий оценить масштаб освоения цифровых технологий, включающий этапы: определение целей и задач, оценку текущего состояния, измерение результатов и расчет эффективности внедрения.

ЭКОНОМИКА КАЧЕСТВА

Екатерина Господарик, Михаил Ковалев

Конвергенция производительности труда – фундамент интеграции в ЕАЭС 50

Проведен анализ производительности труда в странах – членах ЕАЭС и отдельно в Беларуси, а также факторов, влияющих на нее, и предложены меры по ее повышению как на уровне ЕАЭС, так и на национальном. Рассмотрены влияние инвестиций в основной капитал, компетенции и мотивация трудовых ресурсов.

Андрей Грибов, Татьяна Хатеневич

Формирование ценностных ориентаций потребителей при использовании семиотики в брендировании белорусской продукции 55

Представлены проблемные аспекты формирования позитивного этоса бренда, проанализированы условия эффективного внедрения социально ответственного маркетинга.

БИОТЕХНОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Жанна Рупасова, Федор Привалов, Николай Павловский, Эмилия Коломиец, Татьяна Пилипчук

Влияние биологических средств защиты и регуляции роста растений на питательную и витаминную ценность плодов голубики высокорослой 59

Приведены результаты сравнительного исследования эффективности ряда биопрепаратов, в том числе бактериального средства Экоберит, при выращивании голубики высокорослой. Проанализировано влияние биологических добавок в различных концентрациях на вкусовые качества и лечебно-профилактические свойства ягод.



ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дмитрий Рагель

Методы кластеризации показателей при финансовой оценке взаимосвязанных контрагентов 66

Рассматриваются основные подходы к кластеризации схожих данных, характеризующих хозяйственную деятельность однотипных контрагентов.

Дарья Хвир

Вклад в познание фауны шмелей (*Hymenoptera: Apoidea: Bombus Latr.*) – опылителей клеверов Беларуси 70

В работе представлены результаты многолетних исследований биотопического распределения и фенологии видов шмелей и шмелей-кукушек в трех агроклиматических областях Беларуси. Раскрываются наиболее актуальные вопросы, касающиеся регионального расселения шмелей в центральной части Беларуси и в прилегающих к ней регионах.

Павел Кирьянов, Станислав Пантелеев, Людмила Можаровская, Олег Баранов

Структурно-функциональная организация митохондриального генома карельской березы 77

Представлены результаты впервые проведенного секвенирования митохондриального генома карельской березы, в ходе которого идентифицировано 469 микросателлитных локусов для разработки панели высокоинформативных генетических маркеров.

К СВЕДЕНИЮ ПОДПИСЧИКОВ И АВТОРОВ

Наука и инновации

Журнал «Наука и инновации» входит в утвержденный ВАК Беларуси Перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по биологическим, медицинским наукам и инновационной экономике.

Журнал включен в базу электронной научной библиотеки eLibrary (РИНЦ), КиберЛенинки, EBSCO.

Научным публикациям в журнале присваивается цифровой идентификатор объекта (DOI).

Оформить подписку можно в отделениях РУП «Белпочта» или «Белсоюзпечать», а также через Интернет (подписные индексы 00753 и 007532).





Александр Новиков,
соискатель кафедры
экономического развития
и менеджмента
Академии управления
при Президенте
Республики Беларусь



Анастасия Иванова,
начальник отдела развития инновационной
инфраструктуры, коммерциализации
и интеллектуальной собственности
управления инновационной политики
Государственного комитета по науке
и технологиям Республики Беларусь

Деятельность и активность молодых ученых

Молодежи присущи стремление к познанию нового, инициативность, разумный риск, что делает ее двигателем прогресса по большинству направлений общественной жизни. Это проявляется как в сфере экономики, так и в связанных с нею процессах, в первую очередь – инновационного развития. Сегодня у молодых людей есть достаточно возможностей для реализации своих способностей с пользой для себя и социума. Помочь им в этом призвана сеть Центров поддержки технологий и инноваций (ЦПТИ), которая была создана в 2016 г. Национальным центром интеллектуальной собственности (НЦИС) при содействии Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) на базе вузов, библиотек, научных организаций, научно-технологических парков, крупных предприятий и т.д. В Беларуси функционирует 35 ЦПТИ, 13 из них – в вузах, что способствует вовлечению молодежи в инновационную деятельность.



Значимость их структуры обусловлена значением информации для современного общества. В ЦПТИ молодые ученые на безвозмездной основе получают доступ к патентным и непатентным ресурсам ВОИС, НЦИС и другим источникам данных, могут получить бесплатную консультацию, касающуюся работы с ними. Специалисты центра разъясняют законодательные аспекты защиты прав на объекты интеллектуальной собственности (ОИС), помогают подготовить документы для регистрации прав на них; оказывают содействие в решении практических вопросов, касающихся патентования, коммерциализации, лицензирования.

Биржа интеллектуальной собственности – еще один созданный НЦИС инструмент поддержки молодых ученых, позволяющий им бесплатно представлять свои коммерческие разработки. В 2025 г. функционал Биржи был существенно расширен – появилась возможность размещать предложения о внедрении результатов научной и научно-технической деятельности, оферты на заключение договоров о передаче сведений, составляющих секрет производства (ноу-хау), а также заявок на создание и (или) использование ОИС.

Инновационная инфраструктура нашей страны (22 субъекта) представлена научно-технологическими парками (технопарки) (15), центрами трансфера технологий (5), Национальным центром интеллектуальной собственности, Белорусским инновационным фондом, которые выступают платформами для сотрудничества предпринимателей, инвесторов, инженеров, исследователей и т.д. Эффективность деятельности субъектов существенно

возрастает за счет их тесных связей с учреждениями образования, научными организациями и промышленными объектами. 7 из 15 технопарков функционируют на базе вузов. Исторически первый и самый крупный технопарк «Политехник» создан в 1992 г. при Белорусском национальном техническом университете. Тесная связь между ними оказывает взаимное положительное влияние: технопарк получил доступ к материально-технической базе вуза, который, в свою очередь, имеет возможности практической реализации проектов посредством задействования производственного потенциала технопарка и его резидентов.

В целях масштабирования деятельности по поддержке инновационного предпринимательства, увеличения количества участников технопарки открывают филиалы в регионах. Так, ООО «ИнКата» создал представительства в Бобруйске и Молодечно, ЗАО «Брестский научно-технологический парк» – филиал «Бурштын» в Барановичах.

Необходимо отметить, что предоставляемые резидентам технопарков льготы и преференции стимулируют развитие инновационного предпринимательства: по сравнению с предыдущим годом объем выпущенной продукции вырос более чем на 20% и составил 1 млрд руб. При этом на совершенствование материально-технической базы в 2024 г. направлено порядка 135 млн руб. бюджетных средств. По итогам 2024 г. количество резидентов составило 275 (в 2023 г. – 264), общая численность работников – 6390 человек (в 2023 г. – 5323). В 2025–2027 гг. планируется выделять не менее 50% средств фондов инновационного развития технопарков на проекты резидентов.

В нашей стране особое внимание уделяется развитию профессиональных компетенций и формированию инновационной культуры молодежи, ее привлечению к участию в научных исследованиях. Популяризация научной деятельности достигается через организацию конференций, конкурсов, стартап-мероприятий, образовательных программ, практических проектов, в том числе при содействии субъектов инновационной инфраструктуры. Такие мероприятия способствуют формированию у молодых людей активной позиции, стремления к познанию нового, инициативности и предпринимательского мышления.

Технопарки активно участвуют в стартап-движении как в качестве экспертов, так и в качестве организаторов мероприятий. В 2025 г. Технопарк «Горки» провел 6 обучающих курсов по программированию и робототехнике для 60 детей школьного возраста, 5 обучающих курсов по основам предпринимательской деятельности и бизнес-планирования.

Научно-технологический парк БГУИР в рамках дня информирования организовал встречу с учащимися старших классов СШ №11 г. Минска, в ходе которой будущие абитуриенты были ознакомлены с возможностями развития стартапов в рамках учебного процесса вуза и их последующей коммерциализации в технопарке, в котором студентам университета было предложено пройти производственную и преддипломную практику. Профессорско-преподавательский состав и учащиеся привлекаются к исследовательским работам в рамках совместного проекта с ОАО «Пеленг».

Научно-технологический парк Полоцкого государственного университета во взаимодействии

с филиалом «Полоцкие энергетические сети» в процессе изучения курсов «Техническая гидромеханика» и «Основы энергосбережения» проводят ознакомительные экскурсии для студентов Полоцкого государственного университета.

Технопарк «Коралл» «Агентства развития и содействия инвестициям» совместно с резидентами организовал открытый конкурс стартап-идей SMARTGOMEL, в котором приняли участие более 50 человек. Всем победителям-резидентам в целях реализации их бизнес-проектов предоставлена возможность претендовать на средства фонда инновационного развития, для воплощения своих идей 3 месяца безвозмездно пользоваться помещениями технопарка. На его базе проходит областной этап Республиканского смотра инновационного и технического творчества учащихся и работников учреждений образования, а также ряд других мероприятий для детей и молодежи. На базе «Коралла» действует единственный детский технопарк «Иннопарк», охвативший своими мероприятиями более 2 тыс. школьников.

Два филиала вузов: кафедра менеджмента Брестского государственного технического университета и кафедра философии и экономики Брестского государственного университета им. А.С. Пушкина – функционируют в технопарке ЗАО «БНТП». При финансовом участии резидентов – ООО «Система промышленной автоматизации» и ЧУП «Тексастрой» – в БГТУ создана и развивается лаборатория промышленной робототехники.

На базе Учебно-научно-производственного центра «Технолаб» проведен региональный отборочный этап проекта «100 идей

для Беларуси», организованы экскурсии для учащихся инженерных классов СШ №2 г. Гродно, встреча со студентами первого курса Гродненского государственного университета им. Я. Купалы, обучающимися по специальности «Искусственный интеллект», День открытых дверей кафедры логистики и управления, оказано содействие работе III молодежного форума «Беларусьнефть – Гроднооблнефтепродукт».

РУП «Унитехпром БГУ» провел научно-практическую конференцию для молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов «Молодежная наука: современные направления исследований в химии полимеров медицинского назначения», организовал круглый стол, посвященный реализации стартапов и инновационных проектов.

Центры трансфера технологий (ЦТТ) также вносят свой вклад в дело привлечения талантливой молодежи к инновационному развитию страны. Так, ЦТТ Барановичского государственного университета при поддержке Центра притяжения Igrow ОАО «Белагропромбанк» в г. Барановичи организовал III Инновационный бизнес-хакатон по решению кейс-заданий субъектов реального сектора экономики, инфраструктуры поддержки малого и среднего предпринимательства и учреждений среднего специального образования. В ходе мероприятия систематизировано 6 кейс-заданий по разработке прототипа нового продукта, программного обеспечения, проведению аналитического исследования эффективности маркетинговой и сбытовой стратегии организации, созданию веб-ресурса, лендинга, комплекта рекламных материалов и фирменного стиля и пр.; проведен цикл обучающих семинаров;

к защите кейс-решений допущено 3 команды разработчиков.

Совместно с университетом и учреждениями общего среднего образования Брестской области обеспечивается работа инженерных классов. При участии 7 школ из Барановичей и 3 – из регионов Брестской области организовано стартап-мероприятие «Школа молодого ученого», охватившее 75 участников, привлечены 3 потенциальных инвестора. Проведены обучающие курсы «Проектный менеджмент».

При содействии ЦТТ ГрГУ им. Я. Купалы организовано участие студентов университета в таких мероприятиях, как Space Hackathon with МТС, хакатон «ЭколИнно-2025», II Республиканский конкурс аналитических проектов (21 проект; 7 финалистов), XIV Открытый конкурс студенческих бизнес-идей «ИнНаСтарт» (61 проект), региональный финал конкурса «100 идей для Беларуси» (7 проектов; 1 финалист). Осуществлено организационно-методическое сопровождение внедрения более 80 студенческих разработок.

В Беларуси имеются общие платформы, позволяющие молодым людям раскрыть потенциал, получить поддержку с целью воплощения своих идей на практике. Наиболее значим Республиканский конкурс инновационных проектов, который ежегодно организуется ГКНТ при участии Министерства образования, НАН Беларуси, БРСМ, Белорусского инновационного фонда. В 2025 г. он проводится в 16-й раз. В этом году заявки на участие подали 224 потенциальных участника – рекордное количество желающих за все время существования конкурса. Его цели – стимулирование реализации перспективных инновационных проектов, содей-

ствие в поиске инвестиционной поддержки для них и коммерциализации. Право на участие по двум номинациям – «Лучший инновационный проект» и «Лучший молодежный инновационный проект» – имеют как юридические, так и физические лица, чья работа соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности и подразумевает стратегию коммерциализации. Стадия воплощения проекта не имеет решающего значения при отборе.

В номинации «Лучший молодежный инновационный проект» оцениваются стартап-проекты участников, возраст которых не превышает 35 лет, в том числе студентов, школьников, молодых ученых и разработчиков. Из 224 заявок, поданных в 2025 г., оценке подлежат 193. Соревнующимся предоставляется широкий круг возможностей, включая презентацию собственных разработок; получение денежных призов и сертификатов на коммерциализацию; выделение средств на создание бизнес-плана, участие в семинарах-тренингах с привлечением ведущих специалистов в области инновационной и венчурной деятельности, бизнес-планирования, продвижения и монетизации проектов, их реализации на базе организаций, учредивших дополнительные номинации (в текущем году появилось 29 новых).

Немаловажное значение имеет возможность получения финансирования для воплощения проектов от Белорусского инновационного фонда. Победители могут пройти обучение, воспользоваться возможностью проведения акселерации своих проектов при поддержке партнеров конкурса. Поступившие материалы

готовятся к экспертизе, по результатам которой будут отобраны 40 лучших разработок. Финальный этап конкурса состоится в декабре, где авторы выступят с презентациями проектов, которые получают оценку совета.

В рамках конкурса участники смогут коммерциализировать отобранные инновационные проекты с помощью сертификата в размере 571 базовой величины. Это существенно упрощает процесс практической реализации разработок, что имеет значительный положительный эффект для производителя, потребителя и экономики в целом. Необходимо отметить, что многие проекты имеют не только существенное экономическое, но в первую очередь – социальное значение, так как направлены на поддержание здоровья населения. Среди получивших сертификаты на коммерциализацию необходимо отметить следующие разработки.

Методика адаптивной терапии дыхательной недостаточности и ее аппаратно-программная реализация в виде изделия медицинской техники для оптимизации расхода кислорода разработана доцентом кафедры защиты информации Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники О.Б. Зельманским. Она предполагает создание медицинского комплекса, обеспечивающего индивидуальный подбор и коррекцию скорости подачи кислорода пациенту в ходе терапии дыхательной недостаточности. Методика реализована в оригинальном медицинском устройстве, которое может работать как с концентраторами кислорода в стационарной кислородной сети, так и с баллонами. В случае ее внедрения в медицинских учреждениях экономия кисло-

рода составит 700 тыс. л в месяц, появится возможность автоматического подбора и коррекции режима терапии, значительные перспективы имеет опция дистанционного ведения пациентов. Достигнуты договоренности о сотрудничестве с Минским НИИ радиоматериалов (об организации производства), ООО «ИнКата» (о вступлении в технопарк); Институтом физиологии НАН Беларуси и РНПЦ пульмонологии и фтизиатрии (о научно-исследовательской деятельности). Получены патенты на полезную модель, промышленный образец и товарный знак. Изготовлена опытная партия для проведения первичной экспертизы в Центре экспертиз и испытаний в здравоохранении. Проект находится на этапе подготовки к запуску в производство после прохождения процедуры государственной регистрации в Министерстве здравоохранения Республики Беларусь.

Автор проекта «Индивидуальное компрессионное белье для медицинской реабилитации пациентов с рубцовыми изменениями кожи» – доцент кафедры детской хирургии Гродненского государственного медицинского университета А.В. Глуткина. В процессе коммерциализации идеи ею создано производство компрессионного белья, которое предотвращает образование гипертрофических рубцов на месте ожогов, а также патологических рубцов, помогает при гемангиомах и других сосудистых патологиях, способствует заживлению ран, улучшению состояния пациентов, повышению качества жизни пострадавших, дает шанс избежать инвалидности. Чтобы реализовать свой проект, автор стала резидентом РУП «УНПЦ «Технолаб» (г. Гродно). На сегодняшний день начат пошив индивидуального

компрессионного белья, совершены первые продажи. Метод компрессионной терапии послеожоговых рубцов у детей внедрен в Гродненской областной детской клинической больницы.

Проект «Переработка древесных отходов в высокоактивный мезопористый уголь методом термохимического синтеза» реализован студентом химического факультета Белорусского государственного университета А.В. Мамаевым и предусматривает внедрение в производство технологии по получению мезопористого активированного угля из древесных отходов. Такой уголь за счет высокой удельной поверхности и сорбционной способности помогает успешно лечить отравления пищевыми продуктами, лекарствами, ядовитыми веществами, а также различные проявления аллергии. Команда активно работает над продвижением своей разработки: создана лабораторная линия по выпуску опытных партий; по результатам исследования фракционного состава образцов угля получено положительное заключение НИИ физико-химических проблем; продукт прошел проверку в РУП «Белмедпрепараты» на соответствие требованиям ГОСТ; подана заявка на выдачу патента на изобретение; заключен договор на выполнение научно-исследовательских работ. Созданная на базе ООО «Бумтара» опытно-промышленная установка позволяет выпускать до 3 т активированного угля в месяц. Производство является безотходным и соответствует принципам «зеленой» химии. Инновационный проект внедрен в НИИ физико-химических проблем БГУ. Получены письма о заинтересованности в его реализации от администрации китайско-белорусского Индустриаль-

ного парка «Великий камень», Дрогичинского крахмального завода, ЧУП «Флоарт» (резидент СЭЗ «Гродноинвест»).

Необходимо отметить, что действующее нормативное регулирование не требует от заявителей, обратившихся в компетентный государственный орган с целью регистрации юридического лица, предоставлять сведения о возрасте. Соответственно, выделить молодежь среди организаторов стартапов проблематично.

Имеется большое количество проектов молодых людей, потенциально способных реализоваться через стартап или иной субъект малого и среднего предпринимательства. В качестве примеров приведем проекты участников конкурса «100 идей для Беларуси».

«Разработка защищенного мессенджера MessBelar» (автор – С.С. Башмакевич) предполагает создание отечественной платформы для общения, работы и развлечения. Отличительная особенность продукта – механизм тройного шифрования данных и наличие медиаплатформы на базе мессенджера, которая включает музыку, чаты, новости в одном приложении. Запущен официальный сайт проекта messbelar.by, планируется участие в Республиканском конкурсе инновационных проектов в целях получения сертификата на коммерциализацию. Выход массовой версии мессенджера запланирован на конец 2025 г.

Биотехнологический комплекс «Асекмо» авторства работников Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий Л.В. Шустовой и А.С. Барашкова нацелен на организацию безотходного производства на линиях пророщенного зерна, свежей микрорзелени,

сухих концентратов, спортивного высокобелкового питания и БАДов из отечественного растительного сырья. Проект внедряется в производство булочно-кондитерской компанией «Домочай».

В рамках проекта «Диагностика кардиологических заболеваний по цифровым изображениям электрокардиограммы» студенты Витебского государственного университета им. П.М. Машерова М.Р. Богатырева и И.А. Залеский создали программное обеспечение, представляющее собой телеграмм-бот для оперативной диагностики инфаркта миокарда, способный также определять аритмию по изображениям ЭКГ. Продукт используется в деятельности учреждений здравоохранения и учебном процессе.

ГКНТ совместно с НЦИС проводят планомерную работу по максимальному упрощению порядка предоставления правовой охраны ОИС, в связи с чем перечень сведений, которые следует отразить в заявке, ограничивается именем и контактной информацией, что существенно затрудняет возможность идентификации молодых ученых. Тем не менее НЦИС старается их выявлять и поддерживать, в том числе посредством информирования об успехах талантливой молодежи в сфере интеллектуальной собственности. Примером может служить опыт двух самых юных заявителей, получивших патент на промышленный образец: изобретение Дарьи Хацкевич (9 лет) – держатель для книг – приспособление, призванное помогать другим молодым талантам постигать науки; Кирилла Хацкевича (10 лет) – наколенник с ультразвуковым преобразователем, который помогает передвигаться людям с ограниченными возможностями.

На протяжении 14 лет Белорусский республиканский союз молодежи при активном содействии ГКНТ, Министерства образования, Национальной академии наук Беларуси проводит республиканский конкурс молодежных проектов «100 идей для Беларуси». На региональном уровне в его организации и проведении участвуют в том числе субъекты инновационной инфраструктуры. Например, при поддержке Центра трансфера технологий Витебского государственного медицинского университета студенты представили на конкурс 3 проекта, 2 из них стали финалистами областного и участниками республиканского этапов. За годы проведения конкурса в нем приняло участие почти 20 тыс. молодых талантливых исследователей. Более 3500 разработок успешно внедрены в реальный сектор экономики и другие сферы. Конкурс открывает возможность популяризации идей молодежи, способствует привлечению внимания к ним со стороны государственных органов и иных организаций, содействует их практической реализации. Победители могут рассчитывать на финансовую и партнерскую поддержку в процессе разработки бизнес-планов для участия в ежегодном Республиканском конкурсе инновационных проектов, проводимом Белорусским инновационным фондом, что позволяет молодым специалистам воплотить свои идеи в жизнь и внести свой вклад в развитие экономики.

Таким образом, в нашей стране успешно осуществляется комплекс мероприятий, направленных на вовлечение талантливой молодежи в научно-техническую и инновационную сферу посредством повышения роли и престижа ученых, разработчиков, изобретателей, рационализаторов, предпринимателей-инноваторов, расширения инфраструктуры поддержки, а также стартап-движения, в том числе на базе технопарков. ■



Алексей Дайнеко,
директор Исполнительной дирекции
Белорусского республиканского
фонда фундаментальных
исследований, академик



Наталья Половинко,
главный специалист Исполнительной
дирекции Белорусского
республиканского фонда
фундаментальных исследований

Роль БРФФИ в реализации государственной молодежной политики в сфере науки

Научные фонды, содействующие развитию и поддержке науки, финансируя проекты, отобранные на конкурсной основе по результатам независимой экспертизы, – явление общемировое. В нашей стране такой структурой выступает Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований (БРФФИ) – первопроходец грантового финансирования научных работ на пространстве СНГ, созданный Советом Министров БССР в мае 1991 г.

За почти 35 лет своего существования Фонд провел более 400 разнообразных конкурсов, на которые было подано свыше 24,4 тыс. заявок. В результате присуждены гранты на выполнение более 10,7 тыс. научно-исследовательских работ, в их числе – 2,9 тыс. проектов молодых ученых из организаций республики различной ведомственной принадлежности.

С первых лет своей деятельности БРФФИ как активный проводник государственной молодежной политики в сфере науки инициирует и реализует различные формы грантовой поддержки молодых ученых, создавая необходимые условия для раскрытия их научного потенциала. Немало одаренных исследователей впоследствии стали известными учеными и организаторами науки, академиками и членами-корреспондентами, министрами, директорами, профессорами, лауреатами престижных премий.

Республиканские конкурсы для молодых ученых

В первые годы существования Фонда гранты для молодых ученых выделялись в рамках республиканского конкурса «Наука», в то время – единственного. В последующем сложилась многоуровневая система поддержки талантливой молодежи разных возрастных групп. Ее ядром стали ежегодные республиканские конкурсы «Наука М», «Мой первый грант», совместный с Министерством образования Республики Беларусь «БРФФИ–Минобразование М», объявляемый раз в два года, а также белорусско-российские.



Ежегодный конкурс «Наука М», проводимый с 1994 г., нацелен на привлечение талантливой молодежи к выполнению инициативных фундаментальных научных исследований, призван создать дополнительные стимулы для эффективного творчества и повышения качества подготовки кадров. Заявки принимаются от молодых ученых, проживающих в Беларуси и работающих (обучающихся) в организациях, являющихся резидентами нашей страны, независимо от их местоположения и ведомственной принадлежности. По его результатам осуществляется целевое финансирование проектов, рекомендованных секциями Научного совета БРФФИ, прошедших предварительную оценку в экспертных советах БРФФИ и получивших положительную рецензию независимого эксперта.

Участвовать в отборе могут научные и научно-педагогические работники, докторанты (соискатели), аспиранты (адъюнкты, соискатели), магистранты, студенты вузов, имеющие не менее одной опубликованной научной работы, в возрасте до 35 лет по состоянию на 1 января года прове-

дения конкурса. Финансирование выделяется на срок до 2 лет группам исследователей в составе не менее 2 человек, включая руководителя проекта, который может получить в этой роли по данному виду конкурсов не более 3 грантов.

За 1994–2025 гг. проведен 31 конкурс «Наука М», на которые были поданы 4630 заявок от молодых ученых из десятков научных организаций и учреждений высшего образования республики. В итоге грантами БРФФИ профинансировано 2530 научно-исследовательских работ. Анализ ведомственной подчиненности структур, в которых работали исполнители проектов, показывает, что в указанный период представители структур Минобразования выполнили 46,7% от общего количества поддержанных проектов, из системы НАН Беларуси – 39,5%, Министерства здравоохранения – 8,8%, других министерств и ведомств – 5,0%.

В апреле 2023 г. в целях повышения заинтересованности и расширения масштабов привлечения талантливой молодежи к выполнению фундаментальных исследований, выработки у них навыков



руководства научными коллективами, создания дополнительных стимулов для эффективного научного творчества и повышения качества подготовки кадров Фонд объявил новый конкурс – «Мой первый грант». Его участниками могут быть научные и научно-педагогические работники, аспиранты (адъюнкты, соискатели), магистранты, студенты вузов до 30 лет по состоянию на 1 января года проведения конкурса, при этом руководитель проекта должен иметь не менее одной опубликованной научной работы и не может быть студентом.

Первые гранты выделяются на срок до 2 лет группам молодых исследователей, в составе которых должно быть не менее 2 человек, включая руководителя проекта. При этом каждый из них может получить за все время участия в конкурсах не более одного гранта в качестве руководителя. В 2024–2025 гг. была подана 61 заявка и выделено 33 гранта.

Развивая систему грантовой поддержки научных идей молодежи, в декабре 2024 г. БРФФИ впервые объявил республиканский тематический кон-

курс «Искусственный интеллект М-2025», на который поступило 33 заявки, выполняются 22 проекта.

Конкурсы для молодых ученых Министерства образования

Республиканские конкурсы «Наука М» и «Мой первый грант» проводятся по всему спектру естественных, технических, общественных и гуманитарных наук, без каких-либо ограничений по тематике. Общим для них, как и для всех конкурсов БРФФИ, является требование, чтобы цели, задачи и тематика предлагаемых исследований соответствовали приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности Беларуси, а также мировым тенденциям развития науки.

Иные принципы положены в основу условий совместных тематических конкурсов «БРФФИ–Минобразование М». Они проводятся с 2012 г. раз в 2 года с целью обеспечения условий для дальнейшей интеграции науки и образования, стимулирования подго-

товки научных работников высшей квалификации для учреждений высшего образования, вовлечения талантливой молодежи в научно-исследовательскую деятельность. Гранты присуждаются творчески одаренным молодым людям в возрасте до 35 лет, которые проявили способности к научно-исследовательской работе и имеют опубликованные научные труды. Решение о финансировании проектов, прошедших экспертизу и конкурсный отбор, утверждается совместно руководством Минобразования и БРФФИ.

В отличие от конкурсов «Наука М», «Мой первый грант», перечень научных направлений, по которым объявляются конкурсы такого рода, не является неизменным, а каждый раз определяется по договоренности между организаторами. В частности, конкурс «БРФФИ–Минобразование М-2026» проводится в разрезе следующих областей знаний: био- и фармтехнологии; нанотехнологии и материалы; микро- и оптоэлектроника, лазерные технологии; информационные технологии и защита информации; образовательные технологии, молодежная политика.

За 2012–2024 гг. прошло 7 таких конкурсов, на которые молодыми учеными было подано 236 заявок. По их итогам организаторы конкурсов на паритетных условиях (50/50) профинансировали 117 научных проектов (рис. 1).

Международные молодежные конкурсы

БРФФИ является не только важнейшим для отечественной науки органом грантового финансирования научных исследований, но также главным инструментом реализации научно-технического

сотрудничества белорусских ученых и их коллег из нескольких десятков стран. Фонд имеет партнерские отношения с более чем 30 зарубежными фондами, научными организациями и центрами, ежегодно около 70% его средств направляется на финансирование двух- и многосторонних научных проектов. Поэтому было естественным ввести в практику международные конкурсы для молодых ученых.

Начало этой деятельности было положено БРФФИ и его партнерами – Российским гуманитарным научным фондом (РГНФ) и Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ), соглашения о сотрудничестве с которыми были заключены еще в 1997–1998 гг.

В апреле 2013 г. для привлечения талантливой молодежи Беларуси и России к выполнению совместных фундаментальных научных исследований, создания дополнительных стимулов для эффективного научного творчества и повышения качества подготовки научных кадров БРФФИ и РГНФ объявили первый в истории белорусско-российский конкурс на соискание грантов для молодых ученых «БРФФИ–РГНФ М-2014». Он проводился по следующим научным направлениям: история, археоло-

логия, этнография; экономика; философия, социология, правоведение, политология, науковедение; филология, искусствоведение; комплексное изучение человека, психология, педагогика; социальные проблемы медицины и экологии человека. Соискателями (каждая сторона финансировала свою часть проекта) выступали научные работники, специалисты, аспиранты, магистранты, студенты вузов (до 35 лет), доктора наук (до 39 лет). Гранты выделялись на срок до 2 лет группам.

В мае 2014 г. в тех же целях БРФФИ и РФФИ объявили конкурс на соискание грантов для молодых ученых «БРФФИ–РФФИ М-2015» по естественным и техническим наукам. После присоединения РГНФ к РФФИ перечень рассматриваемых направлений значительно расширился и для последнего конкурса 2021 г. имел следующий впечатляющий вид: математика, механика; физика и астрономия; химия и науки о материалах; биология; науки о Земле; инфокоммуникационные технологии и вычислительные системы; фундаментальные основы инженерных наук; история, археология, этнология и антропология; экономика; философия, политология, социология, правоведение, история науки и

техники, науковедение; филология и искусствоведение; психология, фундаментальные проблемы образования, социальные проблемы здоровья и экологии человека; глобальные проблемы и международные отношения; фундаментальные основы медицинских наук; фундаментальные основы сельскохозяйственных наук.

В 2014–2022 гг. были объявлены 3 конкурса «БРФФИ–РГНФ М», 4 – «БРФФИ–РФФИ М», еще один организован совместно с Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере «БРФФИ–ФСРП М»; на них суммарно поступило 518 заявок. По итогам конкурсного отбора профинансированы 165 двухлетних белорусско-российских научных проектов молодых ученых. После реорганизации в 2022 г. РФФИ новые конкурсы данного вида не объявлялись.

Чтобы компенсировать потери в сфере белорусско-российского сотрудничества научной молодежи, БРФФИ достиг договоренности с новым партнером – Российским научным фондом (РНФ) – о проведении совместного конкурса для молодых ученых. В результате в марте 2023 г. был объявлен конкурс «БРФФИ–РНФ М-2023» по поддержке научных групп под руководством молодых ученых на выполнение фундаментальных и поисковых научных исследований. Его условия существенно отличались от применяемых ранее и предъявляли новые требования к белорусским соискателям, гранты для которых (до 100 тыс. белорусских руб.) выделялись на срок до 3 лет. При этом преимущество отдавалось проектам, направленным на решение актуальных научных проблем по приоритетным направлениям научно-технического и социально-экономического развития республики.

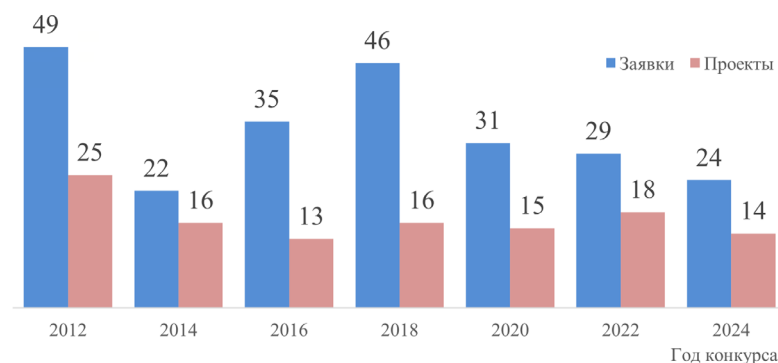


Рис. 1. Количество поданных заявок и принятых к финансированию проектов по совместным конкурсам «БРФФИ–Минобразование М» для молодых ученых

В состав белорусского коллектива исполнителей проекта кроме молодых ученых в возрасте до 35 лет включительно на момент истечения срока подачи заявки впервые мог входить вспомогательный персонал (лаборанты, работники подразделений научно-технической информации, опытных (экспериментальных) производств), при этом требование возрастного порога для них сохранялось.

Руководитель проекта (кандидат или доктор наук) должен иметь не менее 5 статей по тематике проекта, опубликованных в течение последних 5 лет в рецензируемых белорусских и зарубежных научных изданиях. Необходимым условием являлось обязательство представить по результатам выполнения работ не менее 8 публикаций в рецензируемых белорусских и зарубежных научных изданиях, включая совместные, при этом в случае их принадлежности к первому квартилю (Q1) один материал считается за два. Несмотря на жесткие условия и новые требования, на конкурс «БРФФИ–РНФ М-2023» поступило 80 заявок, по его результатам принят к финансированию и в настоящее время успешно выполняется 21 трехлетний белорусско-российский проект молодых ученых.

Участие молодых ученых во всех конкурсах БРФФИ

Только за 2015–2025 гг. на все республиканские и международные молодежные конкурсы БРФФИ было подано 2265 заявок. По итогам независимой научной экспертизы и конкурсного отбора грантами Фонда профинансировано 1028 проектов самостоятельных фундаментальных научных исследований (рис. 2).

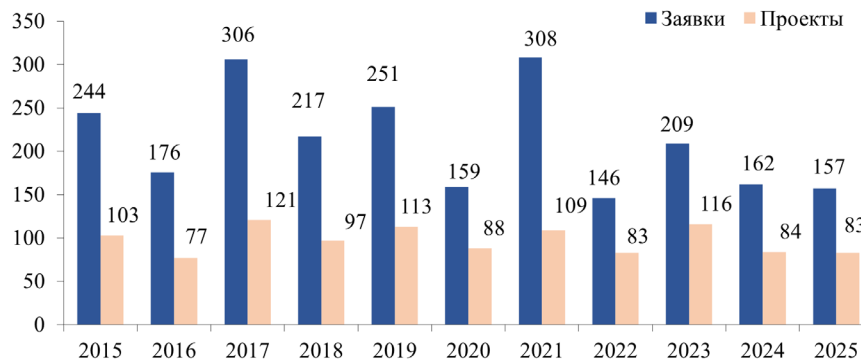


Рис. 2. Количество поданных заявок и принятых к финансированию проектов по итогам всех республиканских и международных конкурсов БРФФИ для молодых ученых

Важно отметить, что участие в молодежных конкурсах и выполнение по их итогам собственных проектов – это не единственный способ для студента, магистранта, аспиранта и молодого научного работника включиться в фундаментальные научные исследования, финансируемые грантами БРФФИ. Свой путь в науку они могут начать сразу с участия в серьезных проектах, реализуемых по грантам Фонда под руководством опытных наставников.

С 2017 г. положение о конкурсах БРФФИ требует от их участников обязательного наличия в составе коллективов исполнителей немолодежных исследовательских проектов, руководимых работниками высшей квалификации, не менее одного молодого ученого в возрасте до 35 лет. Несоблюдение этого требования в заявочных материалах на получение гранта ведет к серьезным последствиям – снятию такой заявки с конкурса уже на этапе ее предварительной экспертизы.

Благодаря такой практике в последние годы в общем количестве исполнителей научных исследований по грантам БРФФИ, выделенным по итогам всех видов конкурсов, молодые ученые составляют около поло-

вины. Например, в 2024 г., в котором общее количество участников проектов Фонда составляло 3250 чел. (их средний возраст – 39 лет), молодых ученых до 35 лет – 1642 чел., или 50,5% (в 2023 г. – 49,0%). Из этого числа в собственно молодежных инициативах задействовано 697 чел. (42,4%).

Приведенная информация свидетельствует о том, что выполнение талантливой научной молодежью самостоятельных фундаментальных исследований в рамках конкурсных проектов, финансируемых БРФФИ, не только обеспечивает получение новых знаний об основных закономерностях развития природы, человека, общества и искусственно созданных объектов, способствует обновлению тематики и методов изысканий, формированию у молодых ученых лидерских качеств, выработке у них навыков руководства коллективами, но также благоприятствует профессиональному росту, содействует подготовке и воспитанию молодой научной элиты Республики Беларусь. Таким образом, Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований играет важную и значимую роль при реализации государственной молодежной политики. ■

Взгляд нового поколения

Молодежь в науке определяет, каким будет завтрашний день нашей страны. Многие зависят от ее личных амбиций, устремлений, энтузиазма, идей, а также от положения науки в обществе, уровня государственной поддержки, условий, способствующих научному росту. Мы попросили новое поколение исследователей поделиться своим видением, опытом и размышлениями об эффективности системы помощи молодым ученым, программам и грантах, перспективах и горизонтах, которые они видят перед собой, о ценностях и надеждах, о взаимодействии с реальным сектором экономики. Это голоса тех, кто сегодня формирует основу будущего мира, конкурентоспособность отечественной научной мысли, находит решения, меняющие жизнь людей к лучшему.



Маргарита Досина,

начальник отдела науки Министерства здравоохранения Республики Беларусь, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории нейрофизиологии Института физиологии, кандидат биологических наук

– Роль молодых ученых в нашей республике очень четко и лаконично охарактеризовал Президент Александр Лукашенко, который сказал, что «цели науке ставит само время. И сегодня особенно нужны знания и опыт уже известных, титулованных ученых, энергия и амбиции молодых, подающих надежды исследователей, готовых не только покорять неизведанные силы

природы, но и противостоять вместе с государством сложнейшим политическим и экономическим вызовам».

В целом же современная наука, без привязки к странам, проходит путь модернизации и трансформации, перед ней ставятся все новые повестки. Поэтому так ценно общественное осознание объективной потребности в использовании интеллектуального и культурного потенциала для решения возникающих задач и предотвращения рисков. Молодые ученые – это именно те, кто обладает свежим взглядом, энергией, творческим началом, гибким умом, способностью быстро принимать решения в необычных ситуациях, овладевать передовыми знаниями и технологиями, адаптироваться к меняющейся ситуации и в то же время – сохранять опыт предшественников, интегрировать его с современными подходами.

Научная молодежь может выступить в роли движущей силы развития государства. Осознавая это, руководство нашей страны уделяет большое внимание ее поддержке и воспитанию, помогает в осуществлении первых шагов в научной деятельности.



Станислав Юрецкий,

директор Центральной научной библиотеки НАН Беларуси, кандидат исторических наук

– В Республике Беларусь сложилась целостная система по работе с молодежью в науке. На ее переднем крае – НАН Беларуси как ведущая научная организация страны. Существует ряд мер

финансовой поддержки как на уровне Главы государства, так и ведомственном, что свидетельствует о стимулировании научного творчества среди молодежи. Доказательством тому служит прошедшая уже в 4-й раз масштабная выставка-конкурс «100 инноваций молодых ученых» в рамках Фестиваля науки – 2025. Так что государство и общество вправе ожидать большей отдачи и активного участия в научных исследованиях и разработках молодых ученых.



Татьяна Плиско,

заведующий лабораторией мембранных процессов Института физико-органической химии НАН Беларуси, доктор химических наук, доцент

– Состояние и позиция молодых научных сотрудников в нашей республике – это прямое отражение текущего положения всей науки в целом. И тут важно, сколько выпускников вузов выбирают научную сферу деятельности, как осуществляются наборы в магистратуру и аспирантуру, как обстоят дела с защитами кандидатских диссертаций, да и, собственно, с трудоустройством в организации НАН Беларуси и вузы. По моим наблюдениям, таких не очень много. Это говорит о том, что для молодых людей наука не является, прежде всего по финансовым причинам, привлекательной. Сдерживающим фактором выступает и сам довольно тернистый путь исследователя, требующий полной самоотдачи и невероятной концентрации усилий для достижения резуль-

тата. Среди других демотиваторов – состояние и позиция ученых «среднего возраста», наглядный пример того, какая перспектива их ждет в будущем. Так что вопрос, насколько такой карьерный трек для молодежи вдохновляющий, можно считать открытым.



Александр Михальчев,

ведущий научный сотрудник Центра квантовой оптики и квантовой информатики Института физики НАН Беларуси, доктор физико-математических наук, доцент.

– Общемировая тенденция (в том числе и в западноевропейских странах) – оплата труда, которая и в индустрии, и IT-секторе значительно выше, чем экономически целесообразные величины зарплат в науке. Часто желание комфортной и стабильной («сытой») жизни оказывается сильнее интереса к научным изысканиям.



Станислав Пантелеев,

заведующий лабораторией геномных исследований и биоинформатики Института леса НАН Беларуси, кандидат биологических наук, доцент

– Значительная часть молодых исследователей приходят в научные учреждения после окончания вузов лишь с целью отработать по специальности положенное время. И лишь малая толика из них остается в профессии.



Сергей Корзан,

председатель Совета молодых ученых НПЦ НАН Беларуси по продовольствию, старший научный сотрудник НПЦ, кандидат технических наук

– С моей точки зрения, причина – в имеющейся некоторой противоречивости. С одной стороны, наблюдается рост интереса к науке, расширение грантовых программ, доступ к международным базам данных и возможность участия в глобальных научных проектах, что создает благоприятную среду для профессионального роста, развития компетенций и реализации собственных идей. С другой – сохраняются застарелые системные трудности, сдерживающие развитие молодых специалистов. Это и ограниченные карьерные перспективы, и нестабильность финансирования, и высокая административная нагрузка, отвлекающая от основной сферы деятельности. Кроме того, отсутствует взвешенная и четкая стратегия по удержанию талантов, что приводит к оттоку кадров, и прежде всего за рубеж. Тем не менее я глубоко убежден, что при целенаправленной поддержке – как со стороны государства, так и исследовательских организаций – молодые ученые, обладающие большим потенциалом, способны создавать, внедрять и двигать науку, особенно если будут выработаны условия для устойчивого и достойного научного пути.

Трансформация поддерживающей экосистемы

Сергей Корзан:

– Действующие конкурсы, гранты, безусловно, играют важную роль в формировании научного потенциала страны, однако их эффективность остается предметом обсуждений. Да, они создают базовые условия для старта научной карьеры, и молодые исследователи получают шанс реализовать собственные проекты, участвовать в международных конференциях, публиковаться и налаживать профессиональные связи. Но здесь же мы наблюдаем ряд существенных, на мой взгляд, недостатков: финансовая нестабильность (размер стипендий и грантов часто не соответствует реальным потребностям, что затрудняет полноценную научную деятельность и снижает привлекательность профессии), бюрократическая нагрузка (оформление заявок, отчетность и согласования требуют значительных временных и ресурсных затрат, отвлекая от самой науки), нечеткие критерии оценки (в конкурсах и грантах порой отсутствует прозрачность, а решения могут зависеть от формальных показателей, а не от научной ценности проекта). Все это говорит о том, что эта экосистема в целом нуждается в трансформации: усилении финансирования, снижении административных барьеров, прозрачности конкурсных процедур и создании устойчивой модели карьерного роста.

Маргарита Досина:

– И все же поддержка молодых талантов, имеющих значимые достижения, даже среди тех, кто не трудится в стенах академических и

вузовских организаций, позволяет стимулировать отдельных ученых и закладывает основы для формирования молодых и инициативных научных коллективов, которые разрабатывают инновационные решения в разных областях науки, в том числе и междисциплинарных. Например, в НАН Беларуси ежегодно среди молодых ученых выбираются лауреаты премий имени академиков Жореса Алфёрова (в области физики, математики, информатики, физико-технических и технических наук), Василия Купревича (в области биологии, химии и наук о Земле, медицины и аграрных наук), Всеволода Игнатовского (в области гуманитарных и социальных наук). Они присуждаются ежегодно за отдельную научную работу или совокупность объединенных общей тематикой работ. Соискателями могут выступать молодые люди в возрасте до 35 лет, работающие по основному месту работы в организациях НАН и имеющие весомые результаты проведенных ими исследований за последние 5 лет. Размер премии – 15 базовых величин.

Не первый год Белорусским фондом фундаментальных исследований проводятся конкурсы научных проектов отдельно для молодых, что позволяет им начать реализацию своих научных идей, при этом не конкурируя со «взрослыми». Хотя, продолжая тему, обязательным условием получения, например, гранта Белорусского фонда фундаментальных исследований является наличие молодого ученого в составе научного коллектива.

В ряде вузов страны за счет внебюджетных средств ректорами учреждены гранты для поддержки начинающих свой путь в науке молодых людей, сформирована система наставничества.

А это крайне важно – найти руководителя-наставника, который поможет сориентироваться и сделать правильные первые шаги.

Александр Михалычев:

– По моему мнению, с учетом имеющихся объективных возможностей действующий механизм поддержки выглядит вполне сбалансированным.

Станислав Юрецкий:

– Система поддержки молодых исследователей в нашей стране оптимальная. Аспирантура с ее стипендией обеспечивает базовое финансирование для написания диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата наук. Различные конкурсы и гранты – инструменты дополнительного стимулирования при довольно либеральных критериях предоставления этой помощи. Показательна в данном ключе позиция БРФФИ, который совсем недавно объявил новый конкурс «Мой первый грант». Так что у наиболее сильных и перспективных проектов много шансов быть реализованными.

При этом нельзя не сказать о проблемах. Одна из них, выходящая за рамки исключительно вопросов организационно-административной поддержки, – не всегда высокий конкурс при подаче заявок на конкурсные и грантовые программы. Данный факт может быть обусловлен целым рядом обстоятельств, в том числе и недостаточной инициативностью молодых исследователей, их неуверенностью в собственных силах в части проектной деятельности, отсутствием должного внимания со стороны научных руководителей и, возможно, слабой мотивационной заряженностью последних и даже их низкой информированностью. Они не

всегда проявляют должное внимание к своим аспирантам и магистрантам, как ни грустно об этом говорить. Так что все это снижает вероятность получения результатов и тормозит развитие исследовательских начинаний молодежи. А без формирования культуры проектного мышления, стимулирования взаимодействия «молодой исследователь – научный руководитель» и их активного участия сложно ожидать каких-либо успехов в сфере проектной и грантовой деятельности.

Безусловно, молодые люди должны как-то больше самоорганизовываться, искать разные возможности, но и ведущие ученые, играющие ключевую роль в их мотивации и поддержке своих подопечных, могут помочь им как с подготовкой заявки, так и научить их исследовательскому мастерству. Особенно это актуально для только пришедших в науку магистрантов и аспирантов, для которых роль наставника и старшего товарища чрезвычайно важна и является определяющей при построении дальнейшей научной карьеры. Только их совместные усилия могут привести к повышению активности научной деятельности и успешным результатам.

Станислав Пантелеев:

– Нельзя не отметить значительную роль аспирантуры в деле подготовки кадров высшей квалификации. Она предоставляет молодым ученым возможность углубленного изучения своей специальности, развития критического мышления. И если этот процесс организован неплохо, то есть вопросы к планированию исследований со стороны научных руководителей. К тому же не всегда учитывается наличие доступной приборной базы под-

разделений, где работают ученые, а она не всегда соответствует требованиям современных исследований, что, безусловно, сказывается на качестве работ и соответственно на результате. Сюда же относятся нехватка научных стажировок, которые позволяют молодым исследователям накапливать опыт работы с современными технологиями и методами, ограниченный доступ к центрам коллективного пользования, что создает дополнительные барьеры для проведения изысканий. Кроме того, финансирование грантов часто направляется на поддержку подразделений в целом – кафедр, лабораторий, что не всегда отражает реальные потребности конкретных проектов. Ведь полученные гранты должны стать источниками дополнительного финансирования. Так что следовало бы создать систему личных грантов, что могло бы улучшить ситуацию, обеспечив больше возможностей для самостоятельной работы и инновационных исследований молодым научным работникам. Без этого их потенциал останется неиспользованным.

Татьяна Плиско:

– Положительно то, что стипендии для аспирантов и магистрантов в последнее время существенно подросли, это, несомненно, стимулирует поступление молодых ученых в аспирантуру и докторантуру. Однако, на мой взгляд, их необходимо увеличивать, поскольку все равно денежных средств не хватает и молодые люди вынуждены искать дополнительные подработки, что уменьшает время на выполнение диссертационных исследований и затягивает процесс выхода на защиту, особенно это касается аспирантов.

Соотношение условий поддержки и грантовых принципов

Сергей Корзан:

– Важны оба подхода. Приоритетность здесь зависит от цели, которая ставится перед системой поддержки. Повышение базовых стипендий обеспечивает достойные условия жизни и стабильность исследовательской деятельности, создает минимальные социальные гарантии, позволяющие молодым исследователям сосредоточиться на науке, а не на поиске подработки. Это особенно ценно на ранних этапах – в магистратуре, аспирантуре, когда формируется научная мотивация и компетентность. В свою очередь гранты выполняют иную миссию, мотивируют к продуктивности, творческой инициативе и конкуренции, позволяют поддерживать наиболее сильные проекты и исследователей, создавая точки роста и науку мирового уровня.

Станислав Пантелеев:

– Базовые стипендии должны быть первостепенными, а курсы и гранты – второстепенными, так как успешное оформление последних и получение во многом зависит от экспертных компетенций научных руководителей и наличия публикаций в рецензируемых изданиях.

Станислав Юрецкий:

– По возможности следует уделять внимание как базовой составляющей (стипендии), так и конкурсной (гранты, премии), так как они дополняют друг друга. Если говорить об увеличении финансирования, то акцент следует сместить на доплаты за ученые степени и звания. Это

поддержка уже состоявшихся ученых и пример того, чего можно достичь, защитив диссертацию.

Маргарита Досина:

– Для начинающих сегодня свой путь в науку молодых ученых важен стабильный доход, который обеспечивается базовыми стипендиями (магистерские, аспирантские), поскольку, делая первые шаги, не каждый может правильно заполнить заявку на получение научно-исследовательского гранта. В этом нет ничего зазорного. Ведь все мы учимся. Но со временем приобретается опыт как подготовки заявок, так и планирования экспериментов.

Существует еще один очень ценный ресурс поддержки – стипендия Президента Республики Беларусь аспирантам, назначаемая ежегодно с 2007 г. по результатам открытого конкурса. Она присуждается за разработку и внедрение полученных результатов в производство или в образовательный процесс учреждений образования. К тому же с 2005 г. назначаются стипендии Президента Республики Беларусь талантливым молодым ученым в целях стимулирования их творческой инициативы, интеллектуального поиска. Они нацелены на закрепление молодежи в научной сфере, укрепление кадрового потенциала научных организаций, повышение количества присваиваемых ученых званий и прорывных разработок в отраслях реального сектора экономики и социальной сфере.

Александр Михалычев:

– Один из важных факторов, влияющих на уход аспирантов из науки (сужу в том числе из моего личного общения с ними в процессе научного руководства), –

стремление к стабильности и возможности планировать свой доход на ближайшие несколько лет. Базовая стипендия такую стабильность в науке повышает, конкурсная – вносит дополнительную случайность и нестабильность. Кроме того, для решения сложных научных задач и в целом полноценного функционирования институтов требуются не только сильнейшие выпускники вузов, но и те, кто будет выполнять основную работу в научных исследованиях. Выраженная конкурсная система может снизить мотивацию у таких людей.

Критически важные меры поддержки

Сергей Корзан:

– Залогом успешной исследовательской деятельности молодых ученых является наличие действенных и устойчивых социальных гарантий, финансовая стабильность и жилищная поддержка, без которых невозможно долгосрочное планирование академической карьеры. Столь же значима поддержка семьи и баланса между профессиональной и личной жизнью, доступные механизмы профессионального развития, а также создание условий для гибкой организации труда. Существенную роль в инновационной активности играет предоставление исследователям свободы и права на ошибку в качестве индикаторного компонента научного поиска. Ибо дисбаланс этих факторов отрицательно влияет на развитие исследовательской среды в целом.

Станислав Юрецкий:

– Существенное значение имеет наличие детских садов и

дошкольных учреждений для детей сотрудников, что способствует сохранению баланса между профессиональной и семейной жизнью. Здесь же ценны и мероприятия по организации досуга и укреплению корпоративной культуры. Положительные примеры: академические спартакиады, молодежные туристические слеты, праздник «Моя семья – Академия» и другие инициативы, формирующие творческую атмосферу, солидарность и устойчивую академическую идентичность. Мероприятия позволяют молодым специалистам развивать сопричастность к сообществу и укреплять приверженность академической карьере.

Советы молодых ученых при НАН Беларуси

Татьяна Плиско:

– Совет молодых ученых (СМУ) – объединение, позволяющее получить опыт организаторской деятельности через участие в проведении молодежных мероприятий, выявлять и решать общие проблемы путем диалога с руководством организаций, выстраивать коммуникации с коллегами из других подразделений и структур и, конечно, это кузница лидеров. К тому же – отличная школа формирования и развития управленческих навыков, что исключительно ценно для будущих руководителей научных групп. Роль таких неформальных сообществ следует усиливать, особенно если они демонстрируют высокую степень организованности, генерируют интересные идеи, привлекают все больше молодежи своей активностью.

Станислав Пантелеев:

– Советы молодых ученых при НАН Беларуси и вузах уделяют большое внимание вопросам популяризации науки в школах, колледжах и вузах, проведению выставок и экскурсий. В перспективе можно расширять границы сотрудничества путем межвузовского студенческого обмена подающих надежды молодых исследователей, привлечения студентов для работы по грантам, проведения стажировок, курирования научных работ школьников, курсовых и дипломных проектов. Все это позволит притягивать к исследовательской деятельности наиболее заинтересованных молодых людей с перспективой дальнейшей работы в научных учреждениях.

Станислав Юрецкий:

– Мой опыт как руководителя научной организации и бывшего председателя Совета молодых ученых НАН Беларуси позволяет утверждать, что использование административного ресурса играет решающую роль в развитии молодежной науки. Поддержка со стороны руководства и его направляющая функция необходимы на всех уровнях организационной работы. Важно создать среду, в которой молодые люди будут ощущать собственную значимость и востребованность, видеть заинтересованность в своих успехах, что, безусловно, будет способствовать формированию позитивной и стимулирующей атмосферы в научной среде.

Вместе с тем эффективность молодежных объединений определяется не только поддержкой руководства, но и активностью самих молодых специалистов. Инициативность, прозрачность в научной тематике, равнодушие к будущему своей организации и

Академии наук в целом, межпоколенческий диалог содействуют развитию научного сообщества.

Поэтому важно повысить статус СМУ, наладить работу с молодежью путем неформальных подходов, открытых коммуникаций и сосредоточиться на ее вовлеченности в совместные мероприятия. А также установить более плодотворное сотрудничество с руководством академических организаций и НАН Беларуси. Такое сочетание административной поддержки и молодежной активности позволят сформировать систему, которая может привести к созданию сети контактов с потенциальными работодателями, научными институтами и международными организациями, что расширит горизонты для карьерного роста и профессионального развития. В конечном итоге это создаст более динамичную и инклюзивную научную среду, в которой молодые исследователи смогут реализовывать свой потенциал и вносить значимый вклад в развитие науки в стране.

Вектор роста

Сергей Корзан:

– Чтобы СМУ стали по-настоящему реальной силой, способной влиять на научную политику и условия для подготовки молодых кадров, необходимо предпринять ряд системных шагов. Среди них – включение представителей Совета молодых ученых в рабочие научные группы, экспертные советы и комиссии при НАН и вузах, участие в формировании приоритетов научных исследований, особенно в междисциплинарных и прикладных направлениях, формирование горизонтальных связей (создание платформы для взаимодействия

между Советами разных вузов и научных учреждений, проведение совместных проектов, курсов, стажировок и научных школ), инициирование и поддержка программ наставничества, где опытные ученые помогают молодым коллегам в развитии карьеры.

Маргарита Досина:

– Успешное осуществление научной и инновационной деятельности, укрепление статуса молодого ученого непосредственно связаны с мотивацией, которая, независимо от того, внутренняя она или внешняя, является движущей силой любого активного действия. Формирование и развитие научного потенциала невозможно без сохранения устойчивой мотивационной среды. Ключевой ее компонент – заряженность на успех, стремление быть услышанным и поддержанным руководством тех научных учреждений, в которых функционируют Советы молодых ученых. Следует признать, что в отдельных организациях данный механизм эффективно работает, в других – не очень. Однако в целом существующая система доказала свою состоятельность, поэтому на данном этапе цель состоит в том, чтобы сохранять и поддерживать те инструменты, которые показали результат.

Взгляд в будущее

Сергей Корзан:

– Как может выглядеть идеальная система поддержки молодого исследователя? Ее главным элементом должен стать персонализированный научный трек – индивидуальная траектория развития, сопровождаемая наставничеством, ресурсами и карьерной навигацией. Он начинается с момента

поступления в магистратуру или аспирантуру и сопровождает ученого на всех этапах: от выбора темы до публикаций, от стажировок до защиты диссертации. Главное достоинство такой модели – то, что она делает путь молодого ученого предсказуемым, управляемым и мотивированным. Исследователь не потеряется в системе, а почувствует себя ее полноценным участником с четким пониманием своих целей и ресурсов, что превратит поддержку из формальности в реальный рабочий инструмент роста, скажется на удержании талантов в стране.

Маргарита Досина:

– Привлечение и удержание молодых научных кадров в академической и университетской среде – одна из важнейших социально-экономических задач в реализации государственной политики. С моей точки зрения, основное – сохранить интерес молодого ученого к научной деятельности. А как этого достичь? Это и развитие наставничества, и финансовая поддержка молодежи, и предоставление социальных гарантий. В целом все это есть и работает в совокупности мер. Главное – молодому ученому нужно не только требовать определенных льгот и гарантий, но и давать самому, вносить свой вклад в развитие отечественной науки, любить свою страну и делать все возможное для ее процветания.

Станислав Пантелеев:

– Перспективной концепцией решения вопроса с повышением интереса к научной деятельности может стать подход, основанный на формировании со школьной и студенческой скамьи умений и навыков исследовательской работы, аналитического склада ума (формулирование идей, уча-

стие в дискуссиях о современных научных достижениях, научных кружках и т.д.), развитие творческого потенциала по различным научным направлениям. Однако современные реалии показывают достаточно низкие наборы студентов в региональных вузах, в частности на естественно-научные факультеты, что говорит о другой взаимосвязанной проблеме – необходимости подъема престижа профессии.

Станислав Юрецкий:

– В идеале средний возраст ученого диссертанта после защиты должен составлять менее 30 лет. Это то, к чему мы (соискатели и научные руководители) должны стремиться. Сейчас этот возраст в среднем старше 35 лет. И я не уверен, что для улучшения ситуации с защитами диссертаций поможет лишь увеличение финансовой поддержки. Государство уже создало необходимые условия. В отношении молодых ученых они не имеют аналогов в нашей истории, в том числе и в советской науке. Говорю это как историк, подтверждая мнение об этом своих старших коллег.

Видимо, пора пересмотреть ответственность при подготовке диссертаций как со стороны соискателя, так и со стороны научного руководителя. Написание диссертации – дело рук самого соискателя. Но и от научного куратора много зависит, включая выбор темы будущего исследования с учетом установленных сроков его подготовки.

Татьяна Плиско:

– Система поддержки молодых исследователей не может решаться как отдельный вопрос, в более широком смысле это система поддержки всей науки в целом. К сожалению, одним глав-

ным элементом ограничиться нельзя, так как это долгосрочный комплекс мер, который связан с обновлением и развитием материально-технической базы, увеличением финансирования науки, созданием эффективной грантовой поддержки на каждом этапе становления молодого ученого, который также связан с востребованностью результатов научных исследований промышленностью страны.

Академическая наука и реальный сектор ЭКОНОМИКИ

Сергей Корзан:

– Для бизнеса важна экономическая мотивация. Предприятия должны видеть прямую выгоду от инвестиций в науку. Для этого необходимо внедрить налоговые льготы и преференции для компаний, финансирующих научные исследования, особенно в рамках сотрудничества с университетами и институтами НАН Беларуси. Такие стимулы сделают вложения в науку не затратами, а инвестициями. Вторым шагом должно стать формирование прозрачной и гибкой инфраструктуры взаимодействия. Сегодня ученые и бизнес часто говорят на разных языках: академия ориентирована на фундаментальные исследования, а предприятия – на прикладной результат. Создание специализированных центров трансфера технологий, инжиниринговых платформ и отраслевых консорциумов позволит объединить усилия, упростить коммуникацию и ускорить внедрение разработок, а справиться с этим отлично могут молодые ученые, владеющие современными продвинутыми технологиями, и их старшие коллеги, носи-

тели опыта передачи разработок производственным компаниям. Это путь к повышению эффективности отечественной экономики.

Александр Михальчев:

– Массовое и активное внедрение научных разработок (за исключением заказанных непосредственно предприятиями под решение конкретной проблемы) в работу крупных существующих компаний маловероятно, поскольку требует существенной перестройки имеющихся и успешно функционирующих процессов и, вообще говоря, не гарантирует значительных положительных результатов. Более реалистичным выглядит создание малых предприятий под коммерческое внедрение уже существующих технико-технологических решений (обладающих достаточным уровнем новизны и практической ценности). И тут важно, чтобы государство подставило плечо исследователям не только финансами, но и другими ресурсами поддержки и, конечно, с правом на риск.

Станислав Пантелеев:

– Для развития потенциала сотрудничества производственной и научной сфер важным фактором выступает разработка нормативно-технической документации, предусматривающей привлечение научных институтов к совместной деятельности с предприятиями реального сектора экономики. В подтверждение тому проведение экспертных и опытно-конструкторских работ, оценка фитосанитарного состояния насаждений и другие виды экологического мониторинга. Несмотря на действующую систему мониторинга, который должен проводиться раз в 5 лет, обследование ведут не дендрологи и фитопатологи, а люди с недо-

статочной квалификацией, в лучшем случае с околопрофильным образованием. Причина в том, что существующая нормативно-техническая база зачастую не предусматривает обязательное привлечение сторонних экспертов, в том числе научных сотрудников.

Помимо этого, отсутствует четкое разграничение ответственности за объекты зеленого фонда. Так, например, упавшее дерево формально не считается объектом озеленения и входит в зону ответственности жилищно-эксплуатационных управлений или организаций, курирующих благоустройство. Обращения по таким случаям переадресовываются несколько раз (до 5 инстанций) до того, как попасть в профильное учреждение, где подбирается специалист, который занимается проблемой разово. В то же время содержание пункта об обязательном привлечении научных специалистов в соответствующих документах позволит сократить временные затраты и повысить эффективность работы соответствующих служб.

Мargarита Досина:

– Необходимо идти на заводы, предприятия, в иные организации с банальным вопросом, чего сегодня им не хватает, какая необходима научная помощь и поддержка. Личный опыт показывает, что часто ученые «варятся» в своем соку, не всегда владея информацией о том, какие проблемы существуют в реальном секторе экономики.

На стыке науки и бизнеса

Сергей Корзан:

– В условиях стремительного технологического прогресса и глобальной конкуренции сотруд-

ничество между наукой и реальным сектором экономики становится не просто желательным, а жизненно необходимым. Однако чтобы это взаимодействие было по-настоящему эффективным и взаимовыгодным, требуется внедрение новых инструментов поддержки, способных преодолеть барьеры между исследовательской средой и бизнесом.

В первую очередь это создание региональных или отраслевых кластеров, где предприятия, вузы и НИИ работают над общими задачами и при этом не просто являются партнерами, а представляют собой постоянную экосистему, где наука и бизнес развиваются синхронно. Еще одна мера – финансовая поддержка через так называемые технологические ваучеры. Это механизм, при котором предприятие получает ваучер от государства и может «потратить» его на научные услуги: экспертизу, разработку, тестирование. Это снижает барьер входа для бизнеса и стимулирует спрос на белорусские разработки. Было бы полезным и создание площадок в виде научных акселераторов и инкубаторов при вузах и НАН, где молодые ученые могут развивать прикладные идеи, получать менторство, доступ к оборудованию и поддержку в коммерциализации. Это превращает лабораторные наработки в рыночные продукты. Важно формирование совместных грантов «наука + бизнес», а также государственных конкурсов, где обязательным условием является участие научной организации и предприятия. Финансирование предоставляется только при наличии реального партнерства и плана внедрения.

И наконец, разработка цифровых платформ научных решений – своего рода онлайн-база белорусских разработок, патентов,

технологий и компетенций, доступная для предприятий. С возможностью фильтрации по отрасли, стадии готовности, стоимости внедрения и контактам разработчиков.

Станислав Пантелеев:

– Безусловно, вопрос повышения уровня информированности производственных предприятий и организаций о существующих научных разработках и профильных направлениях белорусской науки требует особого внимания. Но этого явно недостаточно, поэтому стоило бы предоставить предприятиям систему льгот в случае внедрения в производство отечественных решений. Другими словами, следует отдельно финансировать внедренные разработки НИИ и вузов в производство за счет налоговых преференций для предприятий, что поможет им компенсировать затраты и покрыть возможные риски. Это не только повысит интерес молодых специалистов к исследовательской деятельности, но и позволит им увидеть реальные результаты своей работы и работы своих коллег. Когда они смогут наблюдать, как их идеи и разработки становятся частью промышленности, это вдохновит их на дальнейшие исследования и инновации. Кроме того, создание системы льгот может способствовать формированию партнерских отношений между научными учреждениями и производственными предприятиями, что откроет новые возможности для стажировок и практик для магистрантов и аспирантов. В свою очередь это повысит их профессиональную подготовку и позволит им лучше адаптироваться к требованиям рынка труда. Таким образом, усиление поддержки научных разработок станет не только стимулом для научной деятельности, но и важным шагом к обеспечению устойчивого развития экономики и науки в стране. ■

Ирина СТИГАЙЛО

Трудовая деятельность и карьерные ориентации соискателей ученых степеней

Преимственность поколений в науке – одно из важных условий функционирования фундаментальных и прикладных исследований, укрепления и развития научного кадрового потенциала и научно-технологической безопасности государства. Исследование различных аспектов трудовой деятельности соискателей ученых степеней, которые стремятся самореализоваться в науке, способствует формированию механизмов эффективного воспроизводства кадров в научно-образовательной сфере. Изучение с помощью методического арсенала социологической науки профессиональной научной работы, карьерных ориентаций, возможных сложностей в труде будущих ученых позволяет зафиксировать актуальное мнение респондентов по рассматриваемому нами предметно-проблемному полю, что в дальнейшем поможет принять соответствующие адресные меры по повышению продуктивности нынешних аспирантов и докторантов.





Алеся Соловей,
научный сотрудник
Института социологии
НАН Беларуси

По результатам социологического исследования, проведенного при поддержке гранта БРФФИ «НАУКА-М» в июне–декабре 2024 г. по теме «Роль наставничества в системе подготовки научных кадров высшей квалификации в условиях цифровизации белорусского общества» (договор №Г23М-022 от 02.05.2023 г.) рассмотрим показатели профессионального положения и трудовой научной деятельности соискателей ученых степеней отечественной науки (профессиональная самоидентификация, мотивация научного выбора, условия и личностные качества научной активности и успешной защиты диссертационной работы, карьерные ориентации, различия в обучении будущих ученых – женщин и мужчин). В ходе полевого этапа изыскания методом анкетного опроса были опрошены аспиранты и докторанты (в том числе в форме соискательства), а также сотрудники, которые окончили аспирантуру/докторантуру, но еще не защитили диссертационную работу, представляющие академический и вузовский секторы белорусской науки. Выборочную совокупность при опросе составили 1050 респондентов, средний возраст которых – 35 лет. Опрос проводился в 49 организациях Национальной академии наук Беларуси и 33 высших учебных заведениях страны, реализующих программы первой и второй ступени научно ориентированного образования.

Мотивация научного выбора и профессиональная самоидентификация

Мотивы профессионального выбора не только оказывают влияние на стратегии построения карьеры, но и определяют значимость тех или иных трудовых и корпоративных ценностей, разделяемых лично и транслируемых в профессиональном сообществе и коллективе. Анализ мотивационной структуры выбора профессии ученого выступает ключевым аспектом в выявлении причин профессионального самоопределения начинающего исследователя в научном сообществе. От осознанного выбора науки субъектами научного познания зависят показатели функционирования всей системы подготовки научных кадров. С целью повышения ее эффективности особенно важно понимание механизма возникновения у соискателя ученой степени интереса к

научному поиску и профессии ученого. При ответе на вопрос «Что привело Вас в науку?» мнение респондентов распределилось следующим образом (рис. 1).

Как видно из информации, приведенной на рис. 1, лидирующим мотивом, который привел соискателей ученой степени в науку, стал их интерес к научно-исследовательской деятельности – 56,4%. На втором и третьем местах по распространенности расположились такие мотивы, как возможность самореализации и желание повысить свой образовательный уровень: 46,8% и 40,9% соответственно. Каждого третьего респондента привели в науку возможность защитить диссертацию (стать кандидатом или доктором наук) – 35,2%, внести свой вклад в науку – 33,8%, стремление принести пользу своей стране – 29,1%. По рекомендации преподавателя, научного руководителя пришли в науку 22,3% будущих ученых. Для шестой части опрошенных возможность карьерного



Рис. 1. Распределение ответов на вопрос «Что привело Вас в науку?» (в %, в целом по выборке)

роста стала причиной выбора науки в качестве сферы профессиональной самореализации – 16,7%. Каждого восьмого привели в данную область желание иметь высокооплачиваемую работу (12,7%), престиж профессии ученого (научной деятельности) в обществе (12,5%), желание проверить собственные идеи и гипотезы (12,1%). Каждому девятому было предоставлено место работы в научной организации путем распределения (10,9%). Наименьшая доля респондентов выбрала такие мотивы, как рекомендации родителей (6,3%) и совет близких людей (мужа, жены, друзей) – 4,7%. В варианте «другое», который отметили 3,8% опрошенных, были зафиксированы такие ответы, как «возможность помогать людям», «желание осуществить мечту студенческих лет», «возможность работать в среде интеллигентных людей», «любовь к своей профессии и желание развиваться в ней», «желание попробовать себя в исследовании новых идей», «вдохновилась примером своего научного руководителя из университета», «социальный пакет, хороший коллектив», «отсутствовало желание распределяться на завод», «познавательный интерес, связанный с решением актуальных вопросов», «привнести новые идеи в практику», «разноплановость задач, открытие чего-то нового для себя и других» и др.

Наблюдаются различия в мотивации, приведшей в науку, в зависимости от пола респондента. (Оценка различий между двумя независимыми выборками проводилась при помощи статистического критерия F-тест (угловое преобразование Фишера), где $\varphi^*_{эмп}$ – эмпирическое значение, ρ – уровень значимости;

$\varphi^*_{эмп} = 1,852$, при $\rho < 0,04$; $\varphi^*_{эмп} = 2,822$, при $\rho < 0,001$; $\varphi^*_{эмп} = 1,670$, при $\rho < 0,05$; $\varphi^*_{эмп} = 2,403$, при $\rho < 0,01$). Женщины чаще мужчин называли движущими силами своего выбора возможность самореализации, желание повысить свой образовательный уровень, следование рекомендациям преподавателя, научного руководителя. В свою очередь, мужчины чаще женщин отмечали такой мотив, как желание быть полезным своей стране.

Большинство опрошенных считают, что научная деятельность является их призванием – 72,6% (в том числе 21,2% уверенно ответили «да», 51,4% – «скорее да»). Каждый десятый, однако, так не считает – 10,0% (2,1% – «нет», 7,9% – «скорее нет»). Затруднились с ответом на поставленный вопрос 17,4%. При этом считают науку своим окончательным профессиональным выбором более половины – 57,6% (18,0% – «да», 39,6% – «скорее да»). Но каждый пятый опрошенный в этом не уверен – 21,1% (из них 7,2% дали ответ «нет», 13,9% – «скорее нет»). Примерно столько же (21,4%) затруднились ответить. Стоит отметить, что в зависимости от научного статуса соискателя ученой степени наблюдаются различия в их профессиональной самоидентификации. (Гипотеза подтвердилась при помощи критерия согласия Пирсона (χ^2 Пирсона), где $\chi^2 = 97,825$, $\text{sig} = 0,000$, $\rho < 0,05$). Среди аспирантов и окончивших аспирантуру доля тех, кто считает науку своим окончательным профессиональным выбором, ниже, чем среди людей с более высокой степенью научного образования – докторантов и окончивших докторантуру: 54,3% и 50,9% среди первых против 87,9% и 89,6% – вторых.

Карьерные ориентации

Заинтересованы в построении своей научной карьеры три четверти опрошенных, или 75,6% (31,9% – «да», 43,7% – «скорее да»). Каждый десятый, однако, в этом не заинтересован – 9,5% (1,5% – «нет», 8,0% – «скорее нет»). При этом 14,8% затруднились дать ответ на этот вопрос. В своей профессиональной деятельности соискатели ученых степеней придерживаются комбинированного типа научной карьеры, с разной степенью выраженности тех или иных карьерных ориентаций (табл. 1).

Исходя из данных, представленных в табл. 1, в своей научной деятельности нынешние соискатели в целом, молодые ученые, аспиранты и докторанты ориентированы прежде всего на предложение новых идей, замыслов (57,9%), а также продвижение собственных исследовательских тем (42,7%), что характерно для квалификационного типа карьеры. На третьем месте среди профессиональных установок – получать достойное вознаграждение за достигнутые результаты (40,1%), что соответствует монетарному типу карьеры. Такая ориентация, как достижение признания среди ученых, характерна для 38,1% респондентов, что говорит о наличии статусного устремления. Ответственное выполнение служебных обязанностей отметил каждый третий (32,5%), что подтверждает наличие исполнительного типа карьеры. Меньше всего в своей научной деятельности соискатели ученой степени ориентированы на достижение высокого служебного положения и намерении выполнять все, что от них потребуют: соответственно 9,6% и 6,0%. Также следует ска-

Карьерные ориентации	В целом	Жен.	Муж.
Монетарная карьера			
Получать достойное вознаграждение за достигнутые результаты	40,1	40,2	39,8
Иметь максимальную заработную плату за свой труд	14,1	13,8	14,5
Квалификационная карьера			
Продвигать собственные исследовательские темы	42,7	41,0	45,4
Предлагать новые идеи, замыслы	57,9	55,0	62,4
Исполнительная карьера			
Делать все, что от Вас потребуют	6,0	5,0	7,8
Ответственно выполнять служебные обязанности	32,5	35,7	27,6
Статусная карьера			
Добиться признания среди профессионалов	38,1	38,2	38,1
Достичь высокого служебного положения	9,6	9,6	9,5

Таблица 1. Карьерные ориентации соискателей ученой степени, в том числе среди женщин (жен.) и мужчин (муж.) (в %)

зять, что 3,3% участников опроса выбрали вариант «другое»; при его пояснениях представителями вузовской науки были отмечены такие ответы, как: «внедрять в образовательную практику новые технологии и методы работы», «возможность развиваться в дальнейшем», «использовать результаты в педагогической деятельности», «качественно заниматься исследовательской деятельностью», «познавать новое в науке», «развивать окружающее общество», «развить новое научное направление, которое внесет вклад в развитие страны», «упорядочить механизмы и процессы по теме исследования» и др. Представители академического сектора науки предлагали следующие варианты: «воплощать в жизнь свои идеи и идеи команды, создавать пользу обществу этим», «изучать фундаментальные и прикладные аспекты своей отрасли», «иметь возможность преподавать», «исследовать актуальные проблемы в науке и медицине; предлагать новые пути решения», «[ориентирован(а)] на результат, хочется сде-

лать открытие, которое поможет усовершенствовать промышленность и не только», «находиться в среде приятных, образованных людей; постоянно самообразовываться и обучаться», «приносить пользу белорусскому народу», «продвигать востребованные темы», «развитие белорусской научной школы по специальности», «разработать продукцию, необходимую государству (прикладные исследования)» и др.

Ориентация соискателей ученой степени на квалификационную карьеру подтверждается также стремлением защитить диссертационную работу. Профессиональная деятельность ученого предполагает необходимость квалификационного подтверждения его вклада в науку и объективного признания его научных достижений в научном сообществе. К примеру, по результатам исследования 2021 г. среди аспирантов и докторантов академического сектора белорусской науки защита диссертации для опрошенных означала прежде всего повышение статуса в науке, возможность заниматься

интересующими актуальными научными темами, самоутверждение, карьерный рост, повышение заработной платы и приобретение уверенности в себе.

Планирует окончить аспирантуру/докторантуру с защитой диссертации более чем каждый четвертый опрошенный соискатель ученой степени – 28,2%. Каждый третий (33,7%) намерен защитить диссертацию в течение 3 лет после окончания обучения в аспирантуре/докторантуре, а каждый шестой – сделать это в ближайшее время, так как окончил аспирантуру или докторантуру более 3 лет назад (16,9%). 8,2% опрошенных собирается завершить обучение с проведением предварительной экспертизы диссертации. Каждый десятый респондент затруднился ответить на поставленный вопрос – 10,3%. Только 2,8% опрошенных не планируют защиту диссертации вообще.

Условия и личностные качества для научной активности и успешной защиты диссертационной работы

В нашей стране созданы все необходимые условия для самореализации соискателей ученых степеней (творческой, образовательной, личностной, профессиональной). Важность государственной поддержки ученых не сводится только к материальной составляющей. Финансовая помощь позволяет с большей отдачей и усилиями сконцентрироваться на генерировании научных идей, открытии новых полезных фактов и знаний. Любовь к науке основывается в первую очередь на интересе и понимании личного вклада в ее

развитие, желании использовать научное знание на благо общества. Осознание практической значимости научных разработок, их применения в различных сферах жизни, моральное удовлетворение от пользы научного труда для людей и государства стимулирует продолжать научный поиск, стремиться к открытиям, даже если в определенные периоды по различным субъективным и объективным обстоятельствам ученый чувствует снижение мотивации к научно-исследовательской деятельности или не уверен в себе как в исследователе. На протяжении всего трудового пути ученого важна и нематериальная поддержка. Это и благоприятный социально-психологический климат в научном коллективе, перспективы профессионального и должностного роста, необходимые условия труда, поддержка со стороны научного сообщества и старших коллег, заинтересованность в его становлении как ученого.

Условия, которые в наибольшей мере могут повлиять на повышение творческой активности, эффективности научной работы соискателя ученой степени и успешную защиту диссертационной работы, представлены на рис. 2.

Исходя из указанных на рис. 2 данных, лидирующие позиции среди условий, влияющих в наибольшей мере на научную продуктивность соискателя ученой степени и успешную защиту его диссертации, занимают достойный уровень заработной платы, благоприятный социально-психологический климат в научном коллективе, помощь научного руководителя: их отметили более половины респондентов. На четвертом и пятом местах – заинтересованность научного руководителя/

ученого совета/совета по защите в защитах диссертации и современная материально-техническая база института/университета – 42,7% и 38,6% соответственно. На шестой позиции – возможность рационального сочетания научной деятельности и семейно-бытовых обязанностей (36,1%). Каждый третий респондент среди данных условий отметил обширную информационную базу для исследовательского труда, конструктивную критику своей научной работы, возможность реализовать в ней свой исследовательский замысел, авторский подход.

Четверть опрошенных среди важнейших факторов назвала поддержку со стороны научного сообщества, хорошие отношения с руководством и его поддержку, а также перспективы участия в международных конференциях за рубежом. Возможность получения грантов является значимым условием для каждого пятого респондента. Следует отметить, что только каждый седьмой выбрал развитую систему научного наставничества, творческую атмосферу в коллективе и наличие научной школы в качестве условий повышения своей науч-



Рис. 2. Условия повышения эффективности научной деятельности соискателя ученой степени и успешной защиты диссертационной работы (в %, в целом по выборке)

ной продуктивности и успешной защиты диссертации. Наименее значимым условием оказалась возможность работать, находясь в декретном отпуске.

В варианте «другое» были отмечены такие условия, как «внешние факторы: здоровье физическое/психологическое, жилье, семейные обстоятельства, удача»; «возможность внедрения полученных результатов»; «доброжелательное отношение к соискателю»; «оптимизация рабочей нагрузки по основному месту работы»; «налаженная работа с организациями реального сектора экономики»; «практическая значимость и применение, внедрение результатов НИР»; «своевременная закупка расходных материалов и реактивов для проведения исследований» и др.

Направленность на повышение квалификационного уровня соискателя ученой степени в первую очередь зависит от его личностных и профессиональных качеств. Индивидуальные психологические черты и уникальные особенности характера, которые помогают формированию мотивационной структуры личности, оказывают первостепенное влияние на успешную защиту диссертационной работы. Иерархия личностных качеств, которые, по мнению респондентов, способствуют данной защите, выглядит следующим образом (табл. 2).

В топ-7 лидирующих качеств вошли такие, как мотивированность и желание защитить диссертацию (66,7%); высокий уровень профессиональных компетенций (55,4%); трудолюбие (54,5%); ответственность (51,1%); стремление к новым знаниям и научному открытию (43,1%); активность (41,6%); целеустремленность (40,1%). Значительная доля респондентов отметила также настой-

Качества	Соискатели в целом	Жен.	Муж.
Мотивированность и желание защитить диссертацию	66,7	69,3	62,4
Высокий уровень профессиональных компетенций	55,4	59,0	49,8
Трудолюбие	54,5	55,4	53,0
Ответственность	51,1	55,0	44,8
Стремление к новым знаниям и научному открытию	43,1	46,1	37,8
Активность	41,6	39,5	45,0
Целеустремленность	40,1	41,5	37,8
Настойчивость	37,0	36,8	37,3
Творческие и интеллектуальные способности	35,6	33,9	38,3
Коммуникабельность	34,5	31,4	39,6
Умение расставлять приоритеты в своей профессии	29,5	32,4	24,6
Уверенность в себе	27,5	28,3	26,1
Инициативность, предприимчивость	26,7	27,6	25,4
Амбициозность	24,8	24,6	25,1
Решительность	19,9	19,8	20,1
Умение работать в команде	12,7	12,1	13,7
Лидерский потенциал	7,6	8,4	6,5
Способность идти на риск	6,9	6,2	8,0
Другое	1,1	0,9	1,5

Таблица 2. Личностные качества соискателя ученой степени, способствующие успешной защите диссертационной работы (в том числе мнение женщин (жен.) и мужчин (муж.) (в %)

чивость – 37,0%. Приблизительно каждый третий указал на творческие и интеллектуальные способности (35,6%), коммуникабельность (34,5%), умение расставлять приоритеты в своей профессии (29,5%). Каждый четвертый считает, что соискатель ученой степени для успешной защиты диссертации должен обладать уверенностью в себе, инициативностью и предприимчивостью, а также амбициозностью (27,5%, 26,7% и 24,8% соответственно). Для каждого пятого необходимой личностной чертой является решительность – 19,9%. Наименее значимы, по мнению опрошенных, умение работать в команде, лидерский потенциал и способность идти на риск. В варианте «другое» были отмечены такие качества, как «быть послушным и исполнять то,

что говорят», «гибкость», «любовь к науке и знаниям», «прилежание», «самоорганизованность», «самоконтроль», «скрупулезность», «внимательность», «аналитическо-критическое мышление», «терпение», «уравновешенность», «усидчивость».

Гендерные различия в подготовке научных кадров

На профессиональную деятельность, подготовку и защиту диссертации влияние могут оказывать гендерные стереотипы относительно необходимых образовательных и профессиональных компетенций, особых интеллектуальных и творческих способностей для самореализации в научной

сфере, а также убежденность, что выполнение гендерных ролей мужчин и женщин в обществе в разной степени детерминирует их научную продуктивность (табл. 3).

Соискатели ученых степеней не разделяют гендерные стереотипы относительно андроцентристского статуса науки и интеллектуальных способностей женщин. Не согласны с тем, что «Наука – мужская сфера деятельности» и что «Женщина менее компетентна как ученый», соответственно 88,4% и 91,7%.

Более половины (58,7%) считают, что «Женщине-ученому в сравнении с мужчиной-ученым сложнее сочетать профессиональные и семейные обязанности». Среди тех, кто придерживается данного мнения, доля женщин в 1,7 раза выше доли мужчин: 69,7% и 41,1% соответственно. Не согласен с данным утверждением каждый третий респондент – 31,6% (из них 41,3% – мужчины, 25,7% – женщины).

Большинство опрошенных – 68,5% (71,1% женщин и 64,3% мужчин) за последний год в той или иной степени испытывали чувство, что научная работа мешает выполнению семейных обязанностей (и/или наоборот) (постоянно – 4,2%, часто – 11,7%, иногда – 25,9%, редко – 26,7%). Каждый третий респондент не испытывал данного состояния (31,4%).

Брачно-семейное положение и репродуктивные установки во многом обуславливают планирование жизненной стратегии и оказывают влияние на выполнение семейно-бытовых обязанностей, совмещение профессиональной и личной сферы ученых обоих полов. Наличие детей отметили 45,9% опрошенных, у более чем половины (54,1%) детей нет. Среди ученых с детьми удельный

Утверждения	Полностью согласен/а	Скорее согласен/а	Скорее не согласен/а	Полностью не согласен/а	Затрудняюсь ответить
Женщине-ученому в сравнении с мужчиной-ученым сложнее сочетать профессиональные и семейные обязанности	20,8	37,9	18,9	12,7	9,7
Наука – мужская сфера деятельности	1,9	3,8	23,4	65,0	5,8
Женщина менее компетентна как ученый	1,4	1,6	15,4	76,3	5,3
Из-за стремления повысить свой профессиональный (научный) статус я откладываю рождение детей	8,8	14,6	13,2	45,1	18,2

Таблица 3. Степень согласия с гендерными стереотипами относительно положения женщин и мужчин в науке (в %)

вес женщин (50,0%) выше, чем мужчин (39,1%). Каждый четвертый соискатель ученой степени согласен с тем, что «Из-за стремления повысить свой профессиональный (научный) статус откладывает рождение детей» – 23,4% (из них 26,4% – женщины, 19,0% – мужчины). Большинство не придерживается данного убеждения (58,3%). Однако планирует рождение ребенка в ближайшие 5 лет только каждый третий респондент – 29,4%. Для части соискателей ученых степеней (не рассматривающих в ближайшее время рождение ребенка – 41,2%, затруднившихся оценить свои репродуктивные намерения – 29,4%) может быть характерна стратегия «отложенного родительства»; она обусловлена различными жизненными обстоятельствами, в том числе и планами на защиту диссертации и построение научной карьеры.

Таким образом, рассмотрев некоторые аспекты трудовой деятельности исследуемого нами объекта, мы можем заключить, что мотивированные на научный поиск соискатели ученых степеней представляют собой интеллектуальную профессиональную группу населения, которая отличается высоким уровнем творческой активности, направленной

на генерирование новых идей и знаний, необходимых для прогресса в отечественной и мировой науке. Их ориентация на защиту диссертации, стремление внести свой вклад в науку – не только важные показатели продуктивной научной коммуникации между субъектами научного наставничества и профессионального научного сообщества, они свидетельствуют и о развитой системе государственной поддержки научной сферы в целом в Республике Беларусь. Для дальнейшего укрепления системы воспроизводства научных кадров, повышения вклада ученых в решение актуальных проблем научно-технологического прогресса в условиях современных вызовов, обеспечения научно-технологической безопасности государства важно не только привлечь в науку мотивированную молодежь, но и приумножить и сохранить ее интерес к науке на протяжении всего профессионального становления с учетом выявленных факторов и особенностей исследовательской работы. ■



Фото Сергея Дуболика



Дмитрий Мазарчук,
проректор по учебной работе
Университета НАН Беларуси,
кандидат исторических наук,
доцент

Академическая магистратура — стартовая площадка исследователя

Университет НАН Беларуси готовит магистрантов по уникальной модели: исследовательские группы, индивидуальные научные траектории, работа в институтах Академии. Этот формат становится важной частью подготовки научной элиты страны.

В XXI в. именно образование становится тем полем, на котором решается судьба государств. Оно не только формирует востребованных специалистов, но и определяет интеллектуальный потенциал нации, способность страны быть не догоняющим участником, а лидером в мире, где знания превращаются в главный ресурс.

Республика Беларусь, обладая крепкой школой фундаментальной науки и опираясь на наследие академической традиции, сталкивается с вызовами, требующими

эволюционных, но в то же время инновационных решений в подготовке молодых ученых. Здесь важно найти баланс: сохранить глубину фундаментальных исследований, наработанных десятилетиями, и одновременно обеспечить быстрый отклик на запросы практики – технологического суверенитета, импортозамещения, цифровизации. Как отметил Президент Республики Беларусь А.Г. Лукашенко на совещании с рабочей группой по анализу деятельности НАН, «время такое, что

без реальных достижений в научной сфере движение вперед невозможно» [1].

Современное образование все меньше похоже на привычную передачу знаний от преподавателя к студенту. Оно превращается в сложную экосистему, где навыки и ценности формируются в условиях постоянного диалога, совместного поиска и решения реальных задач. Молодой человек, поступающий в университет, уже живет в цифровой среде, где информация доступна мгновенно и в изобилии. Парадокс сегодняшнего времени заключается в том, что при избытке информации дефицитом становится умение критически ее осмысливать, превращать в знания и использовать для создания новых идей. Это главный вызов для образования.

В системе высшей школы нашей страны Университет НАН Беларуси занимает особое место. В отличие от классических вузов он остается компактным учебным заведением, в котором осуществляется подготовка магистров по востребованным научным направлениям. Этот формат открывает уникальные возможности. Во-первых, университет встроен в институциональную вертикаль НАН Беларуси, что обеспечивает преемственность школ и доступ к исследовательской инфраструктуре. Во-вторых, компактность академического вуза позволяет строить обучение по принципу гиперперсонализации, что особенно актуально в свете глобального тренда индивидуальных образовательных траекторий.

Прием для обучения в академической магистратуре реализуется на основании заявок в АС «Госзаказ и Прием». Заказчиками кадров выступают научные организации НАН Беларуси и другие,

представляющие сферу науки и осуществляющие инновационную деятельность, а также учреждения образования. Ежегодно формируемые на основе их потребностей контрольные цифры приема позволяют актуализировать как перечень специальностей образовательной программы магистратуры, так и само содержание учебных планов и программ дисциплин. Эта работа ведется кафедрами университета в тесной связке с научными организациями НАН Беларуси, выступающими заказчиками по отдельным специальностям, а также, в случае таких комплексных направлений, как биология, физика или химия, где пул заинтересованных существенно шире, взаимодействие идет с соответствующими академическими Отделениями наук.

Порядок распределения ответственности при осуществлении процесса обучения с использованием ресурсов нескольких организаций законодательно закреплен Положением о сетевой форме взаимодействия при реализации образовательных программ, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 31.08.2022 г. №572. Для Университета НАН Беларуси такой метод работы – не формальная опция, а естественный подход: можно быстрее адаптировать учебные планы под запросы государства и экономики, выстраивать обучение по принципу индивидуализации, включать студентов в реальные исследовательские проекты. Целевой характер и вовлеченность в академические научные тренды делают магистратуру исследовательской: каждый студент включен в сеть, где учебные модули, лабораторные практикумы и проектные задания основаны на взаимодействии между кафедрами

университета и научными академическими институтами.

Таким образом, сетевая форма взаимодействия отвечает ключевым ожиданиям как современного студента, так и работодателя. Кроме того, такая организация соответствует глобальным трендам: ведущие мировые университеты все активнее переходят к модели «магистратуры под задачу», где программа выстраивается под конкретный проект или профиль [2]. В академическом университете эта идея получает особую окраску – магистрант с первых месяцев участвует в работе научных институтов. Его обучение перестает быть абстрактным и сразу сопрягается с конкретной научной школой, лабораторией или отделом. В результате магистр превращается не в «студента в ожидании будущей карьеры», а в полноценного участника исследовательского процесса.

Для Беларуси сетевые формы особенно важны в условиях ограниченных ресурсов. Университет становится координатором сетевых программ. Как следствие, основанный на гибкости и партнерстве модульный принцип построения образовательной программы магистратуры делает ее максимально адаптивной.

Пример успешной реализации такого подхода – академическая карьера молодой ученой Габриэлы Лазаренко. После завершения обучения в бакалавриате БГУ она выбрала академическую магистратуру, где в сферу ее внимания попала биоинформатика, привлекла возможность работать в лабораториях Академии наук. Будучи теперь научным сотрудником Института химии новых материалов НАН Беларуси, Габриэлла занимается моделированием лекарственных веществ, в частности для реше-

ния проблемы излечения болезни Альцгеймера. С этой разработкой она успешно выступила на конкурсе «100 инноваций молодых ученых» в рамках Фестиваля науки – 2025 [3]. Приобщившись во время обучения в университете к лабораторным исследованиям, затем через академическую магистратуру получив компетенции в области анализа данных, она участвует в проекте, имеющем измеримые результаты и социальную значимость.

Таким образом, формат академического университета делает возможным то, что в обычном вузе иногда остается лишь декларацией – интеграцию обучения и науки. Разрыв между аудиторией и лабораторией минимизирован, а учебные занятия строятся в тесной связи с текущими научными и научно-техническими проектами НАН Беларуси: исследования в области биотехнологий, материаловедения, цифровых технологий или цифровой гуманитаристики становятся учебными кейсами. Магистрант не «изучает на примере», а участвует в реальной исследовательской работе. Такая модель снимает риски отчуждения образования от практики и формирует у магистрантов и выпускников университета ощущение сопричастности к большому делу – научному развитию страны.

Во всем мире именно работа с молодежью определяет конкурентоспособность университетов. Лучшие вузы борются за талантливых студентов и аспирантов, предлагая им доступ к лабораториям, проектам и наставникам. Особенность модели магистерской подготовки, которая выстраивается в Университете НАН Беларуси, заключается в акцентировании преемственности научных школ и интеграции магистрантов в иссле-

довательскую среду. Благодаря этому они получают опыт, который зачастую доступен лишь на уровне аспирантуры.

Новые горизонты в образовании открывает интеграция цифровых технологий, в том числе генеративного искусственного интеллекта (ИИ). Его использование на основе больших языковых моделей (LLM) способно существенно изменить образовательный процесс, усиливая его персонализацию и исследовательский потенциал [4]. Важно подчеркнуть, что ИИ рассматривается не как замена человеческому интеллекту, а как дополнение к нему, позволяющее ускорять поиск решений и расширять границы научного эксперимента.

В условиях новых вызовов проектное и проблемное обучение в магистратуре академического университета дополняется освоением цифровых инструментов научной работы, включая практики ответственного использования больших языковых моделей. С 2025/2026 учебного года такие занятия предусмотрены в рамках научно-исследовательского семинара. Магистранты знакомятся с современными достижениями в области ИИ через сочетание теоретического анализа и практических экспериментов. Программа разделена на две фазы: изучение фундаментальных принципов и архитектур и самостоятельная работа с реальными моделями и системами. Помимо общих тем по возможностям применения искусственного интеллекта в науке часть занятий адаптирована под конкретную специальность. Например, студенты-биологи получают возможность изучить использование биоинформатических больших языковых моделей или новые техники промптинга в своей исследовательской области.

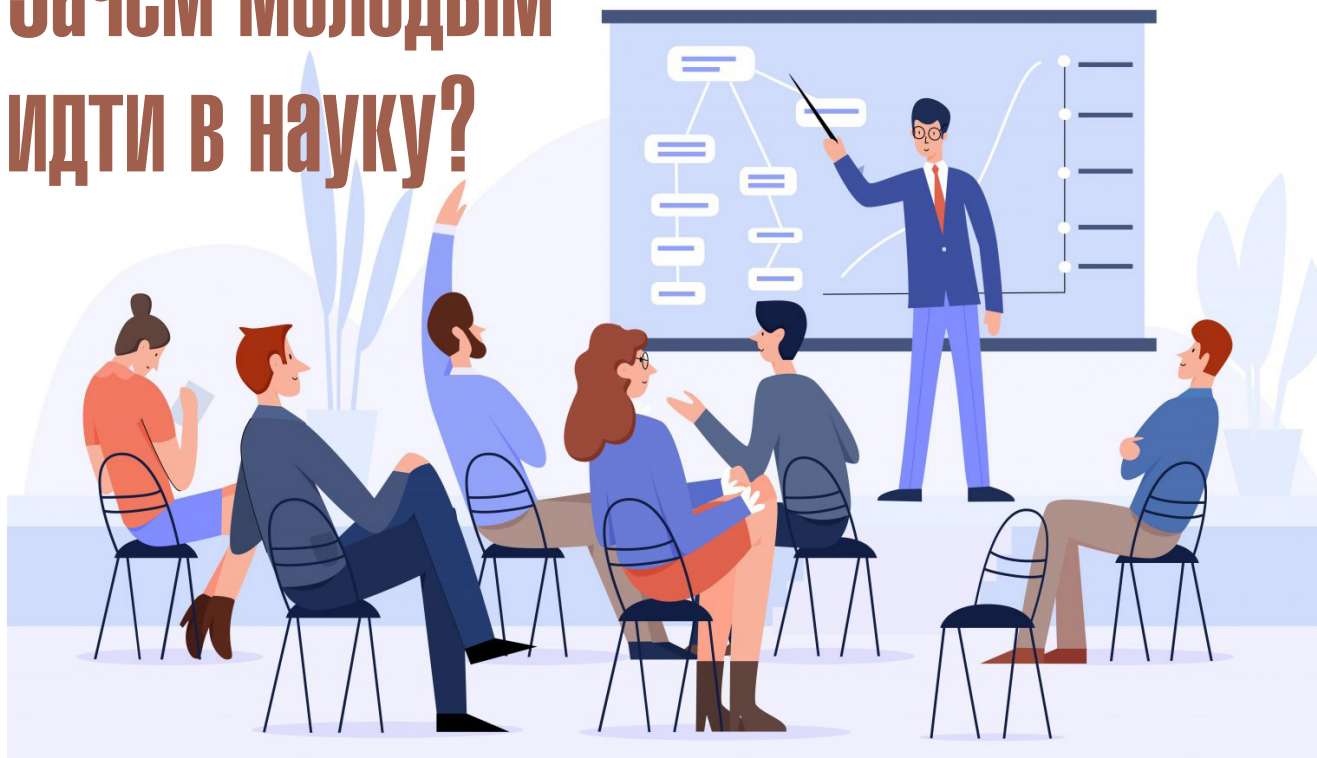
Особое внимание уделяется вопросам верификации информации и соблюдения академической добросовестности. В частности, учитывается принцип консилитивных и «ворот качества»: каждое решение проходит многоступенчатую проверку, когда ответственность за результат распределяется между научными руководителями, экспертами и самими магистрантами (молодыми учеными). Такой подход обеспечивает управляемое развитие, что особенно важно в эпоху, когда ИИ способен не только помогать, но и порождать новые риски.

Модель академического университета продолжает развиваться в соответствии со стратегической задачей – вовлечением молодежи в науку ради построения инновационной экономики страны. В опоре на фундаментальные знания и новые технологии в образовании выстраивается современный центр подготовки исследователей, способный гибко реагировать на запросы государства и общества, одновременно поддерживая преемственность научных школ. Тем самым Университет НАН Беларуси выполняет свою образовательную миссию: формирует поколение молодых ученых, для которых наука становится инструментом созидания и надежной опорой будущего Беларуси. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Совещание с рабочей группой по анализу деятельности Национальной академии наук Беларуси, 5 августа 2025 г. // <https://president.gov.by/ru/events/sovesanie-s-raboczej-gruppoj-po-analizu-deatel-nosti-nacional-noj-akademii-nauk-belarusi>.
2. Технологии искусственного интеллекта в образовании. Руководство для лиц, ответственных за формирование политики / ЮНЕСКО, 2022 // <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382446>.
3. Гордей Е. Новая субстанция для лечения болезни Альцгеймера // Наука. 2025. №38 (16.09). С. 6.
4. Мазарчук Д.В. Генеративный ИИ в образовании: проблемы и перспективы // Наука и инновации. 2024. №9. С. 24–30.

Зачем молодым идти в науку?



Наука – отличное место для реализации творческого потенциала, талантов и амбиций молодежи. Исследовательская среда способствует проявлению лучших качеств – креативности, умения мыслить нестандартно, смелости, трудолюбия. Что значит быть ученым в XXI веке? Наука – это просто профессия или все же призвание? Слово – увлеченным наукой молодым людям.



Илья Глазов,
старший научный сотрудник лаборатории
фотохимии и электрохимии Института общей
и неорганической химии НАН Беларуси,
кандидат химических наук

– Образ ученого как человека в очках, одержимо перемешивающего цветные жидкости в круглодонной колбе, – неотъемлемый компонент современной массовой культуры. Наиболее правдивой составляющей данного имиджа является приверженность исследователя своему ремеслу, пусть и не всегда фанатичная. Природное любопытство подталкивает к поиску решений новых задач, а возникающий по ходу азарт стимулирует стремление довести дело до конца – я бы так описал типичное состояние погруженного в работу научного сотрудника. Реальное положение дел, конечно, отличается от трафа-

ретного концепта. Например, стереотип о бедственном финансовом положении среднестатистического ученого, может, и не лишен оснований, но звучит как приговор. На деле необходимо отметить факт сильной зависимости заработка от инициативности. Уже на начальных этапах карьеры для хорошего дохода требуется активно изучать возможности по получению грантов и стипендий, искать новые контакты для сотрудничества, вовремя получить ученую степень. Это своего рода плата за возможность реализовать творческий потенциал, в этом отношении работу ученого я бы сравнил с деятельностью художника. Альтернативой является рутинная неспешная служба, обеспечивающая заработную плату чуть выше минималки – и это печальная реальность для многих молодых исследователей. Готовность двигаться дальше в таких условиях – хорошее испытание для мотивации, и, возможно, необходимое условие для построения успешной научной карьеры.



Анна-Мария Ерофеева,

старший научный сотрудник Института физиологии НАН Беларуси, председатель Совета молодых ученых Института физиологии, кандидат биологических наук

– Если ученые минувших времен чаще всего были гениями-одиночками, то исследователи в современном мире – это прежде всего творческие личности, находящиеся в поиске истины в команде с такими же заинтересованными людьми. Лично для меня научная деятельность – это скорее призвание, чем просто работа или увлечение. Процесс познания и обнаружения закономерностей очень затягивает и дает возможность созерцать гармонию и совершенство живой природы, а если это касается медицинской науки – то еще и позволяет стать причастным к процессу избавления людей от страданий.

Моя деятельность направлена на выявление механизмов обезболивающего действия мезенхимальных стволовых клеток при нейропатической боли, при которой прием анальгетиков недостаточно неэффективен. Эта боль очень коварна, поскольку может проявляться абсолютно по-разному: как удар током, как жжение при ожоге, как чувство отнимания конечностей. Она может быть постоянна либо периодична, а также настолько нестерпима, что люди впадают в глубокую депрессию. Нейропатическая боль возникает тогда, когда повреждены восходящие нервные пути. Это может произойти как при травме, так и при длительном сдавлении нервов, после вирусных инфекций, сопровождать такие заболевания, как сахарный диабет, рассеянный склероз, онкологические. При этом мозг начинает получать сигналы боли при отсутствии ее реального источника, меняется порог болевой чувствительности, что сказывается на образе жизни в целом. В настоящее время не совсем понятна истинная причина такого состояния. Предстоит выяснить, за счет чего можно остановить образование патологической боли.

Было обнаружено, что мезенхимальные стволовые клетки жировой ткани либо костного мозга эффективно убирают хронический болевой синдром, вызванный повреждением нерва. Более того, эти клетки работают как источник образования большого количества биологически активных молекул, которые способствуют ослаблению боли и восстановлению ткани. Интересно то, что клетки сами понимают, где именно находится очаг повреждения, и выделяют именно то, что нужно. В рамках

моей кандидатской диссертации было показано, что в обезболивании стволовыми клетками задействованы рецепторы эндоканнабиноидной системы организма – одной из сложнейших систем регуляции физиологических процессов. Это намечает путь к разработке новых анальгетиков.



Павел Кратович,

заместитель заведующего отраслевой лаборатории МЭМС и СВЧ Минского НИИ радиоматериалов

– Для меня быть ученым – значит проживать жизнь, в которой каждый день приносит нечто новое, а любая сложная задача вызывает своего рода азарт. Это постоянный поиск новых методов, общение с коллегами в совместных проектах, при этом даже повседневные манипуляции не вызывают ощущения рутинности. Быть ученым в наши дни – это в хорошем смысле слова вынос мозга, связанный с осознанием того, что мы, возможно, прямо сейчас стоим на пороге открытия, способного кардинально изменить жизнь людей, и ответственностью за это. Область моих исследований нацелена на разработку новых структур активных элементов, а также технологии их создания. Из наиболее значимых личных достижений – 1-е место в XXX Республиканском конкурсе научных проектов студентов, магистрантов, аспирантов (2024 г.), 2-е место в Республиканском конкурсе инновационных проектов (2024 г.).



Виктория Шумская,

ученый секретарь Института механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси

– Ученый XXI в. – это двигатель прогресса, генератор знаний и новатор, способный решать нестандартные задачи. Профессия подразумевает не только глубокое понимание изучаемой области, но и умение адаптироваться к междисциплинарным исследованиям, использовать передовые технологии и эффективно коммуницировать с обществом. Это призвание, которое формирует и образ мышления, и стиль общения. Быть ученым – значит задавать вопросы, на которые еще нет ответов, не бояться

идти туда, где пока царит неизвестность, что требует настойчивости, любопытства и готовности к постоянному обучению.

Тематика моих научных интересов лежит в области фильтрации природного и сжатого газа от аэрозольных и механических частиц. Данное направление имеет решающее значение для эффективной и экологически чистой добычи, транспортировки и использования газовых ресурсов. Успехи в этой сфере напрямую влияют на повышение энергоэффективности и увеличение срока службы газотранспортного оборудования. Один из значимых результатов моей работы – разработка новых импортозамещающих многослойных волокнисто-пористых фильтрующих материалов и изготовление на их основе фильтрующих элементов, эксплуатируемых на Белорусском газоперерабатывающем заводе РУП ПО «Белоруснефть», ОАО «Гродно Азот» и других предприятиях нефтехимического комплекса.

Что привело вас именно в это научное направление и чем оно вас вдохновляет?

Виктория Шумская:

– Мой путь в науку начался не с заранее продуманного плана, а с обычной студенческой практики в НИИ, куда я пришла заинтересованной, но без четких ожиданий. Однако оказавшись в лаборатории, увидев реальные исследования, почувствовав атмосферу поиска и открытий, я поняла, что это не просто работа.

В отделе «Физика и механика композиционных систем» погрузилась в широкий спектр задач – от лабораторных экспериментов до разработки конструкторской документации. Это был период активного освоения, когда каждый день приносил новые знания и навыки. Приобретенный опыт стал фундаментом, на котором позже выстроилась специализация в моей области интересов.

Кроме того, мне было важно стать частью сообщества, где можно обмениваться идеями, поддерживать друг друга, развиваться и двигаться вперед. Постепенно участие переросло в более активную роль: я стала председателем Совета молодых ученых Института и секретарем Совета молодых ученых Отделения физико-технических наук. Эта деятельность дала уникальный опыт, связанный с организацией научных мероприятий и конференций, разработкой стратегий развития молодежной науки. Для меня это стало неотъемлемой частью карьеры – не только заниматься исследованиями, но и помогать другим молодым людям находить свой

путь в науке. Особого внимания при этом заслуживают вопросы патриотического воспитания, формирование ценностных ориентиров и гражданской ответственности среди начинающих специалистов.

Илья Глазов:

– Очевидно, что удача – критически важная составляющая научной деятельности любого вида и масштаба. Одним из первых, но далеко не последним ее проявлением для меня стало направление на выполнение курсовой работы в лабораторию фотохимии и электрохимии Института общей и неорганической химии НАН Беларуси. Так я попал в слаженную команду людей, хорошо знающих свое дело и готовых поддержать в трудную минуту. Этот факт внес существенный вклад в формирование заинтересованности, связанной с изучением физико-химических аспектов фосфатов кальция и созданием биоматериалов на их основе для замещения/восстановления поврежденной костной ткани. Каждому ее типу, в зависимости от воспринимаемой нагрузки, а также возраста и пола человека, соответствует уникальный набор характеристик. Следовательно, перечень изучаемых материалов достаточно широк: многослойные биопокрывтия на титане, обеспечивающие повышенную остеоиндуктивность титановых имплантов; активированная биомиметическим апатитом открытопористая пенокерамика, обладающая регулируемой растворимостью и архитектурой. Тема моих научных интересов – формирование гибридных биоматериалов на основе фосфатов кальция со структурой гидроксиапатита. Особенностью таких материалов является их резорбируемость, то есть способность постепенно растворяться под действием клеток организма с последующим замещением новообразованной костной тканью. В рамках диссертационных исследований мною разработан гибридный клеевой биоматериал на основе геля гидроксиапатита и цитрат-стабилизированной плазмы крови. Взаимодействие компонентов активирует реакцию схватывания, после чего формируется эластичный биополимерный ступок с неорганическими наночастицами, способный заполнять объем дефектов различной формы, стимулировать ангиогенез и регенерацию костной ткани. С использованием клеевого биоматериала проведены операции по исправлению смещенной перегородки носа в двух клиниках Республики Беларусь – во всех случаях отмечено ускорение процессов постоперационного восстановления без воспаления, перфораций носовой перегородки и прочих осложнений.

Выбор фосфатов кальция в качестве объектов для исследования обусловлен фундаментальным и прикладным потенциалом, связанным с биоактивностью – способностью стимулировать регенерацию костной ткани, а также уникальными свойствами отдельных представителей данной группы. Например, фосфаты кальция со структурой гидроксиапатита сочетают лабильный химический состав и устойчивую структуру, что обуславливает широкие возможности по их преобразованию. Собственно модификация гидроксиапатитов с применением минеральных ионов, органических молекул, биополимеров перспективна для создания специализированных биоматериалов, например, с люминесцентными либо противоопухолевыми свойствами. В настоящее время наша команда изучает новые подходы к синтезу рентгеноаморфных гидроксиапатитов с повышенной антибактериальной активностью. Такие материалы в сочетании с традиционными антибиотиками способны эффективно подавлять развитие инфекционного поражения в месте имплантации, при этом у возбудителей практически не вырабатывается резистентность. Наряду с антибактериальной активностью модифицированный компонент должен сохранять высокую биоактивность и заданную резорбируемость, вследствие чего изыскания по данному направлению в высшей степени увлекательны и актуальны. Один из наиболее захватывающих аспектов – процесс интерпретации результатов физико-химического анализа новых образцов, для чего требуется постоянная и вдумчивая работа не только с собственным набором данных, но и литературными источниками.

Помимо собственно науки ценный опыт можно получить в процессе общественно-организационной деятельности, что особенно актуально на начальном этапе карьеры. В 2022–2025 гг. мне представилась возможность принять участие в работе Совета молодых ученых НАН Беларуси, что позволило лучше понять роль человеческих взаимоотношений в современной науке. Исследователь, готовый развиваться, рано или поздно вынужден отвлечься от книг и экспериментов и вступить в социальные взаимодействия (выступления на конференциях, подача заявок на стипендии/гранты, подготовка к защите квалификационной работы и др.). Для этого необходимо уметь обосновывать и защищать свои идеи. Поэтому не менее важным ресурсом, чем компетентность, является авторитет ученого, который зависит в значительной степени от надпрофессиональных навыков, так называемых *soft skills*. Важны также дружеские отношения в коллективе, поскольку добиться лучших результатов проще, работая в команде.

Анна-Мария Ерофеева:

– Обучаясь на последнем курсе МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, я попала на практику в Институт физиологии в лабораторию, возглавляемую Молчановой Аллой Юрьевной, где на тот момент велись исследования биологического действия потенциальных анальгетиков и физиологических эффектов клеточной терапии при экспериментальной модели недержания мочи. Основным центром внимания было изучение биологического действия сигнальных липидных молекул, обладающих каннабимиметическими свойствами, а также оценка обезболивающих эффектов с помощью объективных методик. Мне это показалось необычайно интересным, я присоединилась к исследованиям и в дальнейшем защитила магистерскую, а затем и кандидатскую диссертацию.



Виктор Абашкин,

завлабораторией нанобиотехнологий
Института биофизики и клеточной инженерии
НАН Беларуси, кандидат биологических наук

– Я пришел в науку в 2014 г., занявшись изучением биологических свойств наночастиц и наноматериалов и вопросов их применения в биологии и медицине. Будучи студентом, случайно оказался в лаборатории протеомики, которая начала развивать направление клеточной биологии и исследовать взаимодействия наноматериалов не только на молекулярном, но и на клеточном уровне. Написал здесь все курсовые и диплом, стажировался за рубежом в общей сложности около полутора лет и в 2024 г. возглавил лабораторию нанобиотехнологий, которая исследует токсичность и биосовместимость наночастиц, возможности их использования в качестве лекарственных средств и систем доставки препаратов. В последние годы особое внимание уделяется созданию наносенсоров для детекции различных веществ. Некоторые мои методы уже внедрены в практику, хотя до массового их освоения пока далеко: нанотехнологии в медицине – область новая, и внедрение требует времени.

Павел Кратович:

– После 9-го класса я поступил в филиал БГУИР – Минский радиотехнический колледж на специальность, которую выбрал сам, – «микро- и наноэлектронные технологии и системы». Мне импонировал технологический аспект данной отрасли, связанный с химией полупроводников и физикой твердого

тела. Далее последовала учеба в БГУИР под наставничеством Ивана Юрьевича Ловшенко. Корпел над дипломом и не знал, что работаю над одним из этапов научно-исследовательской работы для Минского НИИ радиоматериалов: путем моделирования создавал активную структуру гетеропереходного биполярного транзистора на основе GaAs. После защиты диплома стал работать в институте над изготовлением того, что смоделировал.



Андрей Яота,
научный сотрудник отдела ячменя
Научно-практического центра НАН Беларуси
по земледелию, лауреат стипендии
Президента Республики Беларусь

– Впервые соприкоснулся с агронаукой в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, где проходил практику под руководством Натальи Александровны Дуктовой. Получив диплом, планировал распределиться в хозяйство на малой родине, но судьба распорядилась иначе: предложили место в НПЦ НАН Беларуси по земледелию. На тот момент я представлял себе науку как нечто абстрактное, однако вскоре понял, что моя работа может не только решать текущие задачи, но и формировать будущее агрономии.

Основной моей специализацией стали селекция и семеноводство, обеспечение отрасли семенами новых сортов ячменя и разработка для них технологических регламентов. На наш рынок стремятся попасть более 10 крупных иностранных фирм из Германии, Франции, Польши, Чехии, Англии и т.д. В условиях острой конкурентной борьбы нужны сорта, не уступающие по продуктивности и качеству иностранным.

Процесс гибридизации очень увлекателен, ведь, по сути, ты создаешь не просто новый сорт, а определяешь вектор дальнейшего развития. Классический селекционный процесс – от гибридизации до передачи в Государственное испытание – длится 9–10 лет (без учета времени изучения коллекционных поступлений). Затем 3 года уходит на регистрацию, и лишь спустя 4–5 лет после включения в Госреестр семена попадают на поля. Для сокращения времени получения зимостойких сортов подобраны оптимальные параметры оценки селекционного материала озимого ячменя по признакам морозостойкости в контролируемых условиях на стадиях наклюнувшихся семян и кущения с помощью молекулярно-генетических методов. В результате за короткие сроки создано 10

сортов, соавтором которых я являюсь. В ближайшие годы планируется получить и зарегистрировать озимые пивоваренные сорта ячменя нового морфотипа с высоким качеством солода, что для Беларуси считается новым подходом в селекции этой культуры.

Почти весь ячмень в Беларуси – это плечатые сорта, которые используются для кормовых, продовольственных и пивоваренных целей. Голозерные сорта более ценные, однако их редко выращивают из-за сложностей возделывания. Итогом моей работы (впервые для нашей страны) стал новый технологический регламент выращивания голозерного ячменя.

За последние годы созданы высокопродуктивные сорта ярового ячменя (Фунтик, Спикер, Делегат), включенные в Государственный реестр сортов, два из последних включены в государственный реестр досрочно, по результатам двухлетнего испытания. Сорта Бизнес, Литвин, Венед, Фантик защищены патентами Республики Беларусь. Одновременно проводимые работы по селекции и передача новых сортов, соавтором которых я являюсь, для регистрации позволили быстро распространить их в производстве.

Для прохождения Государственного сортоиспытания переданы новые сорта ячменя ярового (кормовые – Делегат, Блогер, Брокер, Ридер; пивоваренные – Солдат, Подвиг, Биткоин, Ретвит, Буклет, Талант, Гамлет) и сорта ячменя озимого – Ранак, Свитанак, Неман, Днепр, Выток, Умка, Карлсон, Гвидон, Годин, Салтан. Успех в значительной степени был обусловлен слаженной, продуктивной работой всего коллектива. Благодаря ей за последние годы созданы высокопродуктивные сорта ячменя.

Для молодого ученого важно принимать участие в различных научных мероприятиях. Так, в рамках Фестиваля науки на выставке-конкурсе «100 инноваций молодых ученых» я стал одним из победителей. Большой интерес к моей работе, положительные отзывы вдохновляют, мотивируют и дальше искать новое и делиться своими достижениями.

Как вы справляетесь с рутинной и неизбежными неудачами при проведении экспериментов или расчетов?

Анна-Мария Ерофеева:

– Однообразные манипуляции и неудачи – неотъемлемая часть нашей работы. Переключение на совершенно другую деятельность, будь то прослушивание музыки, физическая активность или смена окружающей обстановки хорошо помогают отвлечься. После этого обычно легче понять причину неудачи и исправить ситуацию.

Павел Кратович:

– Отрицательный результат – тоже результат. При должном подходе из него можно извлечь много нового. Неудача – это просто повод взглянуть на вещи по-другому.

Виктория Шумская:

– Путь к надежному техническому решению часто лежит через множество проб, ошибок. Рутинные процессы учат дисциплине, а неудачи – глубине мышления. Они заставляют смотреть на проблему под новым углом и искать нестандартные решения. В этом смысле даже негативный результат – это не поражение, а шаг вперед: он дает информацию, направляет исследование в более точное русло. Девиз ученого – «Каждая ошибка – шаг к открытию».

Виктор Абашкин:

– Вопреки стереотипам, ученый XXI в. – не замкнутый человек, который умеет говорить только о своей узкой теме, а личность разносторонняя, открытая миру. Многие мои коллеги, достигшие значимых результатов в своей области, активно занимаются спортом, искусством, организуют мероприятия, путешествуют. Чтобы мозг работал максимально продуктивно, ему нужен как отдых, так и новые источники вдохновения. Наука – это не только открытия. Большинство исследований идут по пути набора статистики, кропотливого анализа данных, получения сомнительных результатов, и так по кругу. Некоторые измерения занимают часы, а то и дни. Рутинная – один из основных столпов многих областей естественных наук, однако со временем к ней привыкаешь и практически не замечаешь ее. Неудачи в экспериментах – тоже обыденность. Как шутят сами ученые, если что-то получилось хорошо с первого раза, наверняка ты сделал что-то неправильно. Биться лбом о стены в темной комнате, пока не найдешь нужную дверь – обычное явление в науке. За каждым криком «Эврика!» или вещим сном о расположении химических элементов стоит кропотливая, иногда многолетняя работа, способствующая постепенному сбору пазлов в единое целое.

С какими неожиданными открытиями или курьезами вы сталкивались в лаборатории?

Анна-Мария Ерофеева:

– Максимально скрупулезного подхода требует работа с лабораторными животными, которые в определенной степени непредсказуемы. Вспоминается один из интересных случаев: в экспериментах

участвовала крыса, которая обожала ходить в тоннеле установки анализа походки. Она сама спрыгивала в него с рук и начинала бегать туда-обратно, явно демонстрируя удовольствие. Возвращаясь в клетку, она сидела на задних лапах и ждала, когда ее снова возьмут на руки. Специально для этого ей отдельно давали побегать в приспособлении.

Виктория Шумская:

– Во время исследования одного из фильтрующих материалов мы столкнулись с неожиданным явлением: при проведении экспериментов по определению эффективности фильтрации результат по улавливанию частиц размером 0,5 мкм был отрицательным. Материал, который по всем расчетам должен был успешно задерживать эти частицы, демонстрировал негативный результат. Мы предположили ошибку – возможно, сбой в методике, нестабильность оборудования или человеческий фактор. Эксперимент повторяли неоднократно, но результат оставался прежним. И только спустя время, после анализа множества параметров и наблюдений, мы смогли объяснить этот эффект. Оказалось, что мельчайшие капли действительно осаждаются на поверхности материала, но коагулируются, сливаются между собой и затем уносятся потоком, формируя вторичный аэрозоль. То есть фильтр не просто «не задерживал» частицы – он запускал сложный физико-химический процесс, который менял поведение аэрозоля.

Над каким проектом вы работаете сейчас?

Виктор Абашкин:

– Веду несколько зарубежных проектов, связанных с созданием наночастиц для терапии онкологических заболеваний. Речь идет о совершенно новых исследованиях, поэтому говорить о практическом внедрении еще рано. Но первые результаты обнадеживают. Так, в сотрудничестве с химиками Казанского федерального университета удалось получить гибридные наночастицы на основе уже известных соединений: гиперразветвленных полимеров – дендримеров, обладающих уникальными свойствами, высокой монодисперсностью и легкостью модификаций, и макроциклических соединений – тиакаликсаренов, также с рядом привлекательных характеристик для терапии. Полученные нами соединения обладали сравнительной простотой синтеза, эффективно связывали и доставляли нуклеиновые кислоты в опухолевые клетки. В других проектах мы тесно сотрудничаем с китайским партнером из

Университета Дунхуа в Шанхае, разрабатывая новые подходы к лечению как на базе тех же дендримеров, так и на основе кремниевых наноструктур для сонодинамической терапии.

Анна-Мария Ерофеева:

– Продолжаю исследовать способы коррекции нейропатической боли, но фокус внимания сместился в сторону выявления молекулярно-клеточных изменений в очагах повреждения нервов, которые можно выявить методами гистологии и гистохимии. В частности, сейчас мы смотрим, как предварительная обработка стволовых клеток липидными сигнальными молекулами перед инъекцией животным с нейропатической болью влияет не только на поведенческие эффекты, но и структурные и функциональные изменения в тканях. Таким образом мы сможем понять, какие процессы больше всего задействованы при влиянии стволовых клеток в зоне повреждения нерва, выявить потенциальные побочные реакции от инъекции, а также выделить оптимальный способ усиления результативности применения стволовых клеток.

Параллельно участвую в исследовании сердечно-сосудистых последствий метаболического синдрома, распространенность которого неуклонно растет. Мы стремимся раскрыть механизмы, лежащие в основе структурно-функциональных изменений сердечной мышцы и кровеносных сосудов при данной патологии в эксперименте, а также определить возможности фармакологической коррекции.

Павел Кратович:

– На данный момент работаю над технологией и конструкцией совмещенных структур активных элементов на основе материалов АЗВ5 для применения в СВЧ-диапазоне. Данные структуры обладают повышенной стойкостью к жестким условиям эксплуатации – при воздействии радиации и высоких температур.

Виктория Шумская:

– Являюсь научным руководителем двух проектов (один реализуется в рамках Государственной программы научных исследований, другой финансируется Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований), направленных на решение актуальных задач в области фильтрации газожидкостных потоков. Первый ориентирован на установление закономерностей фильтрации газожидкостных потоков волокнисто-пористыми материалами с полипараксилиленовым покры-

тием в зависимости от режимов модифицирования с использованием метода вакуумно-пиролизической полимеризации. Второй нацелен на установление закономерностей влияния параметров пористой структуры многослойных волокнисто-пористых систем металл/полимер на фильтрующие характеристики.

Проекты не только расширяют фундаментальные знания о процессах фильтрации, но и имеют прикладное значение – от повышения надежности газоперерабатывающего оборудования до разработки новых типов фильтроэлементов для промышленности.

Андрей Ярота:

– Работаю над 4 заданиями в рамках подпрограммы «Агропромкомплекс – инновационное развитие» ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии» и подпрограммы «Земледелие и селекция» ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность». Готовятся к передаче в Государственное сортоиспытание сорта ярового пивоваренного ячменя с высоким выходом товарной продукции, низким содержанием в зерне белка и высокой экстрактивностью. Изучаю возможность улучшения питательной ценности зерна за счет создания сортообразцов с низким содержанием фитиновой кислоты.

Как ваше исследование может помочь в решении глобальных проблем нашей планеты, повлиять на экономику, общество в среднесрочной перспективе?

Анна-Мария Ерофеева:

– Проблема обезболивания была актуальна с древних времен и, на мой взгляд, будет злободневна еще длительное время. Нейропатическая боль приводит к нарушениям сна, тревоге, депрессии, ограничению физической активности, снижает работоспособность вплоть до инвалидности. Разработка и применение новых методов терапии нейропатических болевых синдромов поможет пациентам облегчить их состояние, способствовать включению в социальную и трудовую жизнь.

Павел Кратович:

– Для развития технологического суверенитета страны наши исследования сыграют большую роль. Достигнутые результаты позволят расширить номенклатуру разрабатываемой продукции (создать новые микросхемы) и совершенствовать уже име-

ющиеся решения, которые будут применяться не только у нас в стране. Помимо этого формируется необходимый научный задел для проведения новых изысканий.

Виктория Шумская:

– Исследования в области фильтрации природного и сжатого газа от аэрозольных и механических частиц – это не просто вклад в науку, а значимый шаг на пути к устойчивому развитию, экологической безопасности и технологической независимости страны.

Применяете ли вы в своей работе технологии искусственного интеллекта, чего вы ждете от них и чего опасаетесь?

Виктор Абашкин:

– Уже есть проекты, где планируется применение нейросетевых алгоритмов для анализа данных – микрофотографий, некоторых приборов. Искусственный интеллект отлично с этим справляется, но в биологической отрасли пока задействуется довольно слабо. При условии масштабного финансирования глобальных проектов с помощью ИИ можно систематизировать и анализировать весь объем текущего научного знания, чтобы отсортировать его, удалить ошибочные гипотезы и объединить огромный набор данных в стройную систему, в результате чего даже на предварительном этапе работы станет понятно, куда необходимо двигаться дальше мировой науке.

Анна-Мария Ерофеева:

– Рассматривая применение технологий искусственного интеллекта в научной работе в широком смысле, могу сказать, что они неплохо помогают при анализе объемных научных трудов, особенно если нужно срочно найти какую-то информацию. Однако не следует воспринимать ответы моделей и алгоритмов нейросетей как достоверный источник, все следует перепроверять. Конкретно в своих исследованиях мы используем автоматизированную систему анализа походки лабораторных животных голландского производства, которая распознает отпечатки лап. Но и у нее случаются ошибки, которые помогает выявить ручная проверка. Поэтому я бы не стала целиком доверять какую-либо важную задачу лишь умной компьютерной системе. Но не могу не согласиться с тем, что современные возможности ИИ позволяют упростить рутинную работу и сберечь ценное время.

Виктория Шумская:

– Технологии искусственного интеллекта постепенно становятся частью научной практики, я использую их в задачах, связанных с обработкой экспериментальных данных. Это мощный инструмент, но его ценность раскрывается лишь в руках думающего исследователя. Я вижу в ИИ союзника, но не замену мозгу. И если мы научимся использовать данный инструмент разумно, это откроет совершенно новые горизонты в науке. Отмечу, что в Республике Беларусь на период 2026–2030 гг. искусственный интеллект официально признан одним из приоритетных направлений научной, научно-технологической и инновационной деятельности.

Андрей Ярота:

– Повысить эффективность процесса создания высокопродуктивных сортов может новая технология цифровизации полевых исследований – фенотипирование. Это позволит вплотную подойти к решению проблемы регуляции роста и развития растений, фотосинтетических и метаболических процессов, выявлению механизмов стрессовых реакций и адаптации к неблагоприятным факторам среды, формированию высокой урожайности и повышению качества сельскохозяйственной продукции. Фенотипирование также имеет значительный потенциал в области создания новых сортов сельскохозяйственных растений с заданными свойствами. Для подобных задач необходимы материально-техническая база, программное обеспечение, способное самообучаться, а также наличие квалифицированных специалистов. Применение искусственного интеллекта в данной сфере связано с системой точного земледелия и элементами автономной беспилотной техники. Технологии ИИ должны быть подспорьем для исследователя, но решение должно оставаться за человеком.

Каким вам видится будущее вашей области науки? Какие, по вашему мнению, прорывы нас ждут в ближайшие десятилетия?

Виктор Абашкин:

– Мы начинаем развивать новое направление – разрабатывать наносенсоры для детекции различных веществ в медицине и пищевой промышленности. В долгосрочной перспективе такие исследования способны серьезно повлиять на качество жизни человека. Наноматериалы могут дать более качественные и дешевые методы диагностики и детекции, открыть новые подходы к лечению, помочь

в решении экологических проблем. Я считаю, что в ближайшие десятилетия мы увидим массовое внедрение наноматериалов, прежде всего в медицину, от персонализированных препаратов до «умных» сенсоров внутри организма, а также общий расцвет эпохи нанотехнологий.

Анна-Мария Ерофеева:

– Возможности клеточной терапии, как и регенеративной медицины в целом, постоянно расширяются. Верю, что уже в недалеком будущем мы сможем «ремонтировать» органы и ткани, создавать новые с помощью технологий биопечати, и это будет общедоступно. Применение методов купирования хронической боли также не станет исключением.

Павел Кратович:

– В области технологий широкозонных полупроводников упор делается на создание микросхем на основе алмаза, развитие технологии четырехкомпонентных полупроводников. Они требуют огромного финансирования, но кто купит такие дорогостоящие изделия? Если же говорить про развитие широкозонных полупроводников в Республике Беларусь, то для нас интересным направлением является расширение номенклатурной базы (библиотеки активных элементов).

Виктория Шумская:

– Будущее фильтрации газожидкостных потоков связано не только с совершенствованием материалов и конструкций, оно обусловлено переходом к адаптивным и экологически ориентированным системам, способным работать в условиях растущих требований к чистоте и энергоэффективности. Интерес исследователей сосредоточен на поиске компонентов нового поколения – нано- и метаматериалов, экологически безопасных, модифицированных волокон и комбинированных систем «металл/полимер».

Если бы у вас были неограниченные ресурсы, в том числе финансовые, за какой масштабный проект вы бы взялись?

Анна-Мария Ерофеева:

– Если говорить о проекте мирового масштаба, то это разработка комплексной программы очистки организма от микропластика. С момента изобретения пластмассы ее микрочастицы постоянно оседают и накапливаются в окружающей среде, мы их все время поглощаем с водой, пищей, воздухом.

Микропластик может вызывать воспалительные заболевания и влиять на работу эндокринной системы – и это лишь верхушка айсберга. С последствиями такого воздействия на здоровье человека нам еще предстоит столкнуться.

Павел Кратович:

– Начал бы с создания площадки для проведения молекулярно-лучевой эпитаксии на GaAs-подложках. На данный момент в Институте физики имеется установка для GaN-подложек.

Какие навыки, помимо профессиональных знаний по предмету, важны для современного исследователя?

Виктор Абашкин:

– Тем, кто сомневается, хватит ли им способностей, чтобы стать ученым, хочу сказать: вовсе не обязательно быть гением уровня Эйнштейна. Теперь наука требует другого набора качеств: последовательности, вдумчивости, внимательности к деталям. Каждому ученому также важно помнить, что любое настоящее открытие требует времени и готовности к риску. Поспешные исследования и ожидание сверхрезультатов в краткие сроки оборачиваются лишь иллюзией прогресса с громкими заголовками. Но если воспринимать науку как долгую, вдумчивую работу, вложения в нее возвращаются сторицей с новыми знаниями и открытиями, награждая исследователя тем самым особым чувством, ради которого хочется снова и снова приходить в лабораторию.

Ученый не только должен легко ориентироваться в огромном массиве информации, отсеивать важные результаты от посредственных или сомнительных, обладать критическим мышлением, но и обязан глубоко видеть междисциплинарные связи и применять их в своей работе.

Анна-Мария Ерофеева:

– Считаю, что современный исследователь должен уметь сохранять честность как перед самим собой, так и перед обществом. Также ученому важно постоянно обновлять свой багаж знаний, сохраняя при этом критичность мышления, поскольку информационные потоки растут с каждым годом. Кроме того, стремление делиться опытом с коллегами, пусть даже не из своей области, не менее важно, ведь чаще именно благодаря этому рождаются новые идеи. Один из необходимых навыков современного ученого – умение распределять свое

время, помимо работы находить время на отдых, так называемый work-life balance. Это крайне необходимо, поскольку переключение с науки на другое занятие позволяет снять умственную нагрузку, стать более продуктивным, избежать профессионального выгорания.

Павел Кратович:

– Критическое мышление, умение анализировать результаты работы, «холодный расчет», усидчивость, скрупулезность.

Виктория Шумская:

– Современный исследователь – не только специалист в своей области, но и стратег, аналитик и организатор. В своей работе я сталкиваюсь с необходимостью совмещать все эти роли – при проведении экспериментов, написании статей, организации конференций, участии в советах молодых ученых и планировании научных проектов. Это требует гибкости, настойчивости и постоянного саморазвития.

Андрей Ярота:

– У каждого человека возникают свои ассоциации, когда говорят о науке. Превращение специалиста с высшим образованием в ученого – путь непростой, но очень интересный и полезный как для личности, так и для общества, науки и отрасли. Современный ученый, так же, как и его предшественники во все времена, должен обладать специальными исследовательскими умениями: видеть проблему, задавать вопросы, выдвигать гипотезы, наблюдать за объектами изучения, проводить опыты, делать выводы и заключения. Кроме профессиональных навыков современные ученые должны обладать такими качествами, как внимательность к мелочам, умение подавать полученные результаты и вести переговоры.

Илья Глазов:

– Обращает на себя внимание нехватка научных кадров, способных принять на себя руководство группами, подразделениями и обеспечить таким образом участие в передаче опыта от старшего поколения ученых подрастающему – студентам, магистрантам, аспирантам. С учетом этого необходимость возрождения научных школ возлагается на молодых ученых. Вместе с тем должности уровня заведующего лабораторией требуют наличия у претендента определенной подготовки. Однако приток новых квалифицированных специалистов в химической отрасли невысокий: в 2024 г.

в нашей стране всего 8 человек защитили кандидатские диссертации по химическим наукам. Для научной молодежи сложившаяся ситуация – достаточно серьезный вызов, но в то же время и отличная возможность проявить себя. Поэтому уместно обратиться к читателям из числа молодых ученых, особенно к магистрантам и аспирантам: не упускайте многочисленные возможности пробовать новое в науке, участвуйте в конференциях, выставках и общественных мероприятиях, заводите новые связи, осваивайте новые направления, изучайте достижения в смежных дисциплинах – будь то медицина, биология или физика. Каждая составляющая повысит вашу общую компетентность как ученого и неизбежно расширит возможности продвижения по карьерной лестнице.

Если бы у вас была возможность донести одно конкретное предложение до лиц, принимающих решения в сфере науки и образования, что бы это было?

Анна-Мария Ерофеева:

– Так как для совершения научных открытий необходимы три вещи – возможность неограниченно совершенствовать свою квалификацию, отсутствие препятствий для сотрудничества и значительные финансовые вложения, я бы предложила обеспечить ресурсной базой именно фундаментальные научные исследования, так как они составляют основу будущих прикладных разработок. Ведь без знаний о бактериях не было бы вакцин, сывороток и антибиотиков.

Виктория Шумская:

– Если бы у меня была возможность донести одно конкретное предложение до лиц, принимающих решения в сфере науки и образования, оно бы полностью поддерживало курс, обозначенный Президентом Республики Беларусь, и звучало бы так: «Инвестируйте не только в технологии, но и в людей – создавайте условия, в которых молодые исследователи смогут расти, ошибаться, открывать и оставаться в науке». Потому что именно человеческий потенциал является главным двигателем научного прогресса. Без него даже самые передовые лаборатории и программы останутся ресурсом. ■

Людмила ЛОМОХОВА



Аннотация. В современных условиях цифровая трансформация стала ключевым фактором конкурентоспособности предприятий. В этой связи значимость цифровизации, обоснования инвестиций, оптимизации ресурсов, адаптации к изменениям и роста качества принимаемых управленческих решений обуславливают необходимость выработки комплексного подхода к оценке эффективности внедрения цифровых технологий. Изучение и систематизация существующих взглядов позволили выделить ключевые виды эффективности, включая функциональную, экономическую, ресурсную, экологическую, финансовую, производственную и социальную, а также традиционные финансовые, качественные и вероятностные методы и индикаторы, характеризующие взаимосвязь между вложениями на внедрение информационных систем и результативность хозяйствующего субъекта. Предложен универсальный алгоритм, позволяющий оценить масштаб освоения цифровых технологий, включающий этапы: определение целей и задач, оценку текущего состояния, измерение результатов и расчет эффективности внедрения.

Ключевые слова: управление предприятиями, цифровые решения, информационные системы, эффективность, инновационные проекты, стратегия.

Для цитирования:

Горбатовская О., Такун С. Оценка эффективности внедрения цифровых технологий в системе управления предприятиями: подходы, инструменты, алгоритм // Наука и инновации. 2025. №10. С. 42–49.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-42-49>

Оценка эффективности внедрения цифровых технологий в системе управления предприятиями: подходы, инструменты, алгоритм

УДК 004:631.152



Оксана Горбатовская,
завсектором управления и цифровизации Института системных исследований в АПК НАН Беларуси, кандидат экономических наук, доцент;
hahomova@mail.ru



Светлана Такун,
старший научный сотрудник сектора управления и цифровизации Института системных исследований в АПК НАН Беларуси;
svetan1@mail.ru



Трансформация различных сфер экономической деятельности в условиях непрерывного совершенствования автоматизированных информационных систем (АИС), необходимость формирования и освоения цифровых компетенций обуславливают преобразование подходов и методов стратегического управления организациями. В этой связи перед современным менеджментом ставится задача, с одной стороны, обеспечить устойчивость предприятия и повысить уровень конкурентоспособности, с другой – определить экономический эффект, риски и перспективы дальнейшего развития при использовании цифровых технологий с возможностью корректировки для их быстрой адаптации.

Существующая практика свидетельствует о том, что при грамотном внедрении цифровых решений (ЦР) руководство предприятий получает ряд эффектов, среди них:

- *расширение функциональных возможностей для принятия управленческих решений на основе достоверной и качественной информации;*
- *снижение трудоемкости реализации учетной политики (бухгалтерской, финансовой, налоговой) за счет высокой степени автоматизации учета с устранением многократного ввода информации и потенциальных ошибок, а также разработка прозрачной системы аудита;*
- *оптимизация бизнес-процессов исходя из производственной специализации и отраслевых особенностей, масштабов производства и размера организации, влияния внутренних и внешних факторов, наличия стратегии долгосрочного планирования;*
- *экономия ресурсов, обеспечивающая в том числе рост производительности труда и увеличение технологических результатов;*
- *совершенствование и развитие компетенций сотрудников, улучшение условий труда;*

- *выявление узких мест и точек роста с целью наращивания конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности [1–4].*

Систематизация существующих подходов в отношении внедрения цифровых технологий в управлении предприятиями без привязки к определенной отрасли народного хозяйства свидетельствует о том, что автоматизация рассматривается в первую очередь с позиции инвестиционной деятельности и применения комплекса статических и динамических методов оценки инвестпроектов [1, 5, 6]. Вместе с тем следует отметить необходимость понимания процессов анализа эффективности использования АИС как на всех этапах их жизненного цикла (разработка, внедрение, эксплуатация и техническая поддержка) [1, 3], так и течения временного лага, связанного с завершением проекта и получением результата от внедрения, обусловленного периодом адаптации персонала, возможным высвобождением рабочей силы, выполнением ранее заключенных договорных обязательств и т.п. [6].

Как показали проведенные исследования, алгоритм изучения результативности цифровых технологий в управлении предприятием базируется на комплексном методологическом подходе. Это позволяет определить ключевые характеристики и количественные эффекты (функциональные, экономические, ресурсные, экологические, финансовые, производственные, социальные), положительные и деструктивные факторы, а также выработать меры, направленные на повышение отдачи от применяемых цифровых инструментов (рис. 1). При этом конечная цель оценки АИС – установление качественной связи между вложениями на внедрение и использование АИС и результативностью хозяйствующего субъекта, формирование функциональных стратегий его развития и совершенствование внутренних и внешних функций управления.

Следует заметить, что в рамках метода прикладной информационной экономики, который

позволяет получать количественную оценку ценности информации и различных конфигураций системы для принятия управленческих решений, проводится анализ рисков для обоснования вложений в инфраструктуру и возможных функциональных стратегий с их результатами.

Аналитический обзор научных статей по теме исследования подтверждает, что, несмотря на наличие большого количества инструментов оценки

эффекта от внедрения цифровых технологий в управление предприятиями, выбор методики зависит от конкретной задачи [6–12]. Так, экономисты О.А. Цуконова, Е.К. Торосян, М.В. Пантелеев предлагают применить комбинированный подход на основе методов чистой приведенной стоимости – совокупной стоимости владения, срока окупаемости с определением целесообразности внедрения системы, управления идеями и предложениями сотрудников в контек-



Рис. 1. Основные подходы к оценке эффективности внедрения цифровых технологий в управление предприятием
Источник: авторская разработка

сте анализа прибыльности, доходности. В его рамках проводится подробная оценка первоначальных вложений, куда относятся издержки на приобретение лицензии АИС, инфраструктуру (сетевое коммуникационное оборудование) и технические средства (ноутбуки, сервера и т.п.), затраты на комплектующие и расходные материалы, каналы связи, сервисы сети Интернет, персонал и его обучение. Детально учитывается количество денежных средств, направленных на обслуживание системы управления. В совокупности все расходы включают затраты на автоматизацию АИС с учетом первоначальных и эксплуатационных аспектов внедрения цифрового решения – стоимость владения. Определение денежного потока и окупаемости составляют основу решения о экономической выгоде применения АИС.

В контексте актуальности и сложности проблем, стоящих перед менеджментом организаций, исследователи Н.Ю. Сурова, В.С. Петров [7] отмечают важность достижения оптимальных показателей развития предприятий по критерию «рентабельность – ликвидность». В данной связи авторами предложен подход, позволяющий «...определить наиболее рациональную стратегию управления ликвидностью организации в условиях проведения цифровизации, при которой на продолжительном промежутке времени обеспечивается максимизация финансовой эффективности ее функционирования» [7]. Применение сквозных информационных технологий обуславливает появление новых факторов менеджмента, позитивно воздействующих на финансовый цикл организаций, среди которых выделяют:

- *создание и расширение системы цифровых каналов продаж по критерию максимальной удовлетворенности потребителей;*
- *развитие персонализированной системы предложений на основе информации о клиентах;*
- *обеспечение минимизации цен продаж за счет увеличения оборачиваемости капитала;*
- *создание защищенной цифровой экосистемы.*

Таким образом, прослеживается взаимообусловленность между процессом цифровизации и индикаторами результативности хозяйствующего субъекта – рентабельностью (снижение операционных и транзакционных издержек, увеличение эффекта масштаба от роста объемов продаж за счет комплексного использования маркетинговых возможностей мобильных платформ) и ликвидностью (применение технологий Initial Coin Offering (ICO) как способа привлечения инвестиций путем выпуска и продажи цифровых токенов и коммуникации с виртуальными банками и инвесторами).

Для отражения практической значимости внедрения информационных технологий А.К. Княжищева [4] предлагает комплексный подход за счет реализации общего алгоритма оценки эффективности внедрения технологии информационного моделирования на основе выделения соответствующих сфер, конкретных показателей и способов их оценки. На примере производственного сектора исследуемого предприятия автором рассчитаны показатели (коэффициент конкурентоспособности продукции, производительность труда, среднечасовая выработка, коэффициент обновления технологий), а также представлена сумма чистого дохода, внутренняя норма доходности, период окупаемости инвестиций и индекс их рентабельности. Отмечены проблемные аспекты цифровой трансформации, среди которых: множественная потребность в затратах по временным, финансовым и трудовым ресурсам; отсутствие четких границ периода адаптации и освоения цифровых решений; необходимость доработки внедряемых систем под требования бизнес-процессов компании для дальнейшей их оптимизации; фрагментарный переход предприятий на цифровые решения как тормозящий фактор применения новых технологий. Положительной стороной внедрения АИС считается рост общей рентабельности предприятия и работы сотрудников путем сокращения рутинных операций, ускорения процессов согласования с клиентами, повышения лояльности партнеров и заказчиков и др.

С позиций совершенствования подходов организации управления субъектов хозяйствования исследователи М.Г. Исаев, В.К. Спильниченко [9] делают упор на оценке эффективности процесса цифровой трансформации и установлении величины влияния цифровых технологий на достижение стратегических целей. Суть заключается в разработке системы индикаторов, позволяющих определить объем проникновения цифровых технологий по перечню производственных и экономических результатов с учетом степени управления бизнес-системами. С этой точки зрения выделяют 2 уровня:

- *первый* – стратегическое развитие и укрепление технологической независимости, что предполагает новые возможности коммерциализации разработок, содействие научным изысканиям, активизацию инновационной деятельности, обновление материальной базы и т.д.;
- *второй* – оптимизация производства, рост производительности труда и качества продукции, снижение операционных и производственных издержек, повышение адаптации и устойчивости организации к меняющимся

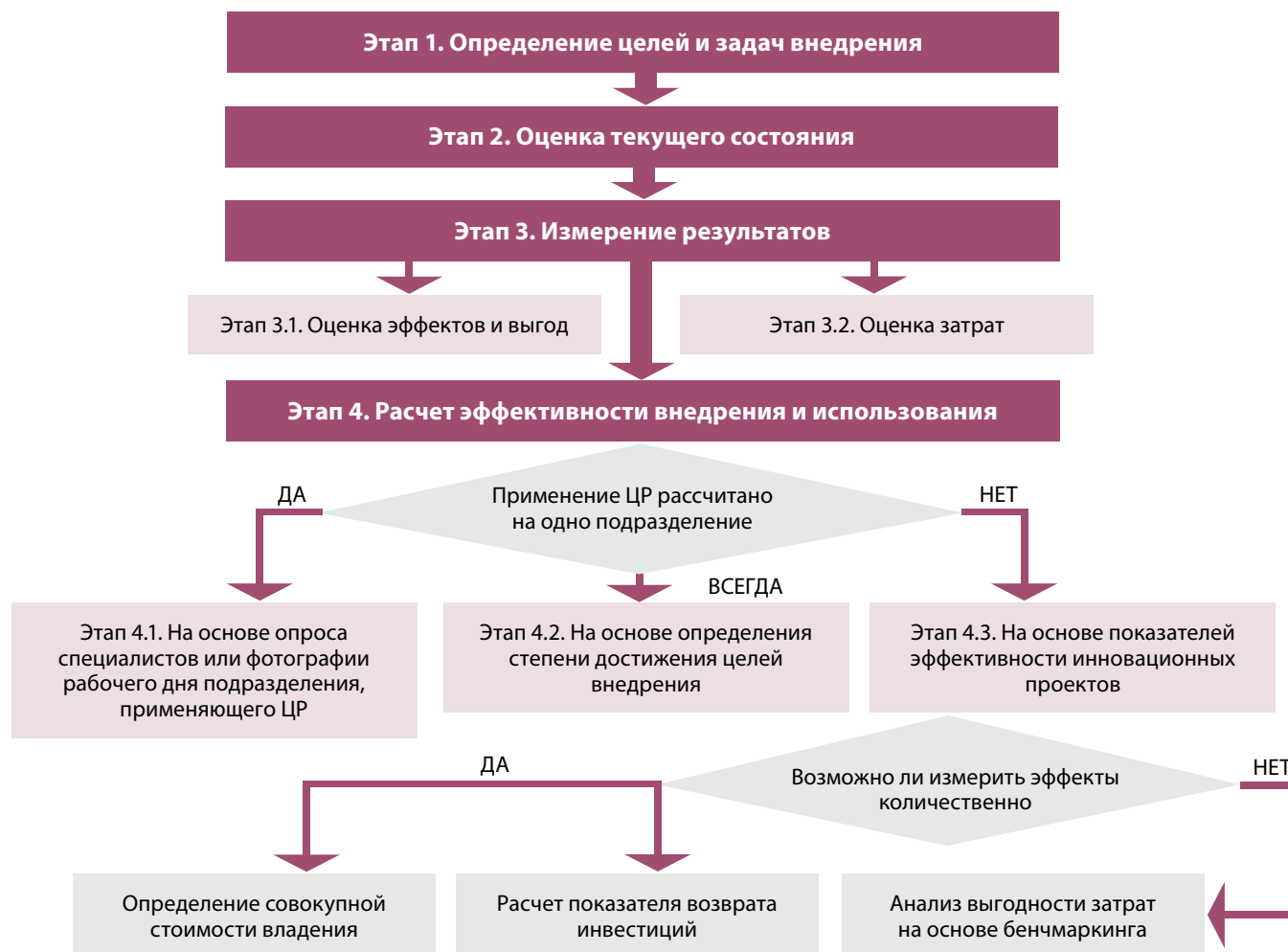


Рис. 2. Алгоритм анализа эффективности внедрения цифровых решений в систему менеджмента. Источник: авторская разработка

технологическим трендам, диверсификация источников дохода, формирование новых цифровых каналов коммуникации и пр. Кроме того, по мнению авторов, оценка эффективности стратегической реализации внедрения цифровых технологий подразумевает выявление прямых экономических выгод от этих действий, среди которых:

- оптимизация затрат и улучшение финансового положения (операционная составляющая, прирост EBITDA – прибыль компании до вычета обязательных платежей, экономия капитальных затрат);
- расширение рыночного присутствия и новых источников доходов за счет роста выручки;
- повышение операционного уровня управления качеством обслуживания, эффективности внутренних процессов, гибкости хозяйственной деятельности;

- создание современной технологической базы и формирование цифровых компетенций персонала для адаптации к новым условиям функционирования компании.

Исходя из сравнения существующих методик оценки эффективности применения цифровых технологий в системе управления предприятием предлагается авторский подход (рис. 2). В соответствии с ним, на первом этапе следует обозначить цели диджитализации, как правило, это повышение результативности управленческих бизнес-процессов организации либо достижение более высокой точности и оперативности получения необходимой для принятия руководящих решений информации. Для последующего анализа существенное значение имеет четкая привязка целевых показателей к критериям измеримости и времени реализации проекта.

На следующем этапе целесообразно провести оценку текущего состояния объекта цифровиза-

ции и выполнить ее в соответствии со следующими задачами:

- выявление проблемных моментов реализации бизнес-процессов для их предпроектной оптимизации;
- получение показателей, фиксирующих состояния системы управления до и после внедрения цифровых технологий, для формирования базы сравнения.

На стадии измерения результатов проводится оценка выгод и эффектов от выполнения проекта, а также определяется вся совокупность затрат, необходимых на его реализацию, которые могут быть выражены в виде количественных и качественных показателей. На основе изученных практических кейсов, в частности, применения современных информационных систем, нами сформирован перечень возможных выгод использования цифровых инструментов системой менеджмента организации (таблица).

Кроме того, в части выгод предприятия от цифровизации системы управления можно назвать повышение качества формирования планов и контроля их реализации, рост эффективности маркетинговой деятельности и улучшение взаимоотношений с покупателями, оптимизацию снабжения материальными ресурсами за счет автоматизации заявок и контроля их исполнения, сокращение расходов на складское хозяйство, высвобождение временного ресурса менеджеров на стратегическое управление и аналитическую работу.

Эффекты	Количественное выражение
Сокращение сроков получения отчетности	1,5–2 раза
Снижение производственных потерь	15–25%
Сокращение операционных и административных расходов	10–20%
Сокращение трудовых затрат специалистов в подразделениях предприятия	15–25%
Ускорение получения управленческой отчетности	40–50%
Ускорение получения регламентированной отчетности	20–30%
Уменьшение длительности цикла реализации продукции	15–25 %
Сокращение расходов на материальные ресурсы	15–25%
Снижение коммерческих затрат	20– 5%
Увеличение оборачиваемости средств в расчетах	20–25 %
Увеличение обоснованности управленческих решений	1,5–2 раза

Таблица. Количественная оценка возможных экономических эффектов от внедрения информационных систем в управление предприятием

Составлено на основе собственных исследований и [13, 14]

Для оценки затрат, которые могут возникнуть во время эксплуатации цифрового решения ($Z_{ЦР}$), предлагается применять следующую формулу:

$$Z_{ЦР} = Z_B + Z_{П} + Z_{ВН} + Z_Э + Z_О, \quad (1)$$

где Z_B – затраты на выбор цифрового решения; $Z_{П}$ – на приобретение ЦР; $Z_{ВН}$ – на внедрение ЦР; $Z_Э$ – на эксплуатацию ЦР; $Z_О$ – на оптимизацию, усовершенствование ЦР.

Прежде всего необходимо отметить, что самые распространенные цифровые решения для повышения эффективности управления организации – это информационные системы различного уровня: от простых программных комплексов автоматизации бухгалтерского учета до стратегических систем управления бизнес-процессами.

При выборе ЦР следует выделять расходы на внешний консалтинг и внутренний экспертный анализ. Первые связаны с привлечением экспертов для анализа потребностей организации, документирования требований к будущей информационной системе, моделирования существующих бизнес-процессов; внутренние – сосредоточены на анализе и оценке предложений различных поставщиков ЦР, включая оценку технической и функциональной совместимости с уже используемыми на предприятии системами.

Приобретение ЦР связано с расходами на материально-техническое (компьютерное оборудование) и программное обеспечение (системное и прикладное). Если автоматизированные информационные системы приобретаются у разных поставщиков, то возможны затраты на оборудование и программы для интеграции. Дополнительно учитываются вспомогательные расходы (на работу отдела поставок и юридической службы компании).

Внедрение ЦР требует оплаты работы привлеченных консультантов, обеспечивающих запуск цифровых решений в эксплуатацию, включая обучение пользователей, тестирование, подготовку и загрузку данных, а также рабочего времени персонала подразделений предприятия, потраченное на разработку и утверждение модели оптимизированных бизнес-процессов, обучение и участие в тестовых запусках.

Затраты при эксплуатации ЦР подразделяются на 2 группы:

- *внешние* (обучение новых сотрудников; проверка и корректировка данных;
- разработка новых отчетных форм; адаптация к изменениям законодательства; создание дополнительных рабочих мест, связанных с появлением новых направлений, отделов и т.п.);

- *внутренние*, обусловленные организацией поддержки работоспособности аппаратной части (оборудования, операционных систем, сервера) и интеграции с другими компьютерными системами, регулярным резервным копированием и архивированием данных.

Важным элементом разработанной методики оценки расходов на цифровые решения в организации является учет средств на оптимизацию и модернизацию системы, которые позволяют поддерживать актуальность внедренных программных комплексов. При этом рекомендуется учитывать дополнительные затраты на регулярный анализ их работы, приобретение оборудования, системного и прикладного ПО, проведение реинжиниринга бизнес-процессов и частичное перевнедрение программных комплексов при необходимости их модификации и расширения функциональных областей.

В предложенной формуле (1) содержатся все значимые компоненты затрат, связанные с жизненным циклом цифрового решения, что позволяет провести комплексный анализ и объективно оценить финансовые риски. Разработанная методика пригодна для различных типов цифровых решений (в том числе АИС разного уровня) и адаптирована под конкретные требования проекта.

Этап анализа эффективности ЦР предлагается проводить на базе нескольких методик. Критерием их выбора служат диапазон охвата внедряемого цифрового решения применительно к функциям системы управления и подразделениям, их выполняющим. При любом его масштабе актуальным является метод сравнения с планами и ожиданиями, который реализуется путем определения достижения поставленных целей внедрения цифровых решений и позволяет сопоставить планируемые и фактические показатели выполнения намеченного.

Если цифровизация распространяется лишь на отдельную функцию менеджмента предприятия, рекомендуется применять методику анализа эффективности на основе анкетирования профильных специалистов либо путем фотохронометражных наблюдений за рабочим днем сотрудников. При этом учитываются затраты рабочего времени на выполнение ежедневных операций специалистов с применением цифровых инструментов ($Z_{РВИ}$) и без таковых, то есть при работе традиционным способом ($Z_{РВТ}$), рассчитывается экономия трудовых затрат (формула 2):

$$\mathcal{E}_{РВ} = Z_{РВТ} - Z_{РВИ}; \quad (2)$$

и денежные расходы на оплату труда (формула 3):

$$P_{ОТ} = \mathcal{E}_{РВ} \cdot T_{ОТ}, \quad (3)$$

где $\mathcal{E}_{РВ}$ – экономия рабочего времени специалиста при использовании информационных систем и других цифровых решений, чел.-ч.;

$T_{ОТ}$ – тарифы на оплату рабочего времени специалиста, руб./ч.;

$P_{ОТ}$ – расходы на оплату труда специалиста при дополнительном использовании рабочего времени в условиях неприменения информационных систем и других цифровых решений, тыс. руб.

Оценку комплексного цифрового решения, охватывающего различные функции управления предприятием, предлагается производить на основе определения финансовых показателей эффективности инновационных проектов. При наличии возможности измерить получаемые эффекты от внедрения ЦР количественно учитываются показатели совокупной стоимости владения и возврата инвестиций. При отсутствии такой возможности используется анализ выгодности затрат на основе лучших практик внедрения, который позволяет соотнести плюсы и минусы альтернативных вариантов применения схожих цифровых решений у аналогичных предприятий.

Совокупная стоимость владения ТСО определяется по формуле 4:

$$ТСО = C_T + P_{Э} \cdot t, \quad (4)$$

где C_T – стоимость покупки внедряемой в систему управления цифровой технологии, тыс. руб.;

$P_{Э}$ – расходы на эксплуатацию цифровой технологии за год, тыс. руб.;

t – время использования цифровой технологии, лет.

Показатель возврата инвестиций ROI рассчитывают следующим образом (формула 5):

$$ROI = ((B_{Э} - TCO) / TCO) \cdot 100\%, \quad (5)$$

где $B_{Э}$ – выгоды и эффекты от применения цифровых технологий в стоимостном выражении.

При анализе эффективности целесообразно дополнительно оценивать возможные потери предприятия (opportunity cost), то есть определять упущенную выгоду при условии, если проект по цифровизации управления не будет реализован.

Таким образом, в современных условиях хозяйствования, когда на уровне структурного управле-

ния существует широкий перечень информационных сервисов, оказывающих поддержку в реализации функций руководства и оптимизации бизнес-процессов предприятия, важно сформировать методическое сопровождение процедуры цифровизации. Установленные характеристики эффекта реализации рассматриваемых технологий обуславливают применение традиционных финансовых, качественных и вероятностных методов оценки и соответствующих индикаторов, совокупная результативность которых проявляется в том числе за счет роста качества информационного обеспечения принятия управленческих решений. Предложенный авторами алгоритм, состоящий из 4 этапов (определение целей и задач внедрения, оценка текущего состояния, измерение результатов, расчет эффективности), предполагает использование дифференциации практикуемых методик в зависимости от масштабы внедряемого ЦР.

Научная новизна предлагаемого подхода заключается в многовариантности анализа эффективности цифровизации системы управления организации с использованием:

- *целевых метрик оценки долгосрочной результативности инновационного проекта;*
- *количественной оценки эффектов и выгод цифровизации в контексте повышения производительности отдельных подразделений и процессов системы менеджмента предприятия;*
- *оценки затрат на всех этапах жизненного цикла инновационного проекта цифровизации с учетом необходимости адаптации персонала и дальнейшего обновления применяемого цифрового решения.*

Все это позволяет более объективно рассчитать полную стоимость внедрения и предусмотреть возможные инвестиционные риски.

Практическая значимость разработанной методики состоит в том, что она предоставляет собой развернутый инструментарий для оценки затрат и выгод при цифровой трансформации непосредственно в системе управления субъекта хозяйствования. Данный алгоритм позволяет структурировать процесс оценки, использовать четкий перечень показателей и методов количественного и качественного анализа, определения выгодности затрат на основе бенчмаркинга, а также выступает в качестве базового инструмента принятия обоснованного решения о целесообразности проекта цифровизации. ■

■ **Summary.** Based on the study and systematization of existing approaches to assessing the effectiveness of using information systems in enterprise management, an algorithm for analyzing the effectiveness of implementing digital solutions is proposed, which allows taking into account the scale of technology development and quantifying the benefits of their use.

■ **Keywords:** enterprise management, digital solutions, information systems, efficiency, innovative projects, strategy.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-42-49>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Цифровое сельское хозяйство: ключевые понятия и тенденции развития / А.В. Пилипук [и др.] // Цифровое сельское хозяйство Республики Беларусь / А.В. Пилипук [и др.]; под общ. ред. В.Г. Гусакова. – Минск, 2024.
2. Панфилова Е.Е. Управление внедрением и сопровождением информационных систем на промышленном предприятии / Е. Е. Панфилова // Сила систем. 2019. №3(12). С. 6–31.
3. Родионов А.В. Эффективная оценка внедрения информационной системы управления в производство / А.В. Родионов, К.Г. Любавских // Наука и современность. 2016. №44. С. 72–78.
4. Княжищева А.К. Методика оценки эффективности внедрения технологий информационного моделирования в многопрофильной строительной организации / А.К. Княжищева // <https://eng-res.ru/archive/2023/4/43-51.pdf>.
5. Цуканова О.А. Методы оценки эффективности внедрения информационной системы управления идеями и предложениями сотрудников / О.А. Цуканова, Е.К. Торосян, М.В. Пантелеев // Глобальные вызовы цифровой трансформации рынков. – СПб., 2023.
6. Кокуйцева Т.В. Методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности / Т.В. Кокуйцева, О.П. Овчинникова // Креативная экономика. 2021. Т. 15. №6. С. 2413–2430.
7. Сулова Н.Ю. Методика оценки влияния цифровизации экономики на устойчивость развития компании по критериям рентабельности и ликвидности / Н.Ю. Сулова, В.С. Петров // Вестник Академии. 2019. №4. С. 5–15.
8. Юхнюк П.П. Методические аспекты оценки эффективности цифровизации производственных процессов организаций, использующих земли сельскохозяйственного назначения / П.П. Юхнюк // Проблемы управления. 2024. №1(91). С. 32–38.
9. Исаев М.Г. Разработка научно обоснованных предложений по методам и индикаторам оценки эффективности управления цифровой трансформацией экономических бизнес-систем / М.Г. Исаев, В.К. Спильниченко // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. 2023. №11–2. С. 20–25.
10. Эсетова А.М. Критерии и показатели оценки эффективности внедрения информационной системы в управление строительной фирмы / А.М. Эсетова, Д.Б. Лабазанова // Региональные проблемы преобразования экономики. 2018. №9(95). С. 68–77.
11. Кочина С.К. Критерии эффективности управления предприятием в условиях цифровой трансформации / С. К. Кочина, Е.Д. Щетинина // Вестник университета. 2023. №4. С. 15–23.
12. Такун А. Методологические аспекты оценки эффективности цифровых технологий в точном земледелии / С. Макрак, С. Такун // Наука и инновации. 2021. №3. С. 11–16.
13. Эффективные отечественные практики на базе технологий искусственного интеллекта // https://files.data-economy.ru/Docs/Effektivnye_otchestvennye_praktiki_nabaze_tekhnologij_iskusstvennogo.pdf.
14. Цифровая трансформация: ожидания и реальность: доклад к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества / Г.И. Абдрахманова [и др.]; под ред. П.Б. Рудника. – М., 2022.

Статья поступила в редакцию 26.05.2025 г.

Конвергенция производительности труда — фундамент интеграции в ЕАЭС

Производительность труда – фундамент экономического роста и благосостояния страны. Однако в современной научной литературе в данном контексте эта категория практически не исследована, хотя ее роль в современном мире, особенно в условиях обострения экономического противостояния, исключительна. Возможное объяснение этому – эквивалентность производительности труда экономическому росту с коррекцией на изменение трудовых ресурсов в каждой конкретной стране. Вместе с тем концентрация только на этом показателе позволяет провести более тонкий анализ возможностей стран для экономического подъема и рассматривать производительность как ключевой индикатор конвергенции в том числе экономик стран – членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

УДК 519 (331.101.6)



Екатерина Господарик,
заведующий кафедрой аналитической экономики и эконометрики экономического факультета БГУ, доцент кафедры бизнес-аналитики Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, кандидат экономических наук, доцент;
gospodarik@bsu.by, eggospodarik@fa.ru



Михаил Ковалев,
профессор кафедры аналитической экономики и эконометрики экономического факультета БГУ, доктор физико-математических наук, профессор; mmkovalev47@gmail.com

Аннотация. Проведен анализ производительности труда в странах – членах ЕАЭС и отдельно в Беларуси, а также факторов, влияющих на нее, и предложены меры по ее повышению как на уровне ЕАЭС, так и на национальном уровне. Рассмотрено влияние инвестиций в основной капитал, компетенции и мотивация трудовых ресурсов.

Ключевые слова: производительность труда, ЕАЭС, конвергенция, интеграционный потенциал, мотивация труда.

Для цитирования: Господарик Е., Ковалев М. Конвергенция производительности труда – фундамент интеграции в ЕАЭС // Наука и инновации. 2025. №10. С. 50–54.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-50-54>

С тоит отметить, что одной из целей Стратегии-2025 ЕАЭС является повышение производительности труда. Для ее достижения и интеграции экономических процессов стран – членов Союза был разработан десяток дорожных карт – от цифровизации до сельского хозяйства. Кроме того, Евразийский банк развития (ЕАБР) и Евразийская комиссия (ЕЭК) регулярно проводят мониторинг сближения стран ЕАЭС почти по полсотне показателей. Но не затронутым остается фундаментальный признак – производительность труда, которая у разных стран существенно различается (к примеру, разница между Кыргызстаном и Российской Федерацией – более чем в 5 раз). Экономисты понимают, что без ее выравнивания нельзя рассчитывать на сближение среднедушевого ВВП и, следовательно, благосостояния членов объединения, поскольку именно производительность демонстрирует эффективность экономики. И главное – полуторнократное отставание по этому показателю стран ЕАЭС от ЕС и почти двухкратное от США может отбросить страны ЕАЭС на периферию мирового экономического развития. Цель данной статьи – проанализировать, опираясь на статистические данные, состояние производительности труда в ЕАЭС и наметить пути выхода из сложившейся ситуации.

Проблема производительности труда для Армении, Беларуси и России чрезвычайно важна еще и в силу сложной демографической ситуации в этих странах. Сокращение населения и еще в большей мере трудовых ресурсов (например, в Беларуси они будут уменьшаться со скоростью 0,8–0,9% в год) даже при условии увеличения каждые 10 лет пенсионного возраста, как в ЕС, до 67–69 лет одинаково для обоих полов, потребует компенсации за счет компетенций и технологий, повышающих производительность. Оценке эффективности труда в рамках ЕАЭС посвящены работы [1–3].

Анализ производительности труда в ЕАЭС

Статистика для анализа представлена в *таблице*, и она показывает, что стержневые члены ЕАЭС – Россия, Казахстан и Беларусь – имеют производительность труда выше среднемировой, но существенно уступают развитым странам. Армения стремительно догоняет показатели мирового уровня производительности со среднегодовым ростом в 4,09%, и только Кыргызстан, хоть и идет по пути

Страна	Производительность по ВВП по ППС на одного занятого		Среднегодовой рост, % CAGR ₂₀₁₅₋₂₀₂₄
	2015	2024	
Армения	37,6	53,9	4,1
Беларусь	58,3	66,0	1,4
Казахстан	71,6	87,4	2,2
Кыргызстан	15,1	19,1	2,6
Россия	83,7	99,7	2,0
Среднее по ЕАЭС	78,9	93,8	1,9
Среднеквадратичное отклонение (дисперсия) по ЕАЭС	1240	1605	Незначительный рост
Среднее в мире	48,7	56,8	1,7
Китай	31,9	52,7	5,7
США	156,3	178,0	1,5
Среднее по ЕС	127,1	135,8	0,7

Таблица. Сравнительный анализ производительности труда в странах ЕАЭС и у мировых лидеров (в тыс. постоянных долл., 2024 г.)

Источник: авторская разработка по данным ВБ (data.worldbank.org); показатель ВВП по ППС на одного занятого в долл. 2021 г. переведен для удобства в долл. 2024 г.

повышения (на 2,63% в год), но из-за избыточных трудовых ресурсов, особенно в мало механизированном сельском хозяйстве, почти в 3 раза отстает от среднемирового результата.

Республика Беларусь по производительности труда отстает от сырьевых государств – России и Казахстана соответственно на 34% и 25%, а от США – на 63%, то есть белорус за час работы создает чуть больше трети продукции и услуг, произведенных американцем. Стоит заметить, что темп роста производительности за 9 лет с момента создания ЕАЭС среди стран-членов в нашей стране самый низкий – 1,4%. Этому есть одно оправдание – на отрезке времени с 1995 по 2015 г. среднегодовой рост производительности труда у белорусов был очень высоким – 5,51%.

И хотя в Беларуси производительность труда пока выше, чем в Китае, ее рост в КНР просто колоссальный – 5,74% в год. Так что это государство – мировой лидер по росту производительности, причем в самых современных секторах – высоких технологий, электроники, финтехе, в которых оно находится на уровне США и ЕС. Быстрый рост производительности в Китае объясняется высокой капиталоемкостью экономики: основные фонды – 566% ВВП, по оценкам МВФ, в реальном секторе США они достигли 2,5 ВВП, а у Беларуси примерно – 1,4 ВВП [4]. Что касается небольшой пока производительности в целом в Китае, это объясняется большим числом занятых

в сельском хозяйстве, строительстве, логистике – отраслях с низкой добавленной стоимостью и уровнем автоматизации. К тому же в гигантском китайском секторе малого и неформального бизнеса производительность также невысокая. В ЕС также отмечается слабый рост производительности труда в 0,7% в год, что свидетельствует об определенном кризисе входящих в него стран.

Приведем мнение генеративного искусственного интеллекта ChatGPT: «В ЕАЭС, безусловно, Россия – основной драйвер производительности, Казахстан активно инвестирует в цифровизацию, логистику и образование, что способствует росту производительности. Армения показывает самые высокие темпы роста в IT-сфере, услугах и высоких технологиях, Беларусь стабильно производительна в промышленности...».

На рис. 1 представлены страны ЕАЭС на фоне государств с самой высокой производительностью в мире по показателям измеренной созданной валовой добавленной стоимости за 1 час работы по расчетам Международной организации труда – они несущественно отличаются от данных таблицы, но суть все та же – белорус за 1 час создает продукции в 3 раза меньше, чем американец. Рис. 2 показывает, как быстро страны – члены ЕАЭС догоняют по производительности труда Россию. Видно, что Армения, Казахстан и Кыргызстан сократили свое отставание, то есть у них идет процесс конвергенции. Однако Беларусь упорно демонстрирует дивергенцию. Проведем общепринятый анализ ЕАЭС на конвергенцию посредством дисперсии (σ -конвергенция).

Среднеквадратичное отклонение (дисперсия) в производительности труда стран – членов ЕАЭС с момента создания данного объединения незначительно увеличилось, так как наблюдается сближение

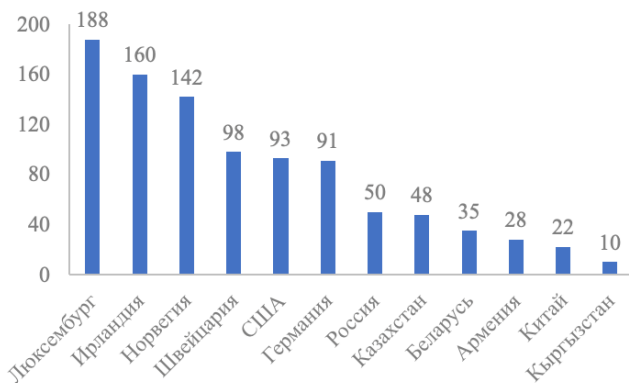


Рис. 1. Часовая производительность труда в отдельных странах в 2024 г. в текущих долл. (ВВП по ППС)

Источник: авторская разработка по данным МОТ (www.ilo.int)

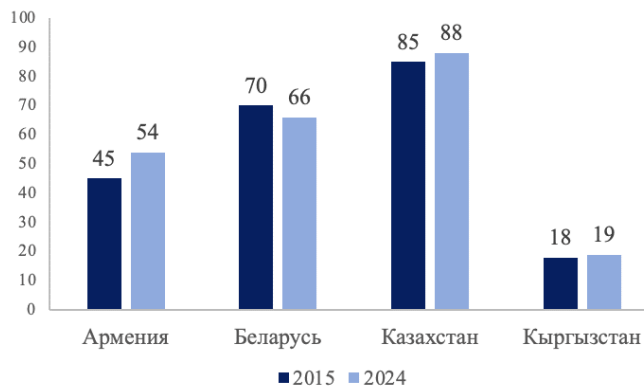


Рис. 2. Производительность труда в странах – членах ЕАЭС, в % от российского уровня

Источник: собственные расчеты авторов

за счет Кыргызстана и Казахстана, которые увеличивают производительность даже быстрее, чем Россия, и тем самым сокращают отставание, в то время как Беларусь в этот отрезок времени уступает всем, включая РФ. В результате в ЕАЭС в целом наблюдается дивергенция. Такой же процесс происходит между США и ЕС.

Низкая производительность даже при сравнительно невысокой зарплате увеличивает себестоимость (половина добавленной стоимости в экономике – это зарплата), а следовательно, снижает конкурентоспособность евразийской продукции.

Факторы роста

Эксперты обычно выделяют 2 главных фактора роста производительности – капиталоемкость экономики и мотивированность занятых [3]. Иногда указывают еще на качество управления и институциональной среды, но мы будем исходить из того, что эти метрики зависят исключительно от компетенций руководства.

В работе [3] с помощью регрессионных уравнений установлено, что рост основного капитала на 1% повышает производительность в Армении на 0,373%, в Беларуси – на 0,225%, в Казахстане – на 0,185%, в Кыргызстане – на 0,119% и только в России более существенно – на 0,306%. Рост заработной платы на тот же процент также сказывается на производительности: она прибавляет 0,113% в Армении, 0,132% в Беларуси, 0,167% в Казахстане, 0,141% в Кыргызстане, в то время как в России – 0,324%. Отметим, что рост заработной платы не может опережать рост ВВП, так как ее суммарный фонд в любой стране не превышает 50–60% ВВП (в Беларуси – 37%), следовательно, предел роста зарплаты – рост ВВП.

Остальной подъем происходит за счет прочих факторов, однако в исследовании [3] получен спорный, на наш взгляд, результат: например, в Беларуси доля прочих факторов составляет 64,3%. О каких факторах может идти речь? В первую очередь – это оптимизация структуры трудовых ресурсов за счет выявления сегментов экономики с избыточной занятостью, во вторую – цифровизация технологических и бизнес-процессов и их интернационализация с помощью трансграничных цифровых платформ.

Инвестиции в основные фонды повышают технологический уровень, автоматизацию и роботизацию. Их размер зависит от нормы сбережений и эффективности монетарно-кредитной системы страны, осуществляющей трансфер сбережений в инвестиции. Поэтому в новой пятилетке нужно мотивировать население больше сберегать, а монетарно-кредитную систему насытить недорогими финансами. Пока у нас денег примерно 0,3 ВВП при ставке 9,75% (в Китае 2,4 ВВП и 2,75%). Чтобы не вызвать при этом инфляцию, рефинансирование следует направить не в торгово-потребительскую сферу, а в модернизацию оборудования и роботизацию заводов и фабрик, что существенно повысит производительность и конкурентоспособность последних.

Компетенции – это важнейший фактор успеха страны. От навыков и умения управленческого звена зависит и качество инвестиционного процесса, а следовательно, капиталоемкость экономики и нормативных актов, регулирующих экономическую деятельность, и главное – уровень организации и содержание образовательного процесса, то есть бизнес-компетенции предпринимателей. Стоит отметить, что к компетенции властей во всем мире существуют претензии: выборное обновление каждые 4–5 лет управленцев во власти не придает экономической стабильности и не способствует принятию стратегических решений в интересах долгосрочного развития демократии – все решения принимаются с оглядкой на приближающиеся выборы; в так называемых авторитарных странах со стабильной властью проблемой становится проникновение в высшие эшелоны власти недостаточно квалифицированных, но верных приспособленцев. Понимание негативного влияния таких тенденций есть, поэтому с целью противодействия им внедряются аттестации и формируются кадровые резервы, создаются консультативные советы из профессионалов и пр. У одних стран, как, например, в Китае, это получается, у других – не очень. Тем не менее не следует преувеличивать роль компетенций властей, в рыночной экономике от них не слишком много зависит.

Важнее всего профессионализм рабочей силы и бизнес-компетенции предпринимателей.

Что касается последних, то речь идет о базовых знаниях экономических законов и принципов конкуренции, полученных еще в школе. Это одна из причин успеха США, поскольку экономика – обязательный во всех школах предмет, обучение по которому идет по общей для всей страны программе. Давно назрела необходимость ввести такой предмет и в белорусских школах. Все выпускники должны не только уметь пользоваться компьютером и программами искусственного интеллекта (ИИ), но знать и уметь применять в жизни основные экономические законы. Необходимо осознать, что бизнес во всем мире – это риск, и большинство стартапов разоряется, и если производительность труда в Беларуси почти вдвое ниже, чем в Германии, то и зарплата будет соответствующей.

Компетенции рабочей силы в век экономики знаний – это способность самостоятельно и быстро обучаться, а вот как этому научить – это проблема школы и вуза.

Чему и как учить в школе XXI в. – отдельная суперважная проблема, но это дело специалистов. От учителей и преподавателей вузов зависит уровень будущих компетенций трудовых ресурсов. И здесь у Беларуси есть сложность – низкая средняя зарплата в образовании, составляющая 75,8% средней по стране (данные за июнь 2025 г.), которая должна быть не ниже среднестрановой, как это было в СССР [5].

Важный резерв повышения компетенций при обучении в течение всей жизни – реформирование отраслевых институтов повышения квалификации и переподготовки, передача таких структур в университеты. С одной стороны, это повысит их уровень и сократит расходы, со второй – приблизит вузы к практике.

Еще одним важным фактором роста производительности труда выступает мотивация трудовых ресурсов – прозрачность зарплаты, ее соответствие производительности труда, что на производстве делается автоматически, но трудно реализуемо в сфере управления, учетно-финансовой, да и в науке. Ну и, разумеется, мотивация – это подъем по карьерной лестнице в связи с постоянным выполнением поставленных ключевых показателей эффективности (KPI). Во многих областях их трудно установить, например в научной деятельности. Впрочем, таковым может являться индекс цитирования работ ученого [6].

Невысокая производительность труда на многих предприятиях связана с наличием избыточных трудовых ресурсов, и очевидно, что их наибольшая

доля имеется в сфере управления, администрирования, и особенно при ведении учетно-экономической, бухгалтерской и плановой работы. Поэтому оптимизация структуры занятости чрезвычайно важна.

В этих целях необходимо вести сравнительный мониторинг производительности в каждой отрасли экономики и выявлять секторы, наиболее отстающие от аналогичных в ЕС, устанавливать причины существенных отраслевых различий в зарплате (и их адекватность мировой практике) и принимать меры по их ликвидации.

Механизмы повышения производительности труда в ЕАЭС

Многие межгосударственные механизмы, меры и инициативы основаны на обмене успешным опытом высокопроизводительного труда в отдельных секторах и могут включать:

- развитие евразийской промышленной кооперации и цепочек добавленной стоимости, включая разработку цифровой платформы ЕАЭС для производственной кооперации;
- организацию межгосударственных программ профессиональной подготовки;
- расширение мобильности студентов и учащихся в профессиональных заведениях;
- подготовку программ миграции квалифицированных кадров для обмена опытом;
- инжиниринговые и технологические альянсы по совместным НИОКР, в том числе их сетевые формы;
- цифровые платформы обучения сотрудников госпредприятий стран ЕАЭС;
- создание цифровой платформы мониторинга производительности и обмена опытом в этой области;
- формирование реестра лучших практик высокой производительности на госпредприятиях;
- общице технопарки и индустриальные зоны;
- обмен опытом цифрового правительства.

В условиях Беларуси меры повышения производительности труда должны включать:

- налоговые льготы для инвестиций в технологии, цифровизацию и повышение квалификации (*reskilling, upskilling*);
- разработку государственной программы поддержки роста производительности на госпредприятиях, подобной российскому национальному проекту «Производительность труда»;
- повышение конкуренции в условиях роста зарплат;

- нацеленность государственной программы цифровизации на повышение производительности труда (*ERP, CRM, MES-системы, ИИ, Big Data, IoT*).

В Стратегии развития каждой отдельной организации должны быть разделы, посвященные этой тематике, в рамках которых следует предусмотреть:

- модернизацию оборудования и переход на умное производство с помощью гибких производственных систем;
- тесную увязку зарплат, премии, бонусов с результатами работы (производительностью, качеством, бережливым производством, выполнением KPI, регулярной аттестацией);
- оптимизацию бизнес-процессов и управления (*Agile, SCRUM, проектное управление по целям, BPR, Kanban, 5S и т.п.*);
- сокращение уровней иерархии;
- появление самоорганизованных команд;
- применение современных методов социальной мотивации: создание психологического климата, установление гибких графиков и удаленки, развитие чувства принадлежности и вовлеченности в принятие решений, командные формы взаимодействия. ■

■ **Summary.** The article provides an analysis of labor productivity in the Eurasian economic union member countries with the factors influencing it. The authors propose measures for improving the labor productivity at both the EAEU and national levels. The impact of investment in fixed capital, skills, and labor force motivation is examined.

■ **Keywords:** labor productivity, EAEU, convergence, integration potential, labor motivation.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-50-54>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аганбегян А.Г. Производительность труда в экономике России и мира / А.Г. Аганбегян – М., 2019.
2. Производительность труда и экономический рост. Мировой доклад о развитии. – Вашингтон, 2018.
3. Узьяков М.Н. Возможности роста производительности труда и выпуска в странах ЕАЭС / М.Н. Узьяков, Е.С. Узьякова // Проблемы прогнозирования. 2025. №1(208). С. 18–31.
4. Ковалев М. Модельный анализ динамики за XXI в. процессов накопления основного капитала у мировых лидеров и стран ЕС, ЦВЕ и ЕАЭС / М. Ковалев, А. Шкут // Банковский вестник. 2024. №2. С. 3–15.
5. Господарик Е.Г. Финансирование образования и науки в ЕАЭС / Е.Г. Господарик, М. Ковалев // Финансы, учет, аудит. 2023. №6. С. 33–35.
6. Ковалев М. К проблеме рейтинга белорусских экономических журналов и экономистов / М. Ковалев // Банковский вестник. 2025. №3. С. 41–49.

Статья поступила в редакцию
26.07.2025 г.

Формирование ценностных ориентаций потребителей при использовании семиотики в брендинге белорусской продукции

УДК 366.543:003(476)

Аннотация. В статье рассматриваются проблемные аспекты формирования позитивного этоса бренда, анализируются современные условия, при которых становится эффективным внедрение социально ответственного маркетинга в стратегию управления предприятием. Анализируются существующие в белорусской экономике и обществе предпосылки реализации концепции социально ответственного маркетинга в производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Представлен механизм формирования ценностных ориентаций потребителей при брендинге продукции с учетом семиотического подхода с целью дальнейшей приверженности будущих поколений к национально-историческим традициям, интересам и ценностям белорусского народа.

Ключевые слова: маркетинг, семиотика, позитивный этос бренда.

Для цитирования: Грибов А., Хатеневич Т. Формирование ценностных ориентаций потребителей при использовании семиотики в брендинге белорусской продукции // Наука и инновации. 2025. №10. С. 55–58. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-55-58>



Андрей Грибов,
проректор по идеологической
и воспитательной
работе Гродненского
государственного аграрного
университета, кандидат
экономических наук, доцент;
mr.andrey.gribov@vandex.ru



Татьяна Хатеневич,
заведующий кафедрой
организации и правового
обеспечения агробизнеса
Гродненского государственного
аграрного университета,
кандидат юридических наук,
доцент

Создание узнаваемого и эффектного бренда – одно из необходимых условий сохранения конкурентоспособности товаров на рынке в условиях растущей конкуренции между отечественными и иностранными производителями. Однако в современных реалиях для существенного увеличения доли продаж этого недостаточно. Конечная цена продукта зачастую также не является главным критерием выбора торговой марки потребителями, поэтому компании стремятся соответствовать не только новым требованиям конкретного покупателя, но и общества в целом. Одним из действенных инструментов повышения эффективности деятельности товаропроизводителей выступает создание и поддержание позитивного бренда.

В ряде случаев это понятие отождествляют с термином «торговая марка». Данное представление имеет право на существование, но вместе с тем, как правило, только при коммерческой успешности и известности, завоевании доверия клиентов, привлечении еще большего их числа ее принято называть брендом. При этом этос бренда – это то, каким его воспринимают как реальные, так и потенциальные потребители. Главный инструмент, которым пользуются предприятия для формирования положительного этоса, – их статус в обществе. В данном случае ключевое значение играют репутация, аккумулированное за продолжительное время представление покупателей о производителе, достижения и роль организации в решении социальных проблем, взаимодействие субъекта хозяйствования с местным сообществом.

Одним из актуальных средств создания положительного этоса бренда является осуществление политики социально ответственного маркетинга, представляющего собой сочетание в процессе экономической деятельности трех факторов: получаемой прибыли, потребностей покупателей и интересов общества, что в итоге формирует положительный образ организации в сознании целевой аудитории, и подобная стратегия развития способствует в долгосрочной перспективе увеличению производственно-финансовых показателей [1].

Вопросам социально ответственного маркетинга уделяется достаточное внимание известными исследователями в области классического маркетинга (И.Л. Акулич, В.С. Голик, В.Н. Алексиевич, Т.И. Курьян, И.Ю. Бочарова, Л.Г. Пасечник, В.Д. Марданова и др.) [2–5]. Внедрение этой концепции требует соблюдения следующих основополагающих принципов: внутренней и внешней социальной ответственности; экологической ответственности; соблюдения правовых и этических норм; получения прибыли [1].

Предприятия, внедряющие элементы социально ответственного маркетинга в условиях государства с действительно функционирующей социально ориентированной экономикой, будут поддерживаться не только потребителями, но и органами власти. Данной концепции уделяется фундаментальное внимание при сбалансированности социального, экологического и экономического аспектов развития конкретной организации (отрасли, комплекса). Стало очевидно, что курс товаропроизводителей преимущественно на экономические индикаторы благосостояния ведет к нарастанию всевозможных заблуждений и конфликтов (социальных, природно-антропогенных, правовых и др.). Такая стратегия полностью корреспондирует философии социальной ответственности бизнеса, или корпоративной социальной ответственности, корпоративных социальных возможностей (КСО/CSR – Corporate social responsibility). Это направление предполагает, что компания учитывает интересы общественности, возлагает на себя социальную ответственность за влияние ее деятельности на заказчиков, поставщиков, работников, акционеров и др. Ответственность лишь частично ограничивается законодательно установленными минимальными рамками должного и стимулируемого и предполагает, что субъект хозяйствования добровольно предпринимает дополнительные меры для повышения качества жизни сотрудников, местного сообщества и благосостояния государства. Исследованиям в этой области посвящены многие работы белорусских и российских авторов (А.В. Долгопятов, В.Л. Дудкин, А.А. Максаев и др.) [6–8].

В актуальных условиях функционирования экономической системы в нашей стране реализация концепции социально ответственного маркетинга, требующей учета социальных, этических и экологических вопросов, является крайне востребованной не только в области достижения субъектом хозяйствования своих целей, но и реализации глобальных ориентиров развития социума. Национальная модель социально ориентированной экономики предполагает наработку оптимальных условий для роста благосостояния населения с одновременной заботой об экологии и нравственном воспитании будущих поколений. На отечественных предприятиях эта стратегия имеет существенное значение для брендинга, формирования репутационной привлекательности товаропроизводителей, а также для культуры. Результат осуществления политики в долгосрочном периоде – создание положительного этоса национального бренда «Сделано в Беларуси».

Одним из насущных предметов внимания в государстве выступает сохранение культурных традиций и на их основе появление новой культуры, более совершенной, учитывающей текущую действительность. Культурный фактор должен брать за основу и при осуществлении экономической деятельности каждой организации. Общеизвестно, что рост рынка в первую очередь зависит от количества потребителей и их доходов, уровня цен, валютных курсов и т.д., вместе с тем сегодня и, скорее всего, в обозримом будущем, культурная составляющая становится одним из сопутствующих компонентов изменений.

С учетом описанных обстоятельств в рамках инновационных маркетинговых исследований и при построении на их основе соответствующих стратегий, в том числе и социально ответственного маркетинга, следует не только изучать поведение, предпочтения, вкусы покупателей (как это было при традиционном маркетинговом анализе), но и учитывать влияние медиа, городской культуры, фильмов, книг, компьютерных игр – того, что повседневно оказывает воздействие на человека, его культурное пространство. Для того чтобы понять роль культурных кодов – уникальных культурных особенностей каждого народа (нации) – в маркетинговых коммуникациях, необходимо задействовать семиотику. В маркетинге она может быть применена как метод исследования, который позволит объяснить скрытые смыслы и декодировать иррациональные мотивы людей как экономических агентов.

Здесь необходимо прояснить следующее обстоятельство: в условиях рынка отдельный индивидум лишь частично идентифицируется в рамках

традиционной модели определения «человек экономический» (*homo economicus*) (А. Смит, У. Девонс, К. Менгер, Л. Вальрас и др.), он представляет собой определенную компиляцию *homo economicus* в двух альтернативных позициях. Помимо присущей рациональности в поведении, ограниченной имеющимися ресурсами и способствующей выбору наилучшего, с его точки зрения, уровня их отдачи, он в том числе руководствуется двумя аспектами:

- **гуманистическим**, который базируется на междисциплинарном анализе экономических явлений с привлечением этики, социологии, психологии, антропологии и других дисциплин. Движимое собственным интересом рациональное поведение происходит в контексте, заданном запросами личности и интересами общества, то есть мотивация характеризуется не одной, а минимум двумя целями: одна – личные удовольствия, полезность, другая – нравственный долг. Плюралистическая мотивация означает, что предпочтения человека, как правило, противоречат друг другу, причем конфликты могут возникать не только между удовольствиями и моральным долгом, но и между различными удовольствиями или видами морального долга;
- **институциональным**, в рамках которого факторы, предопределяющие поведение человека в экономической жизни, берут начало не только в его прошлом, но и общества в целом. Индивид выступает здесь как биосоциальное существо, на которое влияют биологическая природа и общество. Осознанное и целенаправленное поведение формируется в определенном культурном контексте и передается из поколения в поколение. Агенты действуют здесь не «в чистом поле» свободного рынка, а в окружении реальной среды, институтов – организаций, правил, традиций и т.п. Побудительные мотивы их действий заключаются не столько в максимизации прибыли, сколько в стремлении соответствовать институциональным нормам и правилам, улучшить свое положение в рамках этих институтов [9].

Семиотика в некоторой степени позволяет определить внутренние особенности отдельного человека (установки, ценности, убеждения, мотивы и др.), а также выявить скрытые склонности индивида и на их основе сформировать потенциальные потребительские предпочтения. Декодирование в контексте маркетинговой коммуникации – процесс, посредством которого потенциальный покупатель понимает, интерпретирует и усваивает значение отправленного сообщения, содержащегося, например, в рекламе или скрытого (случайного или преднамеренного) при позиционировании продукции. Этот алгоритм включает в себя расшифровку языковых, символических и невербальных знаков, используемых в таких посланиях, и преобразование их в традиционные (обыденные) идеи и понятия.

В классическом маркетинговом анализе и коммуникациях информация декодируется в два этапа: на первом она апеллирует к известным эталонам, стереотипам, культурным кодам, на втором – с их учетом создается адаптированный под целевого клиента конечный продукт.

При активации механизма формирования ценностных ориентаций потребителя с использованием семиотического подхода возникает третий этап, сущность которого заключается в расшифровке заложенной производителем в товаре информации, восприятии рекламы и скрытых сигналов как совокупности символов, в которых интерпретируется значимый национально-культурный смысл (*рисунок*).

С помощью такого механизма распаковываются культурные ценности и создается цепочка преемственности традиций. Если закладывать в рекламу или при брендировании ложные (деструктивные) сущности, то это может привести к искажению или подмене понятий у будущих поколений. Первостепенным вариантом создания бренда продукции отечественных товаропроизводителей для потребления на внутреннем рынке является выражение идей, взглядов и представлений, отражающих национально-исторические традиции, интересы и ценности белорусского народа и определяющих дальнейшее становление конкретной личности, социума и государства в целом.

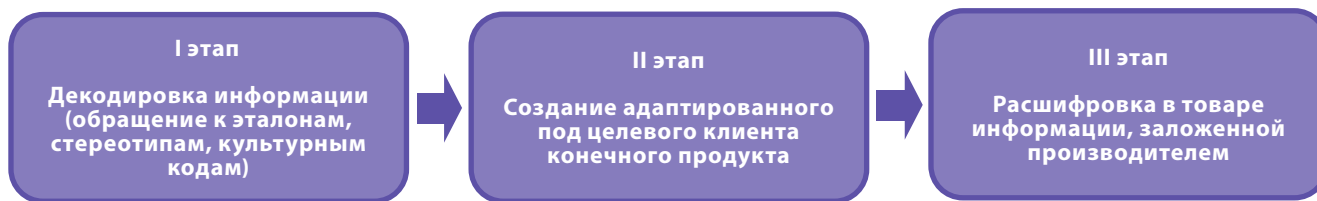


Рисунок. Процесс декодирования при использовании семиотического подхода в брендировании товаров

Как отмечают российские ученые Л.Л. Соловьева и И.А. Фукова, «для защиты отечественного рынка от импортных товаров низких цен недостаточно. Необходимо завоевывать сердца потребителей, а для этого необходимо больше внимания уделять брендингу собственных товарных марок» [10]. Соблюдение правовых и этических норм выступает одним из основных принципов социально ответственного маркетинга, однако важно и то, учитывает ли компания в своей маркетинговой деятельности современное культурное пространство. «Уровень развития культуры общества во многом определяет взгляды, ценности и нормы поведения каждого конкретного человека», – отмечает И.Л. Акулич [11].

Естественно, что конечный результат от предложенного варианта брендирования с учетом семиотического подхода будет осущитим только в средне- и долгосрочной перспективе. Формирование фундаментальных идей и взглядов – процесс достаточно длительный, который подвержен множеству внутренних и внешних колебаний и вызовов. Важнейшим элементом влияния является комплексный подход, когда традиции и ценности белорусского социума будут постоянно воздействовать на отдельного индивидуума и группы людей как в трудовой деятельности, так и в быту и на досуге.

Белорусская модель социально ориентированной экономики предполагает создание оптимальных условий для роста благосостояния населения с одновременной заботой о нравственном воспитании потомков. Становление концепции соответствует таким критериям, так как она не только в экологическом и этическом, но и в культурном аспектах позволяет обеспечить положительный имидж организации в сознании целевой аудитории, повышает лояльность покупателя, создает репутационную привлекательность отечественного производителя, что способствует усилению коммерческих показателей деятельности субъекта.

Данная стратегия предполагает, что наибольшего успеха на рынке достигают те предпринимательские структуры, которые сформировали позитивный этос бренда, а для этого учитывают не только фактор достижения прибыли, но и культурную составляющую покупательских предпочтений. Для повышения эффективности вышеописанных методик позиционирования белорусских предприятий необходимо активно продвигать коммерческие инициативы, базирующиеся на семиотическом подходе при разработке новых маркетинговых концепций. Придерживаясь востребованных большинством общества смыслов в позиционировании своего бренда, ком-

пании не только приумножают численность потребителей своей продукции, увеличивая прибыль, но и выполняют культурно-идеологическую функцию посредством поддержки и обеспечения преемственности культурных кодов, в обратной связи маркетинговых коммуникаций транслируя необходимые ценности всем членам общества. ■

■ **Summary.** This article examines the problematic aspects of forming a positive brand ethos, analyzes the current conditions under which the introduction of socially responsible marketing into the enterprise management strategy becomes effective. The existing prerequisites for implementing the concept of socially responsible marketing in the production and economic activities of enterprises in the Belarusian economy and society are analyzed. The mechanism for forming value orientations of consumers when branding products is presented, taking into account the semiotic approach with the aim of further commitment of future generations to the national and historical traditions, interests and values of the Belarusian people.

■ **Keywords:** marketing, semiotics, positive brand ethos.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-55-58>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грибов А.В. Принципы социально ответственного маркетинга / А.В. Грибов, Т.Г. Хатеневич // Наука и инновации. 2024. №9 (259). С. 42–47.
2. Акулич И. Социально ответственный маркетинг / И. Акулич, В. Голик // Наука и инновации. 2012. №6 (112). С. 51–53.
3. Алексиевич В.Н. Социально ответственный маркетинг в Республике Беларусь / В.Н. Алексиевич, Т. И. Курьян // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы: сб. трудов XII междунар. науч.-практ. конф., Пинск, 28 апреля 2018 г. / под ред. К. К. Шебеко. – Пинск, 2018. С. 164–165.
4. Бочарова И. Ю. Социально-этичный маркетинг в повышении корпоративной социальной ответственности / И. Ю. Бочарова // Управление экономическими системами. 2012. № 10 (46).
5. Пасечник Л.Г. Социально ответственный маркетинг при организации производства / Л.Г. Пасечник, В.Д. Марданова // Приоритетные направления регионального развития: сб. ст. по материалам II Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. с международным участием. 25 февраля 2021 г., г. Курган / под ред. И.Н. Миколайчика. – Курган, 2021. С. 218–223.
6. Долгопятков А.В. Развитие корпоративной социальной ответственности, повышающей социокоммерческую ценность предпринимательских структур: автореф. дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством (экономика предпринимательства) / А.В. Долгопятков. – М., 2012. 21 с.
7. Дудкин В.Л. Корпоративная социальная ответственность в институциональном контексте профессиональных социально-экономических доктрин: автореф. дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.01 / В.Л. Дудкин. – Минск, 2022. 22 с.
8. Максаев А.А. Социально-этичный маркетинг в реализации корпоративной ответственности вузов на региональных рынках: автореф. дис. ... д-ра эконом. наук: 08.00.05: экономика и управление народным хозяйством: маркетинг / А.А. Максаев. – Ростов-на-Дону, 2022. 59 с.
9. Жданов Д.А. Человек экономический – взгляды и подходы / Д.А. Жданов // Журнал экономической теории. 2014. №3. С. 106–114.
10. Соловьева Л.Л. Бренддинг белорусских производителей товаров и услуг / Л.Л. Соловьева, И.А. Фукова // <https://cyberleninka.ru/article/n/brending-beloruskih-proizvoditeley-tovarov-i-uslug/viewer>.
11. Акулич И.Л. Развитие культуры // Маркетинг: учебник / И.Л. Акулич. – 8-е изд., перераб. и доп. – Минск, 2014.

Статья поступила в редакцию 09.07.2025 г.



Влияние биологических средств защиты и регуляции роста растений на питательную и витаминную ценность плодов голубики высокорослой

Жанна Рупасова,
главный научный сотрудник
лаборатории биохимии
и биотехнологии растений
Центрального ботанического сада
НАН Беларуси, член-корреспондент;
j.rupasova@cbg.org.by

Федор Привалов,
директор Центрального
ботанического сада НАН Беларуси,
академик

Николай Павловский,
заведующий отраслевой
лабораторией Центрального
ботанического сада НАН Беларуси,
кандидат биологических наук,
доцент

Эмилия Коломиец,
генеральный директор ГНПО
«Химический синтез
и биотехнологии», академик

Татьяна Пилипчук,
заведующий лабораторией
молекулярной диагностики
микробиоценозов техногенных
экосистем ГНПО «Химический
синтез и биотехнологии»,
кандидат биологических наук

Аннотация. Приведены результаты сравнительного исследования в опытной культуре влияния на биохимический состав плодов голубики высокорослой биологических регуляторов роста Ростмомент и Оксидат торфа «Голубика» с микроэлементами (каждый в концентрации 0,4%), а также нового бактериального препарата ростстимулирующего и фунгицидного действия Экоберит в концентрациях 1, 2 и 5%. Установлено преимущественное обогащение их свободными органическими и гидроксикоричными кислотами, биофлавоноидами и дубильными веществами на фоне обеднения пектинами и растворимыми сахарами при снижении содержания сухих веществ и показателя сахарокислотного индекса, а также неоднозначных изменений в содержании аскорбиновой кислоты. Показано, что испытываемые биопрепараты оказывали существенное позитивное влияние на интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов голубики по совокупности 14 биохимических характеристик при наибольшей эффективности Экоберита в 2%-ной концентрации и Оксидата торфа.

Ключевые слова: биологические регуляторы роста, бактериальный фунгицидный препарат, голубика высокорослая, плоды, биохимический состав, органические кислоты, углеводы, фенольные соединения.

Для цитирования: Рупасова Ж., Привалов Ф., Павловский Н., Коломиец Э., Пилипчук Т. Влияние биологических средств защиты и регуляции роста растений на питательную и витаминную ценность плодов голубики высокорослой // Наука и инновации. 2025. №10. С. 59–65.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-59-65>

Повышенный интерес населения республики к голубике высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) обусловлен уникальным биохимическим составом ее плодов, являющихся источником ценных органических соединений многостороннего физиологического действия. В частности, содержащиеся в них витамины А, С, Е и биофлавоноиды, обладающие Р-витаминным действием [1], являются общепризнанными антиоксидантами, тогда как растительные гормоны – фитоэстрогены предохраняют организм от сердечно-сосудистых заболеваний, снижая уровень «плохого» холестерина. Эллаговая и фолиевая кислоты задерживают развитие новообразований, а присутствующие в плодах пектиновые вещества и растительные волокна связывают канцерогены, способствуя их

быстрому выведению из организма. Перечисленные лечебно-профилактические свойства плодов голубики позволяют отнести их к продуктам премиум-класса.

Вместе с тем важнейшим условием соответствия столь высокому уровню качества ягодной продукции данной культуры является минимизация использования при ее выращивании минеральных удобрений и химических препаратов, в том числе рострегулирующего и фунгицидного действия.

Многолетними исследованиями ученых Центрального ботанического сада НАН Беларуси, выполненными во всех агроклиматических зонах республики, подтверждена повышенная способность интродуцированных сортов голубики высокорослой к биосинтезу в плодах широкого спектра биологически активных соединений; в то же время была показана выраженная зависимость параметров их накопления от воздействия как регулируемых, так и нерегулируемых абиотических факторов [2, 3].

В последние годы на промышленных плантациях данной культуры для активизации ростовых процессов, повышения урожайности и получения высококачественной экологически чистой ягодной продукции практикуется применение биологических, в том числе микробных препаратов ростстимулирующего и фунгицидного действия. Это инициировало создание белорусскими учеными экологически безопасных отечественных ростовых регуляторов комплексного действия, одним из которых стал бактериальный препарат Экоберит – консорциум из штаммов бактерий рода *Bacillus* с ростстимулирующей, антимикробной, азотфиксирующей и фосфат-

мобилизующей активностями. Предполагается, что его применение при производстве саженцев голубики и обработке прикорневой зоны плодоносящих растений позволит получать посадочный материал и ягодную продукцию высокого качества.

Учитывая экспериментально обоснованную авторами зависимость темпов биосинтеза органических соединений разной химической природы от воздействия внешних факторов [4, 5], следовало ожидать определенного эффекта микробного препарата на основные биохимические характеристики плодов. Для объективного суждения о его степени было проведено сравнительное исследование влияния на них еще двух известных видов биорегуляторов роста – Ростмомента и Оксидата торфа «Голубика» с микроэлементами. Действующим веществом первого из них являются дрожжи *p. Saccharomyces* и продукты их метаболизма, а его препаративная форма представлена водорастворимыми гранулами (ВГ) с количеством жизнеспособных клеток в пределах $10 \pm 3\%$. Второй препарат представляет собой 4%-ный водный концентрат биологически активных веществ, содержащихся в природном продукте – торфе. В составе преобладают гуминовые и фульвовые кислоты (до 80%), также в него входят 16 аминокислот, из которых 9 – незаменимые.

Материалы и методы исследования

Полевые исследования выполнены в 2024 г. в южной агроклиматической зоне республики (Ганцевичский р-н Брестской обл.). На протяжении весеннего периода температурный фон существенно превышал среднюю многолетнюю норму при дефиците атмосфер-

ных осадков в марте и в наибольшей степени – в мае на фоне их избыточного выпадения в апреле, обусловившего достаточное увлажнение почвы и тем самым обеспечившего весьма комфортные условия для развития и более раннего, чем обычно, прохождения фенологических фаз опытными растениями.

Почва экспериментального участка – торфяно-глебовая, мелиорированная, развитая на слое пушицево-сфагнового верхового торфа, подстилаемом с глубины 50 см рыхлым разнородным песком. Торф среднеразложившийся, с зольностью 15% и содержанием P_2O_5 –131, K_2O – 180, Ca – 246, Mg – 32 мг/кг. Реакция почвенного раствора (pH_{H_2O}) в пристволевой зоне посадок голубики варьировалась в диапазоне 4,9–6,2, тогда как у мульчирующего слоя (древесные опилки) она составляла 4,9–5,3, а в междурядьях – 4,7–5,1.

Схема опыта включала 6 вариантов обработки растений: 1 – контроль (обработка водой); 2, 3 – обработка 0,4%-ми водными растворами препаратов Ростмомента и Оксидата торфа соответственно; 4–6 – обработка 1-, 2- и 5%-ми водными растворами Экоберита. Полив и внесение обозначенных препаратов осуществлялись в начале фазы бутонизации и далее 4 раза с интервалом в 15–20 дней до начала созревания плодов при норме расхода рабочего раствора 10 л/растение.

В период плодоношения опытных растений в усредненных свежих пробах плодов определяли содержание сухих веществ – по ГОСТ 31640–2012 [6]; аскорбиновой кислоты (витамина С) – стандартным индофенольным методом [7]; свободных органических (титруемых) кислот (общей кислотности) – объемным методом [7].

В высушенных при температуре 60 °С пробах определяли содержание: гидроксикоричных кислот (в пересчете на хлорогеновую) спектрофотометрическим методом [8]; растворимых сахаров – ускоренным полумикрометодом [9]; пектиновых веществ – кальциево-пектатным методом [7]; дубильных веществ (танинов) – титрометрическим методом Левенталя [10]; суммарное количество антоциановых пигментов – по методу Т. Swain, W.E. Hillis [11] с построением градуировочной кривой по кристаллическому цианидину, полученному из плодов аронии черноплодной и очищенному по методике Ю.Г. Скориковой и Э.А. Шафтан [12]; собственно антоцианов и суммы катехинов (с использованием ванилинового реактива) – фотоэлектроколориметрическим методом [13, 7]; суммы флавонолов (в пересчете на рутин) – спектрофотометрическим методом [7].

Все определения выполнены в двукратной биологической и трехкратной аналитической повторностях с последующей статистической обработкой экспериментальных данных по методике, принятой для биологических исследований [14] с использованием программы Microsoft Office Excel 2007.

Результаты обсуждения

По нашим данным, в рамках эксперимента плоды голубики характеризовались весьма широкими диапазонами варьирования содержания органических соединений разной химической природы, что свидетельствовало о существенном влиянии испытываемых препаратов на темпы их биосинтеза. Так, содержание в них сухих веществ изменялось в интервале 13,4–16,1% при

накоплении в воздушно-сухой массе свободных органических, аскорбиновой и гидроксикоричных кислот (соответственно 6,38–10,05%, 219,4–296,9 мг/100 г, 832,3–1684,2 мг/100 г); растворимых сахаров, в значительной мере определявших вкусовые свойства ягодной продукции, – в диапазоне 44,7–64,0%, тогда как пектинов – 6,35–8,71%, а дубильных веществ – 1,41–2,41% при варьировании показателя сахарокислотного индекса в интервале 5,3–10,0.

Как и следовало ожидать, плоды голубики оказались весьма богаты биофлавоноидами, общее количество которых изменялось по вариантам опыта в диапазоне 8909–14776 мг/100 г при расхождении крайних значений в 1,7 раза, что указывало на значительное влияние испытываемых агроприемов не только на параметры накопления этих чрезвычайно ценных в физиологическом плане соединений, но и на обусловленную ими Р-витаминную активность плодов опытных растений [15]. Доминирующее положение в составе биофлавоноидного комплекса плодов голубики принадлежало антоциановым пигментам, общая доля которых при содержании 5408–11362 мг/100 г составляла 61–77%. При этом на собственно антоцианы, содержание которых варьировалось в интервале 2540–7620 мг/100 г, приходилось 27–52%, тогда как относительная доля лейкоантоцианов (2128–3842 мг/100 г) составляла 24–39%. Долевое участие флавонолов выявлялось в диапазоне 18–36% при содержании 2299–3696 мг/100 г, а катехинов – не превышало 3–7% (248–674 мг/100 г).

Для количественной оценки степени влияния испытываемых препаратов на биохимический состав плодов голубики в вари-

антах опыта с их применением были определены относительные различия с контролем исследуемых показателей, приведенные в *табл. 1*.

Так, достоверное, хотя и незначительное увеличение содержания в них сухих веществ на 3–6% по сравнению с контролем установлено лишь в случаях применения Ростмомента и Оксидата торфа, тогда как при внесении Экоберита независимо от дозы отмечалось его снижение на 11–12% на фоне усиления биосинтеза свободных органических кислот по сравнению с контролем на 7–14%. При этом по мере увеличения дозы препарата наблюдалось последовательное нарастание этих различий до 53% при отсутствии достоверного влияния Ростмомента и Оксидата торфа на содержание титруемых кислот. Активизацию накопления данных соединений под действием бактериального препарата, с одной стороны, можно рассматривать как позитивное явление, учитывая их важное физиологическое значение для организма человека, но с другой стороны, ускорение их биосинтеза могло способствовать существенному подкислению (ухудшению вкуса) ягодной продукции.

Что касается аскорбиновой и гидроксикоричных кислот, то в изменении темпов их накопления выявлена весьма неоднородная картина, указывавшая на их увеличение в первом случае на 26–31%, причем исключительно при использовании Оксидата торфа и минимальной дозы Экоберита при сопоставимости с контролем параметров накопления аскорбата в остальных вариантах опыта. Вместе с тем применение почти всех испытываемых препаратов способствовало обогащению плодов гидроксикоричными кислотами на 24–87%,

и лишь при внесении Ростмомента имело место незначительное, не превышавшее 8%, снижение их содержания (табл. 1).

При сравнительном исследовании ответной реакции углеводного комплекса плодов голубики на использование биопрепаратов установлено, что увеличение на 9% содержания растворимых сахаров, определяющих вкуче с органическими кислотами их вкусовые свойства, выявлено лишь при обработке Ростмомента. В остальных же вариантах опыта наблюдалось снижение их содержания на 9–24%; наиболее значительное, причем сходное по величине, – на фоне применения Оксидата торфа и минимальной дозы Экоберита, по мере увеличения которой наблюдалось заметное нивелирование различий с контролем по данному признаку. В вариантах опыта с внесением Ростмомента и Оксидата торфа показанное выше отсутствие достоверных различий с контролем по содержанию

в плодах титруемых кислот обусловило практически идентичные приведенным для растворимых сахаров изменения показателя сахарокислотного индекса – увеличение на 11% в первом случае и снижение на 24% во втором. При использовании же бактериального препарата, несмотря на ослабление ингибирования биосинтеза растворимых сахаров по мере увеличения его концентрации, показанная выше последовательная активизация в этом направлении накопления в плодах свободных органических кислот привела к весьма значительному снижению сахарокислотного индекса относительно контроля – на 28–29% в вариантах с использованием Экоберита в 1- и 2%-ной концентрациях и достигнутому 41% – при ее максимальной величине, что однозначно указывало на существенное снижение сладости ягодной продукции (табл. 1).

Что касается пектиновых веществ, то лишь при использова-

нии Ростмомента отмечен рост их содержания в плодах на 9% относительно контроля при отсутствии влияния на данный показатель Оксидата торфа и 2%-ной концентрации Экоберита, тогда как применение последнего в минимальной и максимальной концентрациях приводило к его снижению на 15–20%. Вместе с тем под действием испытываемых биопрепаратов наблюдалось увеличение содержания в плодах дубильных веществ на 24–71%: наибольшее – на фоне 5%-ной концентрации Экоберита и наименьшее – Ростмомента.

Особый интерес в данных исследованиях представлял характер ответной реакции Р-витаминного комплекса плодов голубики на испытываемые агроприемы. Так, несмотря на рост на фоне их применения общего выхода биофлавоноидов, наиболее эффективным оказалось внесение Оксидата торфа, обеспечившее усиление их накопления на 52% относительно контроля, обусловленное преимущественно активизацией биосинтеза собственно антоцианов и катехинов. Применение же Экоберита независимо от концентрации раствора способствовало усилению накопления в основном катехинов и флавонолов при заметном ослаблении либо крайне незначительном увеличении содержания антоциановых пигментов. Противоположные изменения в содержании обозначенных соединений обусловили отсутствие значимых различий с контролем по общему количеству Р-витаминов на фоне использования его минимальной концентрации, увеличение которой способствовало обогащению плодов биофлавоноидами на 6–18% при наибольшей результативности 2%-ной концентрации. Заметим, что данный эффект был вызван преимущественно активизацией

Показатель	Ростмомент, 0,4 %	Оксидат торфа, 0,4 %	Экоберит, %		
			1,0	2,0	5,0
Сухие вещества	+5,9	+3,3	-11,8	-11,2	-11,8
Свободн. орг. кислоты	-	-	+7,0	+14,2	+53,2
Аскорбиновая кислота	-	+30,9	+26,4	-	-
Гидроксикор. кислоты	-7,5	+24,1	+74,6	+87,3	+82,5
Растворимые сахара	+9,0	-23,9	-22,1	-18,7	-8,5
Сахарокисл. индекс	+11,0	-24,4	-27,8	-28,9	-41,1
Пектиновые вещества	+8,6	-	-15,2	-	-20,8
Собственно антоцианы	-	+136,6	-21,1	+4,3	+13,7
Лейкоантоцианы	-43,6	-	-13,7	-	-19,9
Сумма антоциан. пигм.	-22,7	+62,5	-17,1	+3,0	-4,5
Катехины	-37,1	+70,6	+47,7	+24,9	+71,1
Флавонолы	+41,5	+19,3	+38,5	+60,7	+26,7
Сумма биофлавоноидов	-8,0	+52,5	-	+17,6	+6,0
Дубильные вещества	+24,1	+44,7	+37,6	+37,6	+70,9

Таблица 1. Относительные различия с контролем вариантов полевого опыта с применением испытываемых препаратов по характеристикам биохимического состава плодов *V. corymbosum*, %

Прочерк означает отсутствие статистически значимых по *t*-критерию Стьюдента различий с контролем при $p < 0,05$

Показатели	Контроль	Ростмомент, 0,4 %	Оксидат торфа, 0,4 %	Экоберит, %		
				1,0	2,0	5,0
Сухие вещества	-	max	-	min	min	min
Свободн. орг. кислоты	min	min	min	-	-	max
Аскорбиновая кислота	min	-	max	-	min	min
Гидроксикор. кислоты	-	min	-	-	max	max
Растворимые сахара	-	max	min	min	-	-
Сахарокисл. индекс	-	max	min	min	-	-
Пектиновые вещества	-	max	-	-	-	min
Собственно антоцианы	-	-	max	min	-	-
Лейкоантоцианы	max	min	max	-	max	-
Сумма антоциан. пигм.	-	min	max	-	-	-
Катехины	-	min	max	-	-	max
Флавонолы	min	-	-	-	max	-
Сумма биофлавоп.	-	min	max	-	-	-
Дубильные вещества	min	-	-	-	-	max

Таблица 2. Варианты полевого опыта с применением испытываемых препаратов с наибольшими (max) и наименьшими (min) характеристиками биохимического состава плодов *V. corymbosum*

биосинтеза флавонолов, а на фоне максимальной дозы Экоберита – катехинов. Лишь в единичном случае (при применении Ростмомента) показано обеднение плодов Р-витаминами на 8% по сравнению с контролем, связанное с ингибированием биосинтеза катехинов и близких им по химической природе лейкоантоцианов на 37 и 44% соответственно. При этом, несмотря на отсутствие различий с контролем в содержании собственно антоцианов и активизацию накопления флавонолов на 42%, в изменении суммарного количества биофлавоноидов под действием данного препарата был получен отрицательный эффект.

Как видим, использование испытываемых биологических препаратов способствовало обогащению плодов голубики преимущественно свободными органическими кислотами, биофлавоноидами и дубильными веществами на фоне обеднения пектинами и растворимыми сахарами при снижении содержания сухих веществ и показателя сахарокислотного индекса.

На основании результатов биохимического скрининга плодов голубики в рамках эксперимента выявлены наибольшие и наименьшие значения анализируемых признаков (табл. 2). Максимальными, причем сопоставимыми параметрами накопления в плодах гидроксикоричных кислот отмечены варианты с использованием Экоберита в 2- и 5%-ной концентрациях; лейкоантоцианов – контроль и варианты с внесением Оксидата торфа и Экоберита в 2%-ной концентрации; катехинов – при применении Оксидата торфа и Экоберита в 5%-ной концентрации, тогда как минимальным содержанием сухих веществ характеризовались все варианты опыта с использованием Экоберита, титруемых кислот – контроль и варианты с применением Ростмомента и Оксидата торфа, аскорбиновой кислоты – контроль и опытные образцы с внесением Экоберита в средней и максимальной концентрациях, а наименьшее количество растворимых сахаров

и минимальные значения сахарокислотного индекса установлены на фоне применения Оксидата торфа и 1%-ной концентрации Экоберита.

Как видим, наиболее выраженное индивидуальное стимулирующее действие на накопление в плодах голубики сухих и пектиновых веществ, а также биосинтез растворимых сахаров оказывало применение Ростмомента, а титруемых кислот и дубильных веществ – 5%-ного Экоберита, тогда как уровень аскорбиновой кислоты, собственно антоцианов и общий выход биофлавоноидов обуславливало использование Оксидата торфа, а флавонолов – средней концентрации Экоберита. При этом минимальное в рамках эксперимента содержание флавонолов и дубильных веществ выявлено в контроле, а наибольшее ингибирующее индивидуальное воздействие на биосинтез гидроксикоричных кислот, лейкоантоцианов и катехинов установлено при использовании Ростмомента, собственно антоцианов – минимальной

концентрации Экоберита, а пектиновых веществ – напротив, максимальной.

С целью выявления препарата с наиболее заметным позитивным влиянием на биохимический состав ягод проведено ранжирование вариантов опыта в порядке снижения интегрального уровня их питательной и витаминной ценности по совокупности показателей, приведенных в *табл. 1*. В соответствии с методическим приемом, принятым для исследования ответной реакции опытных растений на применение испытываемых биопрепаратов [16], осуществлено повариантное суммирование относительных размеров положительных и отрицательных различий с контролем 14 исследуемых характеристик биохимического состава плодов. По величине амплитуды выявленных различий можно судить о степени влияния каждого агроприема на качество плодов. На основании кратного размера соотношения достоверных позитивных и негативных сдвигов в их биохимическом составе можно оценить степень изменений интегрального уровня питательной и витаминной ценности ягодной продукции в ту или иную сторону, приняв за 1 контрольный вариант опыта.

Как следует из *табл. 3*, амплитуда выявленных изменений совокупности биохимических

характеристик плодов по сравнению с контролем варьировалась в диапазоне 219,0–492,8% с минимальным значением при использовании Ростмомента, максимальным – при внесении Экоберита в 5%-ной концентрации и в большей степени – Оксидата торфа.

Нетрудно убедиться, что степень влияния данных препаратов на качество ягодной продукции превышала воздействие Ростмомента (соответственно в 2,0 и 2,3 раза), тогда как при внесении меньших концентраций бактериального препарата данный разрыв сокращался до 1,4–1,6 раза. Вместе с тем большинство испытываемых агроприемов обеспечивало более высокий, чем в контроле, интегральный уровень питательной и витаминной ценности плодов по совокупности 14 биохимических характеристик, оцениваемый по величине соотношения суммарных значений их положительных и отрицательных отклонений от него под действием регуляторов роста.

Заметим, что лишь применение Ростмомента обусловило превышение степени его негативного влияния на качество плодов голубики над позитивным (в 1,2 раза), что подтверждалось также отрицательным значением результирующего показателя по совокуп-

ности биохимических характеристик (*табл. 3*). Во всех же остальных вариантах опыта отмечено значительное улучшение качества ягодной продукции по данному признаку; его степень варьировалась в рамках эксперимента от 1,8 раза (на фоне применения Экоберита в минимальной концентрации) до 9,2 раза (при использовании Оксидата торфа) при 5-кратном расхождении данных показателей. Однако внесение более высоких концентраций микробного препарата способствовало значительному сокращению данного разрыва – до 2–3-кратной величины, причем наиболее результативной оказалась 2%-ная концентрация Экоберита.

В соответствии со снижением интегрального уровня питательной и витаминной ценности плодов голубики под действием испытываемых агроприемов относительно контроля, варианты полевого опыта были расположены в нижеприведенной последовательности:

Оксидат торфа 0,4% > *Экоберит* 2% > *Экоберит* 5% > *Экоберит* 1% > *Контроль* > *Ростмомент* 0,4%.

Нетрудно убедиться, что применение биопрепаратов оказало значительное позитивное влияние на качество ягод голубики, оцениваемое по совокупности 14 биохимических характеристик. При этом наиболее эффективным агроприемом, обеспечившим превышение контрольного уровня питательной и витаминной ценности плодов в 4,2 и 9,2 раза, оказалось внесение Экоберита в 2%-ной концентрации; вдвое более результативным стало использование Оксидата торфа, тогда как менее успешным – бактериального препарата в максимальной и особенно минимальной концентрациях, а абсолютно

Вариант опыта и концентрация препарата, %	Относительные различия, %				
	положит.	отрицат.	амплитуда	положит./отрицат.	совокупн. эффект
Ростмомент, 0,4	100,1	118,9	219,0	0,8	-18,8
Оксидат торфа, 0,4	444,5	48,3	492,8	9,2	+396,2
Экоберит, 1,0	231,8	128,8	360,6	1,8	+103,0
Экоберит, 2,0	249,6	58,8	308,4	4,2	+190,8
Экоберит, 5,0	324,1	106,6	430,7	3,0	+217,5

Таблица 3. Относительные размеры, амплитуды и соотношения разноориентированных различий с контролем вариантов полевого опыта с применением испытываемых препаратов по биохимическому составу плодов *V. corymbosum*, %

неэффективным, обусловившим ухудшение качества ягодной продукции в 1,3 раза по сравнению с контролем, следует признать внесение Ростмомента.

* * *

В результате сравнительного исследования в опытной культуре в южной агроклиматической зоне республики влияния биологических препаратов ростстимулирующего действия Ростмомент и Оксидат торфа «Голубика» с микроэлементами (каждого в 0,4%-ной концентрации водного раствора), а также нового бактериального препарата Экоберит (в 1-, 2- и 5%-ной концентрациях) на накопление в плодах голубики высокорослой ряда органических кислот, углеводов и фенольных соединений установлено преимущественное обогащение их свободными органическими и гидроксикоричными кислотами, биофлавоноидами и дубильными веществами на фоне обеднения пектинами и растворимыми сахарами при снижении содержания сухих веществ и показателя сахарокислотного индекса, а также неоднозначных изменений в содержании аскорбиновой кислоты.

Испытываемые препараты вызвали существенный положительный эффект в отношении интегрального уровня питательной и витаминной ценности продукции по совокупности 14 биохимических характеристик при наибольшей эффективности – с превышением контрольного уровня в 4,2 и 9,2 раза – внесения Экоберита в 2%-ной концентрации и вдвое большей – Оксидата торфа. Менее результативным было применение бактериального препарата в максимальной и особенно минимальной концентрациях, а абсолютно неэффективным – Ростмомента. ■

■ **Summary.** The article presents the results of a comparative study of the effect of biological growth regulators Rostmoment and Blueberry Peat Oxidate with microelements (each at a concentration of 0.4%), as well as a new bacterial preparation with fungicidal action Ecoberit at concentrations of 1, 2 and 5% on the biochemical composition of highbush blueberry fruits in an experimental culture. It was established that they are predominantly enriched with free organic and hydroxycinnamic acids, bioflavonoids and tannins against the background of depletion of pectins and soluble sugars with a decrease in the content of dry matter and the sugar-acid index, as well as ambiguous changes in the content of ascorbic acid. It was shown that the tested biopreparations had a significant positive effect on the integral level of nutritional and vitamin value of blueberry fruits in a set of 14 biochemical characteristics with the highest efficiency exceeding the control level by 4,2 and 9,2 times for the application of Ecoberit in a 2% concentration and twice as much for Peat Oxidate, while the use of the bacterial preparation in maximum and especially minimum concentrations was less successful, and the application of Rostmoment should be recognized as absolutely ineffective, causing a deterioration in the quality of berry products by 1.3 times compared to the control.

■ **Keywords:** biological growth regulators, bacterial fungicide, highbush blueberry, fruits, biochemical composition, organic acids, carbohydrates, phenolic compounds.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-59-65>

Статья поступила в редакцию
20.05.2025 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Карабанов И.А. Флавоноиды в мире растений / И.А. Карабанов. – Минск, 1981.
2. Возделывание голубики на торфяных выработках Припятского Полесья: (физиолого-биохимические аспекты развития) / Ж.А. Рупасова [и др.]. – Минск, 2016.
3. Возделывание жимолости и голубики на рекультивируемых торфяниках низинного типа с использованием органических удобрений и микроэlementного стимулятора Наноплант / Ж.А. Рупасова [и др.]. – Минск, 2021.
4. Влияние препаратов с фунгицидной активностью на накопление органических кислот и углеводов в плодах голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) в условиях Беларуси / Ж.А. Рупасова [и др.] // Экологические системы и приборы. 2023. №8. С. 25–32.
5. Влияние микробных препаратов с фунгицидной активностью на питательную и витаминную ценность плодов голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) в условиях Беларуси / Ж.А. Рупасова [и др.] // Микробные биотехнологии: фундаментальные и прикладные аспекты. 2024. Т. 16. С. 165–183.
- 6.орма. Методы определения содержания сухого вещества: ГОСТ 31640–2012. – Введ. 01.07.2013. – М., 2012.
7. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л., 1987.
8. Марсов, Н.Г. Фитохимическое изучение и биологическая активность брусники, клюквы и черники. – Дисс. канд. фармацевт. наук. – Пермь, 2006. С. 99–101.
9. Большой практикум «Биохимия». Лабораторные работы: учеб. пособие. / сост. М.Г. Кусакина, В.И. Суворов, Л.А. Чудинова. – Пермь, 2012.
10. Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье // Государственная фармакопея СССР. – М., 1987. – Вып. 1: Общие методы анализа. С. 286–287.
11. Swain T. The phenolic constituents of *Prunus Domestica*. 1. The quantitative analysis of phenolic constituents / T. Swain, W. Hillis // J. Sci. Food Agric. 1959. Vol. 10, №1. P. 63–68.
12. Скорикова Ю.Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю.Г. Скорикова, Э.А. Шафтан // Тр. 3 Всесоюз. семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. С. 451–461.
13. Методика определения антоцианов в плодах аронии черноплодной / В.Ю. Андреев [и др.] // Фармация. 2013. №3. С. 19–21.
14. Теория вероятностей и математическая статистика. Математические модели. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В.Д. Мятлев [и др.]. – М., 2009.
15. Рупасова Ж.А., Павловский Н.Б., Привалов Ф.И., Мандрик-Литвинкович М.Н., Коломиец Э.И. Влияние биологических средств защиты и регуляции роста растений на биофлавоноидный комплекс плодов *vaccinium corymbosum* l. (голубики высокорослой) в условиях Беларуси. // Доклады НАН Беларуси. 2025. Т. 69, №2.
16. Способ ранжирования таксонов растения / Ж.А. Рупасова [и др.] / Мн.: Патент на изобретение №17648 от 08.07.201.

Аннотация. В статье на примере 50 однотипных контрагентов рассматриваются основные подходы к кластеризации схожих данных, характеризующих хозяйственную деятельность этих субъектов. Сравнение проводится между базовыми алгоритмами кластеризации с использованием евклидова расстояния и типовым агломеративным алгоритмом на основе расстояния Махаланобиса, который учитывает ковариационные оценки элементов из приведенного набора. Исследуется последовательное применение разных типов алгоритмов в отношении компаний, а также изменение зависимости при применении различных аналитических процедур. По итогам анализа делаются выводы о преимуществах и недостатках методов, отмечается целесообразность последовательного применения алгоритмов различного типа для выявления скрытых причин, которые оказывают влияние на деятельность юридических лиц и не являются очевидными при проведении стандартного финансового анализа работы предприятия.

Ключевые слова: анализ данных, финансовые данные, большие данные, массив данных, прогнозирование, аналитика, распределение данных, финансовые характеристики, финансовый анализ, банковский скоринг, кредитная политика, управляющая компания, дочерняя компания, кластеризация, евклидово расстояние, расстояние Махаланобиса, связанные контрагенты, скоринг, скоринговые процедуры, анализ связанности.

Для цитирования: Рагель Д. Методы кластеризации показателей при финансовой оценке взаимосвязанных контрагентов // Наука и инновации. 2025. №10. С. 66–69. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-66-69>



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

Методы кластеризации показателей при финансовой оценке взаимосвязанных контрагентов

УДК 336.774.3

При проведении анализа эффективности работы контрагентов зачастую возникает необходимость в классификации и поиске зависимых показателей в предоставленных наборах финансовых данных, которые могли бы указывать на связанность различных компаний, что является существенным фактором оценки их результативности. При этом на основании чисто финансовых инструментов его непросто обнаружить из-за высокой трудоемкости аналитических операций. Менее сложно и более эффективно применение процедур нефинансового характера в сочетании со стандартными инструментами анализа хозяйственной деятельности субъектов хозяйствования.

Существует достаточно большое количество методов, ориентированных на распределение массивов однотипной информации, которые указывают на имеющиеся зависимости и помогают оценить их характер. Однако такой тип методов не очень распространен, так как не представляет собой исключительно финансовый инструмент и по этой причине не дает однозначных выводов, характеризующих экономическую деятельность компаний. В то же время на основании общих классификационных подходов можно сделать выводы о взаимосвязи субъектов или разбить их на определенные категории для осуществления дальнейшего анализа. Для этого предусмотрено достаточно большое количество методик, но в данном случае сравним два наиболее распространенных типа и установим достоверность результатов с применением расчета евклидова расстояния между имеющимися данными с использованием алгоритма агломеративной кластеризации, рассчитываемого по формуле Махаланобиса. В результате сравнения необходимо понять и сравнить их полезность с точки зрения финансового анализа и результатов, которые можно получить и проинтерпретировать в рамках оценочных скоринговых процедур.

Формула евклидова расстояния позволяет найти численную характеристику, определяющую разницу между сравниваемыми векторами данных рассматриваемых контрагентов (1):

$$d(A, B) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2}, \quad (1)$$

где x_1 и x_2 , y_1 и y_2 – характеристики сравниваемых векторов данных.

Далее при помощи отбора на основании алгоритмов ближайшего либо дальнего соседа можно описать кластеры контрагентов, то есть выделить типы значений для того, чтобы сделать выводы и классифицировать их по ходу дальнейшего анализа. С помощью алгоритма ближайшего соседа осуществляется поиск прилегающих значений и с учетом этого производится поэтапный отбор минимальных расстояний и разбиение на кластеры (2):

$$d(X_1, X_2) = \min d(x, y), \quad (2)$$

где x, y – сравниваемые характеристики элементов массива с данными;

X_1, X_2 – сравниваемые в ходе анализа контрагенты.

При поиске дальнего соседа проводится поэтапный отбор максимальных расстояний между сопоставимыми значениями (3):

$$d(X_1, X_2) = \max d(x, y). \quad (3)$$

В случае расстояния Махаланобиса учитывается сходство рассматриваемых выборок, расчет производится с учетом корреляционных характеристик их значений (4). По итогам разбиения последних на классы можно говорить о некоторой зависимости самих анализируемых совокупностей значений:

$$d(A, B) = \sqrt{(x - y)^T S^{-1} (x - y)}, \quad (4)$$

где x, y – векторы данных,
 S^{-1} – обратная матрица ковариации.

На основании этого можно проанализировать данные контрагентов с целью разделения их на классы для дальнейшей оценки взаимосвязанности. Для этого были отобраны сведения, характеризующие экономическую эффективность ряда субъектов хозяйствования, занимающихся сходной деятельностью на идентичных рынках, при этом перед началом исследования был осуществлен поиск связанности между некоторыми из рассматриваемых предприятий.

Используемый набор данных содержал в себе информацию о 50 компаниях, которые необходимо разбить на группы в зависимости от значений показателей. Таким образом, имелась в наличии таблица с 50 записями, каждая из которых содержала параметр X_1 – объем выручки от реализации и X_2 – размер чистой прибыли. На их базе требовалось классифицировать юридические лица со сходными характеристиками по предварительным оценкам.

При выполнении кластеризации на основании евклидова расстояния применялся ряд допущений и предпосылок, связанных с особенностью алгоритма, заключающегося в поиске минимального расстояния между объектами и на основе этого формировании их сходных групп. Для настройки алгоритма использовались следующие ограничения: 2 кластера выбирались вследствие эмпирической оценки, остановка итераций происходила в момент получения равноценных значений расстояний между группами.

Листинг 1. Программный код для расчета евклидова расстояния с использованием метода ближайшего соседа

```
# Расчет Евклидова расстояния:
matrix = pdist(X, metric='euclidean').

# Метод ближайшего соседа:
link_matrix = sch.linkage(matrix, method='single').

# Количество кластеров, в данном случае 2:
c = fcluster(link_matrix, t=2, criterion='maxclust').
```

На рис. 1 отображены сформированные кластеры, не создающие четких групп и не имеющие существенных особенностей и взаимосвязанности контрагентов. При реализации алгоритма расчета евклидова расстояния путем поиска дальнего соседа наблюдается сходная картина (рис. 2). Такой результат закономерен, так как алгоритм поиска не меняется и в модель оценки не вводятся дополнительные факторы, которые могут каким-то образом скорректировать итоги реализуемых процедур. Это достаточно важное условие при анализе набора данных, имеющих определенные экономические и общественные характеристики.

Листинг 2. Программный код для расчета евклидова расстояния с использованием метода дальнего соседа

```
# Расчет Евклидова расстояния:
matrix = pdist(X, metric='euclidean').

# Метод дальнего соседа:
link_matrix = sch.linkage(matrix, method='complete').

# Количество кластеров, в данном случае 2:
c = fcluster(link_matrix, t=2, criterion='maxclust').
```

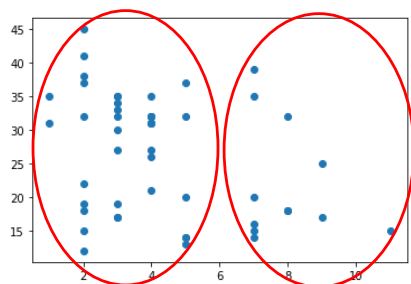


Рис. 1. Результаты кластеризации данных на основании расчета евклидова расстояния с использованием метода ближайшего соседа

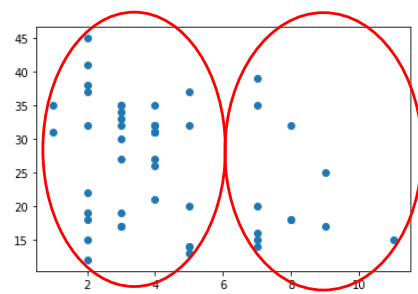


Рис. 2. Результаты кластеризации данных на основании расчета евклидова расстояния методом дальнего соседа

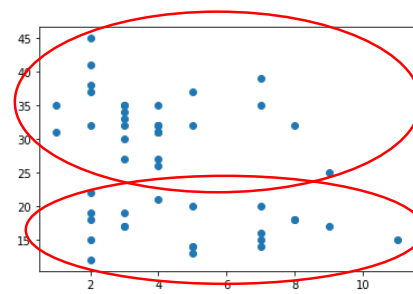


Рис. 3. Результаты кластеризации данных на основании расчета расстояния Махаланобиса с использованием метода ближайшего соседа

Сегментация данных на основании расстояния Махаланобиса

При использовании алгоритма агломеративной кластеризации, подразумевающего учет корреляции между данными и за счет этого инвариативного к масштабу их объема, мы получили картину, которая меняется из-за того, что при расчете расстояния учитывается ковариация между элементами, и именно такой тип оценки позволяет проводить дальнейший анализ на предмет их связанности (рис. 3). Предоставляется возможность рассматривать контрагентов с точки зрения происходящих в их деятельности изменений и с учетом этого корректировать последующие аналитические процедуры.

Листинг 3. Программный код расчета расстояния Махаланобиса

```
# Расчет матрицы ковариации:
cov_matrix = np.cov(X.T).

# Расчет обратной ковариационной матрицы:
icov_matrix = np.linalg.inv(cov_matrix).

# Функция для расчета расстояния Махаланобиса:
def mah_dist(x, y, icov_matrix):
    d = x - y
    return np.sqrt(np.dot(np.dot(d, icov_matrix), diff.T)).

# Вычисление матрицы расстояний Махаланобиса между всеми парами точек:
dist_matrix = cdist(X, X, metric=lambda u, v: mah_dist(u, v, icov_matrix)).

# Иерархическая агломеративная кластеризация с использованием метода ближайшего соседа:
c = linkage(dist_matrix, method='single').
```

На *рис. 3* представлено разделение групп с учетом связанности их деятельности и согласованности в динамике представленных данных. Однако только на основании реализации этого алгоритма кластеризации нельзя утверждать о взаимозависимости рассматриваемых значений отдельных показателей либо общих результатов деятельности контрагентов, но при этом можно определить направление проведения дальнейшего анализа. Предположим, что на начальном этапе сходные по деятельности, либо объединенные по каким-либо не выявленным в данный момент признакам компании оказались в одном кластере. Это позволяет сделать первоначальные выводы об их связанности и конкретизировать дальнейшие аналитические процедуры. В таком случае агломеративные алгоритмы более эффективны, и их реализация более целесообразна в рамках скоринговых процедур, так как дает возможность обратить внимание на возможность существования связанности между оцениваемыми субъектами. Кроме того, по итогам реализации алгоритмов прослеживаются различия в разбиении на кластеры имеющих данных, и с учетом этого можно сделать выводы о наличии дополнительных факторов, под воздействием которых картина распределения изучаемых элементов изменилась. Следовательно, скрытые причины, которые в данный момент не конкретизированы, оказывают существенное влияние на работу организаций и, базируясь на этом, следует принять решение о необходимости дальнейших аналитических процедур, а также о качестве инструментария для последующего анализа.

Надо заметить, что результаты последовательного использования алгоритмов кластеризации разного типа еще не говорят о наличии связанности, они просто обращают внимание на определенную синхронность динамики работы некоторых из рассматриваемых субъектов, а также на наличие факторов, которые являются существенными для проведения оценки хозяйственной деятельности, но не учтены на данном этапе аналитики. Ее применение на примере большого объема информации позволит сформировать оценочную шкалу, на основании которой можно будет охарактеризовать силу влияния скрытых факторов на характер работы рассматриваемых контрагентов.

В ходе исследования особенностей оценки их связанности рассмотрены два типа алгоритмов: на основании евклидова расстояния и с расчетом расстояния Махаланобиса. Второй тип, учитывающий корреляционные оценки показателей, продемонстрировал более высокую эффективность при ре-

ализации скоринговых процедур оценки компаний, так как по его результатам можно сделать выводы о наличии дополнительных факторов, оказывающих влияние на элементы рассматриваемого набора данных. Если мы ведем речь о субъектах хозяйствования, то использование агломеративных алгоритмов позволяет сделать начальные выводы об их связанности, что является существенным признаком при банковской оценке их деятельности. Помимо этого следует отметить, что проведение процедур кластеризации на основании евклидова расстояния и далее агломеративной процедуры, например, по расчету расстояния Махаланобиса, дает возможность судить о силе воздействия невыявленных факторов на экономическую эффективность рассматриваемой группы предприятий. ■

■ **Summary.** The article examines the main approaches to clustering of similar data characterizing the economic activity of these entities using fifty similar counterparties as an example. A comparison is made between the basic clustering algorithms using the Euclidean distance and the typical agglomerative algorithm based on the Mahalanobis distance, which considers the covariance estimates of elements from the set under consideration. The article examines the consistent application of different types of algorithms to economic entities. In addition, it examines the change in dependence when applying various analytical procedures. Based on the analysis, conclusions are made about the advantages and disadvantages of the above algorithms, and it is noted that it is advisable to consistently apply algorithms of various types to identify hidden causes that affect the activities of legal entities and that are not obvious when conducting a standard financial analysis of the activities of business entities.

■ **Keywords:** data analysis, financial data, big data, data array, scoring, analytics, data distribution, financial characteristics, financial analysis, bank scoring, credit policy, management company, subsidiary, clustering, Euclidean distance, Mahalanobis distance, related counterparties, scoring, relatedness analysis.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-66-69>

Статья поступила в редакцию
17.01.2025 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. Пенникаса. – 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. – Oakland, 2012.

Вклад в познание фауны шмелей

(*Hymenoptera: Apoidea: Bombus Latr.*) – Опылителей клеверов Беларуси

В различных типах биомов шмели (*Hymenoptera: Apidae: Bombus Latr.*) играют одну из ключевых ролей в функционировании экосистем, связанную с опылением большого количества энтомофильных растений. По сравнению с другими группами пчел шмели обладают значительным видовым богатством в высоких широтах и способны успешно добывать корм в экстремальных климатических условиях [3–5]. Наиболее актуальный вопрос изучения шмелей Беларуси – выявление мест гнездования и спектра кормовых растений, ландшафтно-биотопического распределения, многолетней динамики численности видов. В частности, изучение мест гнездования шмелей в условиях урболандшафта исследуемых территорий позволяет выработать реальные меры по охране многих редких и практически значимых видов шмелей.



Дарья Хвир,
аспирант НПЦ НАН Беларуси
по биоресурсам,
магистр биологии;
daryalauryenia@gmail.com

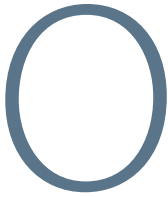


Аннотация. На территории трех агроклиматических зон Беларуси в качестве посетителей цветков и соцветий клеверов зарегистрировано 27 видов шмелей (*Bombus Latr. s.l.*), в том числе 19 видов собственно шмелей (*Bombus Latr. s.str.*) и 8 – шмелей-кукушек (*Bombus (Psithyrus) Lep.*). По результатам собственных наблюдений для каждого вида приведена биотопическая приуроченность, а также дан экологический анализ населения шмелей Беларуси. В статье обобщены данные о шмелях-кукушках – естественных паразитах шмелей. В Северной зоне отмечен 21 вид, Центральной – 25 видов, в Южной – 15 видов.

Ключевые слова: агроклиматические зоны, биологическое разнообразие, пчелиные, опылители.

Для цитирования: Хвир Д. Вклад в познание фауны шмелей (*Hymenoptera: Apoidea: Bombus latr.*) – опылителей клеверов Беларуси // Наука и инновации. 2025. №10. С. 70–76.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-70-76>



Основная цель данной работы – представить результаты многолетних исследований биотопического распределения и фенологии видов шмелей и шмелей-кукушек трех агроклиматических областей Беларуси.

Насколько нам известно, научная тематика, касающаяся регионального расселения шмелей в центральной части Беларуси и на прилегающих территориях, представлена в литературных источниках недостаточно широко. Изучение фауны указанной местности связано с именем Н.В. Добро-творского, и он публикует ряд работ, посвященных исследованию рода шмелей. Наиболее полными сводками являются «Материалы к познанию фауны шмелей Беларуси» (1928 г.) и «Наши шмели» (1928 г.), где в качестве населяющих территорию Беларуси указывается 24 вида шмелей, из отмеченных для Минской области – 21 вид. К. Ренард и А. Лаппо в 1928 г. приводят для Минской области следующие виды шмелей – опылителей красного клевера (табл. 1) [2, 11, 13].

Можно сделать вывод, что фауна и экология шмелей центральной части Беларуси и прилегающих территорий изучены недостаточно. Поэтому любые новые данные, относящиеся к этому региону, важны. Полученные результаты рассматриваются в общем аспекте изучения влияния глобальных климатических тенденций на насекомых. В ходе данного исследования были дополнены имеющиеся и получены новые сведения о фауне шмелей нашей страны.

Материалы и методы

Шмели собирались методом случайной выборки в исследуемых местообитаниях с помощью энтомологического сачка. Такой способ сбора насекомых позволяет сделать правильные выводы о соотноше-

Название видов в оригинале	Валидное название
<i>Bombus lapidarius</i> L.	<i>Bombus lapidarius</i> L.
<i>Bombus equester</i> F.	<i>Bombus equestris</i> F.
<i>Bombus variabilis</i> Schmied.	<i>Bombus solstitialis</i> Pz.
<i>Bombus agrorum</i> F.	<i>Bombus pascuorum</i> P.
<i>Bombus scrimshiranus</i> Kirby.	<i>Bombus jonellus</i> Kirby.
<i>Bombus cognatus</i> Steph.	<i>Bombus muscorum</i> F.

Таблица 1. Список видов шмелей, которых К. Ренард и А. Лаппо (1928) отмечали как опылителей красного клевера для Беларуси

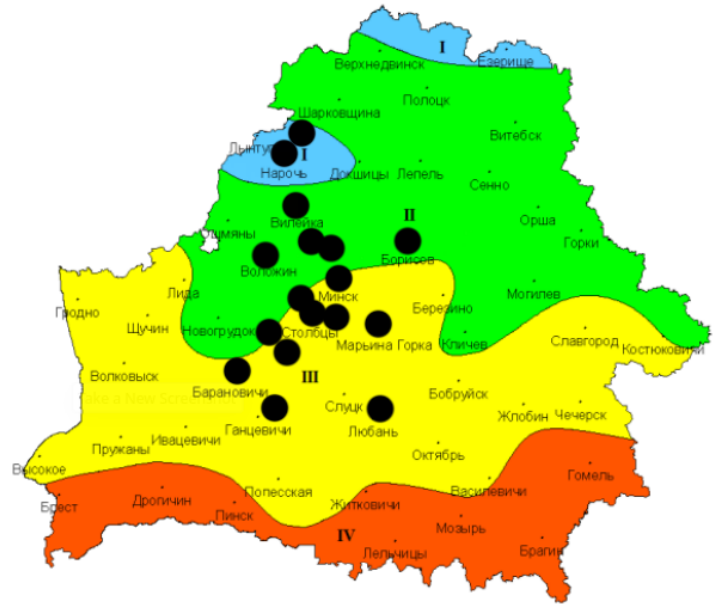


Рис. 1. Границы агроклиматических областей Беларуси: I – Северная, II – Центральная, III – Южная, IV – Новая

Балл, <i>a</i>	Граница классового интервала	Словесная характеристика относительного обилия видов
нижняя <i>l</i> (<i>a</i> /min)	верхняя <i>l</i> (<i>a</i> /max)	
1	1	Единично
2	+1	Мало
3	+1	Средне
4	+1	Много
5	+1	= <i>N</i> Очень много

Таблица 2. Пятибалльная логарифмическая шкала оценки относительного обилия видов (Песенко, 1982)

нии видов в сообществах [6, 10, 12]. Часть шмелей собирали вручную на обочинах дорог.

Полевые исследования проводились в июне-августе 2020–2023 гг. (рис. 1) на территории трех агроклиматических зон. В 1973 г. была разработана схема агроклиматического районирования территории Беларуси, в которой для выделения агроклиматических областей использованы суммы температур выше 10 °С. Согласно этой классификации, территория республики была разделена на три агроклиматические области: Северную, Центральную и Южную. В условиях современного изменения климата агроклиматические ресурсы территорий меняются, а вместе с ними – и границы агроклиматических зон (областей). Впервые смещение этих границ в результате климатических колебаний и появление четвертой, Новой агроклиматической области

отмечено в 2015 г. Теплая погода в периоды активной вегетации последующих лет (особенно аномально жаркое лето в 2010, 2014, 2015 гг.) еще более трансформировали очертания агроклиматических областей и расширили границы Новой агроклиматической области. Таким образом, для Беларуси сейчас выделяют четыре агроклиматические зоны – Северную, Центральную, Южную и Новую.

Всего было собрано 1043 особи шмелей. Виды данных насекомых определялись по Лёкёну (1973, 1984) и Панфилову (1978). Идентификация видов комплекса *Bombus lucorum* по Расмонту (1984), Расмонту и др. (1986), Расмонту и Терзо (2017). Номенклатура видов шмелей соответствует Уильямсу (2019). Анализ типов распространения дан по Городкову (1984), Пеккаринену и Терасу (1993).

Относительное обилие видов определяли по доле особей в сборах (в %) и по пятибалльной логарифмической шкале Ю.А. Песенко (1982) (табл. 2). Она позволяет работать с выборками объемом не менее 100 экземпляров и широко применяется в современных энтомологических исследованиях. Согласно логарифмической шкале (табл. 2), доминирующие виды обладают 4–5 баллами обилия, виды с 3 баллами являются обычными, с 1–2 баллами – малочисленными [4, 5].

Сбор материала и наблюдения осуществляли в следующих биотопах: городские лесопарки, приусадебные участки в черте города, кварталы городской застройки, луговые участки возле искусственных прудов, опушки лесов, пустыри с рудеральной растительностью, опушки лесополос, плантации энтомофильных культур.

Подрод	Вид	Тип ареала	
		долготный	зональный
<i>Kallobombus</i> Dalla Torre, 1880	<i>B. (Kl.) soroensis</i> (Fabricius, 1777)	Es	Te
<i>Megabombus</i> Dalla Torre, 1880	<i>B. (Mg.) ruderatus</i> (Fabricius, 1775)	Tr	Te
	<i>B. (Mg.) subterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	Tr	Te
<i>Thoracobombus</i> Dalla Torre, 1880	<i>B. (Th.) muscorum</i> (Linnaeus, 1758)	Es	Te
	<i>B. (Th.) ruderarius</i> (Müller, 1776)	Es	Te
	<i>B. (Th.) sylvorum</i> (Linnaeus, 1758)	Es	Sb
	<i>B. (Th.) subbaicalensis</i> (Vogt, 1911)	Es	Sb
	<i>B. (Th.) humilis</i> Illeger, 1806	Es	Sb
	<i>B. (Th.) pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	Es	Te
	<i>B. (Th.) schrencki</i> Morawitz, 1881	Tr	Bo
	<i>B. (Th.) pomorum</i> Panzer, 1805	Es	Sb
<i>Psithyrus</i> Lepeletier, 1832	<i>B. (Ps.) rupestris</i> (Fabricius, 1793)	Tr	Te
	<i>B. (Ps.) campestris</i> (Panzer, 1801)	Tr	Te
	<i>B. (Ps.) bohemicus</i> Seidl, 1837	Tr	At
	<i>B. (Ps.) barbutellus</i> (Kirby, 1802)	Es	Te
	<i>B. (Ps.) vestalis</i> (Pour, 1852)	Tr	Sb
	<i>B. (Ps.) norvegicus</i> (Sparre-Schneider, 1918)	Tr	Te
	<i>B. (Ps.) quadricolor</i> (Lepeletier, 1832)	Es	Te
	<i>B. (Ps.) sylvestris</i> (Lepeletier, 1832)	Tr	Te
<i>Pyrobombus</i> Dalla Torre, 1880	<i>B. (Pr.) hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	Tr	Te
	<i>B. (Pr.) pratorum</i> (Linnaeus, 1761)	Es	At
	<i>B. (Pr.) jonellus</i> (Kirby, 1802)	Tr	At
<i>Confusobombus</i> Ball, 1914	<i>B. (Co.) confusus</i> (Schenk, 1859)	Es	Sb
<i>Bombus</i> (sensu stricto) Dalla Torre, 1880	<i>B. (Bo.) terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	Es	Sb
	<i>B. (Bo.) lucorum</i> (Linnaeus, 1761)	Tr	At
<i>Melanobombus</i> Dalla Torre, 1880	<i>B. (Ml.) lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	Eu	Te
<i>Cullumanobombus</i> Vogt, 1911	<i>B. (Cu.) semenoviellus</i> Skorikov, 1910	Si	Bo

Таблица 3. Видовой состав шмелей (*Bombus*), зарегистрированных в течение периодов исследований для Беларуси, и типы их ареалов. Примечания. Используемые сокращения: Са – циркумполярный, Tr – транспалеарктический, Eu – европейский, Es – евро-сибирский, At – аркто-температный, Bo – boreальный, Te – температурный, Sb – суббореальный.

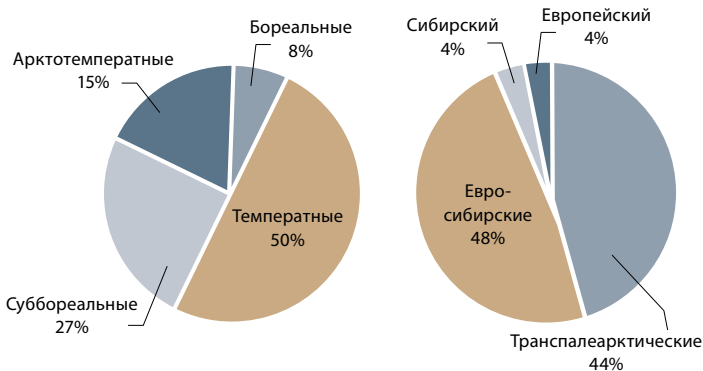


Рис. 2. Распределение видов шмелей фауны Беларуси по типам ареалов

Результаты исследования

По результатам анализа сборов было зарегистрировано 27 видов шмелей, из них для Центральной области – 25 видов, Северной – 21 вид, для Южной – 15 видов (табл. 3, 4).

Наибольшее число видов в фауне региона зарегистрировано из подродов *Thoracobombus* Dalla Torre, 1880 и *Psithyrus* Lepeletier, 1832 – по 8 в каждом. Тремя видами представлен подрод *Pyrobombus* Dalla Torre, 1880. В подроде *Bombus* (sensu stricto) Dalla Torre, 1880–2 вида; еще 2 входят в состав подрода *Megabombus* Dalla Torre, 1880 и 1 – подрода *Melanobombus* Dalla Torre, 1880. Из подродов *Kallobombus* Dalla Torre, 1880, *Confusobombus* Ball, 1911 и *Cullumanobombus* Vogt, 1911 в регионе исследований известно по одному виду. В целом видовое богатство шмелей Беларуси составляет 27% от видового разнообразия фауны Палеарктики, для которой указывается 120 видов шмелей (Williams, 2013).

В аспекте долготной составляющей в региональной фауне преобладают евро-сибирские виды (13 видов, или 48,1% видового богатства фауны), на втором месте – транспалеарктические (12 видов, 44,4%), еще 1 вид – относится к сибирским (3,7%) и 1 – к европейским (3,7%).

В широтном аспекте (рис. 3) 48% составляют виды с температурным распространением (13 видов). Меньше представлены суббореальные (7 видов) и аркто-температные (4) виды (27% и 15% соответственно). Два вида (8%) – бореальные.

Наиболее широко распространенным на территории проведения исследований является *Bombus* (*Terestrisbombus*) *lucorum*, типичный представитель фауны шмелей севера, центральной и южной части Беларуси, эвритопный и широко политрофный вид.

Вид	Регионы исследования		
	Центральная область	Южная область	Северная область
<i>Psithyrus bohemicus</i> Seide	+	+	+
<i>Psithyrus vestalis</i> Pour.	+	+	-
<i>Psithyrus rupestris</i> Fabr.	+	+	+
<i>Psithyrus campestris</i> Panz.	+	+	+
<i>Psithyrus barbutellus</i> Kirby	+	-	+
<i>Psithyrus quadricolor</i> Lep.	+	-	-
<i>Psithyrus sylvestris</i> Lep.	+	+	-
<i>Psithyrus norvegicus</i> Spa.	-	-	+
<i>Bombus terrestris</i> L.	+	+	+
<i>Bombus lapidarius</i> L.	+	+	+
<i>Bombus subterraneus</i> L.	+	-	+
<i>Bombus pratorum</i> L.	+	+	+
<i>Bombus soroensis</i> Fabr.	+	-	+
<i>Bombus ruderatus</i> Fabr.	+	+	-
<i>Bombus. ruderarius</i> Muller	+	-	+
<i>Bombus muscorum</i> L.	+	+	+
<i>Bombus pascuorum</i>	+	+	+
<i>Bombus sylvarum</i> L.	+	+	+
<i>Bombus humilis</i> Illiger	+	+	+
<i>Bombus confusus</i> Sch.	+	-	+
<i>Bombus. hypnorum</i> L.	+	-	+
<i>Bombus lucorum</i> L.	+	+	+
<i>Bombus schrencki</i> Mor	+	-	+
<i>Bombus jonellus</i> Kirby	+	-	+
<i>Bombus pomorum</i> Panzer	+	+	-
<i>Bombus. subbaicalensis</i> Vogt.	-	-	+
<i>Bombus semenoviellus</i> Skor.	+	-	-

Таблица 4. Видовой состав шмелей *Bombus*, шмелей-кукушек *Psithyrus*, зарегистрированных в течение периодов исследований в отдельных регионах Беларуси

Распространенность *B. lucorum* может быть объяснена спецификой биотопов в окрестностях деревень, относящихся к рудеральным растительным сообществам с доминированием клевера лугового и люцерны посевной. Видимо, этим обусловлена и высокая учетная численность *P. bohemicus*, являющегося гнездовым паразитом данного вида. Похожая зависимость прослеживается и в паре *B. pascuorum* – *P. campestris*, *B. lapidarius* – *P. rupestris*, что непосредственно подтверждает их межвидовые связи (табл. 5).

Антропогенная трансформация или разрушение типичных фитоценозов привело к изменению структуры биотопических комплексов шмелей в пользу доминирования эвритопных

видов. Тем не менее в различных биотопах Северной области сохраняется и типичный северный вид *B. (Adoentoribombus) subbaicalensis*, а также *B. (Pratobombus) jonellus* Kirby.

Рассматриваемые биотопы различаются по комплексам видов шмелей. Типичные биотопы на севере Беларуси, мало подвергшиеся антропогенному воздействию, демонстрируют в основном преобладание *B. (Lapidariobombus) lapidarius* L., *B. (Soroensibombus) soroensis* F., *B. (Adoentoribombus) ruderarius* Kirby, *B. (Agrobombus) pascuorum* F., *B. (Adoentoribombus) sylvarum* L., *B. (Pratobombus) pratorum* L. Последний является типичным представителем фауны высоких широт [10]. Наличие своего гнездового паразита, *Bombus (Psithyrus) sylvestris* [11], также вполне естественно. Распространенность *B. (Adoentoribombus) subbaicalensis* можно объяснить специфической экологией этого вида, приуроченного к мало нарушенным местообитаниям севера Беларуси.

Клептопаразит	Объем сборов, экз.	Хозяин	Объем сборов, экз.
<i>Psithyrus bohemicus</i> Seide	27	<i>Bombus lucorum</i> L.	37
<i>Psithyrus rupestris</i> Fabr.	14	<i>Bombus pascuorum</i> F.	21
		<i>Bombus lapidarius</i> L.	41
<i>Psithyrus campestris</i> Panz.	34	<i>Bombus pascuorum</i> F.	21
		<i>Bombus ruderarius</i> Kirby.	32
		<i>Bombus soroensis</i> F.	28
		<i>Bombus humilis</i> Pz.	3
		<i>Bombus muscorum</i> F.	11
		<i>Bombus ruderatus</i> F.	0
<i>Psithyrus barbutellus</i> Kirby	10	<i>Bombus pratorum</i> L.	23
		<i>Bombus ruderatus</i> F.	0
		<i>Bombus ruderarius</i> Kirby.	32
		<i>Bombus pascuorum</i> F.	21
<i>Psithyrus quadricolor</i> Lep.	3	<i>Bombus humilis</i> Pz.	3
		<i>Bombus hypnorum</i> L.	5
		<i>Bombus soroensis</i> F.	28
<i>Psithyrus sylvestris</i> Lep.	7	<i>Bombus pratorum</i> L.	23
		<i>Bombus jonellus</i> Kirby.	9
<i>Psithyrus vestalis</i> Pour.	-	<i>Bombus pratorum</i> L.	23
<i>Psithyrus norvegicus</i> Spa.	1	<i>Bombus jonellus</i> Kirby.	9

Таблица 5. Данные по видам-хозяевам и их клептопаразитам для Северной области

Для Центральной области свойствен иной видовой состав шмелей на участках луговой и рудеральной растительности вдоль реки Усса и по обочинам дорог. Типичные для севера Беларуси виды становятся редкими, тогда как эвритопные *B. (Thoracobombus) pascuorum* и *Bombus (Terestribombus) lucorum* имеют статус массовых видов. Присутствие *Bombus (Megabombus) hortorum* заслуживает особого внимания, поскольку этот вид является индикатором нарушенных и рудеральных сообществ [11]. В этих фитоценозах регистрируются также некоторые виды шмелей, совершенно не типичные для центральной части страны: *B. (Callumanobombus) semenoviellus* Skor., *B. (Pratobombus) jonellus* Kirby. Это можно объяснить тем, что по некоторым антропогенно нарушенным биотопам и долинам рек, где энтомофильные растительные сообщества более благоприятны для шмелей, чем типичные северные ландшафты, шмели из более северных регионов могут мигрировать на юг. Интерес представляет отсутствие *Bombus (Psithyrus) vestalis*, который, по мнению Лёкена (1984), является гнездовым паразитом *Bombus (Terestribombus) lucorum*, присутствовавшего в наших сборах. Этот факт можно объяснить либо тем, что *B. (Psithyrus) vestalis* становится более специализированным в экстремальных условиях обитания, либо недостаточным знанием экологии этого вида.

Эвритопные *B. lucorum* и *B. terrestris* широко распространены в Южной области [15] и являются одними из доминирующих видов шмелей, что и подтверждают наши сборы. Распространенность этих видов в биотопах Северной области можно объяснить их широкой экологической валентностью и трофической специализацией. Присутствие в сборах вида *Bombus (Psithyrus) bohemicus*, гнездового паразита *B. lucorum*, также является вполне естественным. Интерес представляет наличие *Bombus (Psithyrus) norvegicus*, поскольку, по мнению Лёкена (1984), этот вид является гнездовым паразитом *Bombus (Pyrobombus) hypnorum*, отсутствовавшего в наших сборах. Причиной этого можно считать то, что либо *B. (Psithyrus) norvegicus* становится менее специализированным в экстремальных условиях, или нехватку знаний касательно биологии вида.

Анализ биотопической приуроченности шмелей регионов исследований позволяет в общих чертах выделить следующие основные экологические группы:

- **Лугово-полевые:** *B. lapidarius*, *B. terrestris*, *B. confusus*, *B. sylvarum*, *B. muscorum*, *B. subterraneus*, *B. pomorum*, *B. ruderatus*.

Виды	Северная область			Южная область			Центральная область		
	Н, экз.	Id, %	B	Н, экз.	Id, %	B	Н, экз.	Id, %	B
<i>Bombus (Calluanobombus) semenoviellus</i> Skor.	-	-	-	-	-	-	2	0,46	1
<i>Bombus (Adoentoribombus) subbaicalensis</i> Vogt.	1	0,3	1	-	-	-	-	-	-
<i>Bombus (Pomorobombus) pomorum</i> Panz.	-	-	-	2	0,75	1	4	0,93	2
<i>Bombus (Pratobombus) jonellus</i> Kirby.	9	2,5	2	-	-	-	2	0,46	1
<i>Bombus (Adoentoribombus) schrencki</i> Moraw.	6	1,7	2	-	-	-	5	1,16	2
<i>Bombus (Terestribombus) lucorum</i> L.	37	10,3	4	44	17,3	4	26	6,07	3
<i>Bombus (Pratobombus) hypnorum</i> L.	5	1,4	2	-	-	-	9	2,10	2
<i>Bombus (Confusibombus) confusus</i> Schrenck.	2	0,6	1	-	-	-	2	0,46	1
<i>Bombus (Adoentoribombus) humilis</i> Pz.	3	0,83	1	-	-	-	8	1,86	2
<i>Bombus (Adoentoribombus) sylvarum</i> L.	14	3,9	3	2	0,78	1	21	4,9	3
<i>Bombus (Agrobombus) pascuorum</i> F.	21	5,83	3	14	5,5	3	65	15,1	4
<i>Bombus (Adoentoribombus) muscorum</i> F.	11	3,05	2	8	3,13	2	17	3,9	3
<i>Bombus (Adoentoribombus) ruderarius</i> Kirby.	32	8,9	3	-	-	-	41	9,5	4
<i>Bombus (Hortorobombus) ruderatus</i> F.	-	-	-	6	2,35	2	10	2,3	2
<i>Bombus (Soroensibombus) soroensis</i> F.	28	7,8	3	-	-	-	16	3,73	3
<i>Bombus (Pratobombus) pratorum</i> L.	22	6,1	3	4	1,5	2	13	3,03	3
<i>Bombus (Subterraneobombus) subterraneus</i> Latr.	3	0,83	1	-	-	-	1	0,23	1
<i>Bombus (Lapidariobombus) lapidarius</i> L.	41	11,38	4	36	14,11	3	54	12,61	4
<i>Bombus (Terestribombus) terrestris</i> Harris.	29	8,05	3	63	24,7	4	58	13,55	4
<i>Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) norvegicus</i> Spa.	1	0,3	1	-	-	-	-	-	-
<i>Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) sylvestris</i> Lep.	7	1,94	2	3	1,17	1	5	1,1	2
<i>Psithyrus (Fernaldaepsithyrus) quadricolor</i> Lep.	3	0,83	1	-	-	-	-	-	-
<i>Psithyrus (Allopsithyrus) barbutellus</i> Kirby	10	2,77	2	-	-	-	6	1,4	2
<i>Psithyrus (Metapsithyrus) campestris</i> Panz.	34	9,44	3	26	10,1	3	21	4,9	3
<i>Psithyrus (S. str) rupestris</i> Fabr.	14	3,88	3	18	7,05	3	22	5,1	3
<i>Psithyrus (Ashtonipsithyrus) vestalis</i> Pour.	-	-	-	11	4,31	3	3	0,7	1
<i>Psithyrus (Asitoripsithyrus) bohemicus</i> Seidl.	27	7,5	3	18	7,05	3	14	3,2	3
Итого:	360	100		255	100		428	100	

Таблица 6. Объем сборов (N, экз.), относительное обилие (Id, %) и классы обилия по ограниченной сверху логарифмической шкале (B) шмелей в регионах Беларуси

Часто встречается *B. lapidarius* и *B. terrestris*. В основной массе виды данной группы характерны для лесостепи и степи, поэтому в Беларуси они встречаются чаще в Северной и Центральной зонах.

- **Эвритопные:** *B. lucorum*, *B. soroensis*, *B. ruderarius*, *B. subbaicalensis*, *B. semenoviellus*, *B. jonellus*. Виды данной группы, за исключением редкого *B. subbaicalensis*, составляют основную долю фауны шмелей Северной зоны.
- **Лесные:** *B. rasiogit*, *B. hupnorum*, *B. pratorum*, *B. humilis*, *B. shrencki*. Первые три широко распространены, а *B. rasiogit* – даже многочисленны. *B. humilis* достаточно редок. В качестве отдельного своеобразного комплекса можно выделить комплекс шмелей Южной зоны, где в качестве постоянных компонентов сообществ шмелей отмечены *B. ruderarius*, *B. terrestris*.

Анализ структуры сборов демонстрирует отчетливое доминирование нескольких видов на территории Северной области и их относительно равномерное распространение в Южной области. Это можно объяснить спецификой фитоценозов, сочетанием лесных ландшафтов, антропогенно преобразованных и пойменных лугов, что создает большую сложность и разнообразие местообитаний и увеличивает видовое разнообразие.

Таким образом, среди 27 зарегистрированных видов 1 представляет подрод *Kallobombus*, 2 – подрод *Megabombus*, 8 – подрод *Thoracobombus*, 3 – подрод *Purobombus*, 1 – подрод *Confusobombus*, 2 – подрод *Bombus*, 1 – подрод *Melanobombus*, 1 – подрод *Cullumanobombus*, 8 – подрод *Psithyrus*, последние являются гнездовыми паразитами других видов шмелей. В Северной зоне отмечен 21 вид, Центральной – 25 видов, Южной – 15 видов. Хорологический анализ показал преобладание в составе фауны шмелей Беларуси видов с евро-сибирскими ареалами (13 видов, или 48,1% фауны) и транспалеарктическими (12 видов, 44,4%), а наименьшее присутствие – с сибирским (1 вид, 3,7%) и европейским (1 вид, 3,7%) типом ареала. Рассмотрение в широтном аспекте выявило, что 48% видового состава фауны составляют виды с температурным распространением (13 видов), реже – с суббореальным (7 видов, 27%), в единичных случаях – с аркто-температурным (4 вида, 15%) и бореальным (2 вида, 8%). Использование имеющихся подходов к отнесению отдельных видов к биотопическим формам позволило констатировать преоблада-

ние лугово-полевых видов (8, или 29% фауны), немного меньше эвритопных – 6 (22%) и лесных – 5 (18,5%) видов. Широкое распространение шмелей во всех указанных агроклиматических зонах свидетельствует о достаточно высоком таксономическом разнообразии этих пчелиных, что может указывать на хорошую обеспеченность сельскохозяйственных культур (в частности, клеверов) эффективными опылителями. Однако требуются дополнительные исследования для уточнения плотности шмелей в различных агроценозах с учетом способов закладки полей и методов ведения агротехнических мероприятий. ■

■ **Summary.** In the territory of three agroclimatic zones of Belarus, 27 species of bumblebees (*Bombus* Latr. s.l.) have been registered as pollinators to clover flowers and inflorescences, including 19 species of bumblebees (*Bombus* Latr. s.str.) and 8 species of cuckoo bumblebees (*Bombus* (Psithyrus) Lep.). Based on the results of our own observations, the biotopic confinement is given for each species, and an ecological analysis of the bumblebee population of Belarus is given. The article summarizes data on cuckoo bumblebees – natural parasites of bumblebees. In the Northern zone were noted 21 species, in the Central zone – 25 species, in the Southern zone – 15 species.

■ **Keywords:** agroclimatic zones, biological diversity, bees, pollinators.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-70-76>

Статья поступила в редакцию 30.07.2025 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Andrikopoulos C.J. Comparative Pollination Efficacies of Five Bee Species on Raspberry / C.J. Andrikopoulos, J.H. Cane // Journal of Economic Entomology. 2018. Vol. 20 (10). P. 1–7.
2. Благовещенская Н.Н. Изучение диких пчелиных в природе и лаборатории. Учебное пособие к спецкурсу / Н.Н. Благовещенская. – Ульяновск, 1983.
3. Delaplane K.S. Crop Pollination by Bees / K.S. Delaplane, D.F. Mayer. – Oxon, 2000. P. 127–129.
4. Хвир В.И. Сообщества антофильных насекомых сорных и рудеральных растений. Комплексный подход в оценке эффективности опыления / В.И. Хвир. – Заарбрюккен, 2010.
5. Прищепчик О.В. Фауна и экология пчелиных (Hymenoptera, Apoidea) Минской возвышенности: автореф. дисс. . . . канд. биол. наук: 03.00.09 / О.В. Прищепчик; БГПУ им. М. Танка. – Минск, 2000.
6. Michener C.D. The Bees of the World, second edition / C.D. Michener. – Baltimore, 2007.
7. Определитель насекомых европейской части СССР: в 5 т. / под ред. Г.С. Медведева. – Л., 1964–1986. – Т. 3: Перепончатокрылые / М.Н. Никольская [и др.]. – Л., 1978. – Ч. 1.
8. Scheuchl E. Illustrierte Bestimmungstabellen der Wildbienen Deutschlands und Österreichs. Band 2: Schlüssel der Arten der Familie Megachilidae und Melittidae / E. Scheuchl. – Dänemark, 2009.
9. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М., 1982.
10. Панфилов Д.В. 1981. Hymenoptera, Apoidea, Apidae // Ареалы насекомых европейской части СССР. Карты 73–125. – Л., 1981. С. 22–28.
11. Радченко В.Г. Биология пчел (*Hymenoptera, Apoidea*) / В.Г. Радченко, Ю.А. Песенко. – СПб., 1994.

Структурно-функциональная организация митохондриального генома карельской березы

УДК 575.133

Павел Кирьянов,
научный сотрудник лаборатории
геномных исследований и
биоинформатики Института леса
НАН Беларуси; PKirjanov@yandex.ru

Станислав Пантелеев,
заведующий лабораторией геномных
исследований и биоинформатики
Института леса НАН Беларуси, кандидат
биологических наук, доцент

Людмила Можаровская,
ученый секретарь
Института леса
НАН Беларуси, кандидат
биологических наук, доцент

Олег Баранов,
академик-секретарь
Отделения биологических
наук НАН Беларуси,
член-корреспондент

Аннотация. Представлены результаты впервые проведенного секвенирования митохондриального генома карельской березы. Длина полноразмерной молекулы мтДНК составила 581,3 тыс. н.п. Аннотировано 65 структурных генов, 36 из которых кодируют белки, 26 – тРНК и 3 – рРНК. Выявлены генетические особенности структурно-функциональной организации митохондриальной ДНК по отношению к хлоропластному геному карельской березы и митохондриальным геномам других таксономических групп организмов. Идентифицировано 469 микросателлитных локусов для разработки панели высокоинформативных генетических маркеров.

Ключевые слова:

митохондрия, хлоропласт, мтДНК, хпДНК, карельская береза, *Betula ssp.*, геномика, высокопроизводительное секвенирование.

Для цитирования: Кирьянов П., Пантелеев С., Можаровская Л., Баранов О. Структурно-функциональная организация митохондриального генома карельской березы // Наука и инновации. 2025. №10. С. 77–83. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-77-83>

Митохондрии – один из основных компонентов эукариотической клетки, они обладают собственным геномом и играют важную роль в биоэнергетических процессах [1]. Кроме обеспечения протекания катаболических реакций они также участвуют в поддержании клеточного гомеостаза, нарушение которого может вызывать широкий ряд патологий [2].

Наиболее вероятной считается симбиотическая гипотеза происхождения митохондрий, согласно которой предшественники данных органелл – альфа-протеобактерии, интегрированные в клетки первичных эукариотических организмов около 2 млрд лет назад [3]. Формирование современного строения митохондрий было основано на адаптации бактерий-симбионтов, упрощении их организации, включая редукцию генетического аппарата путем транслокации кодирующих и некодирующих регионов в ядерный геном. Согласно литературным данным, большинство митохондриальных белков в настоящее время кодируются яДНК и после их синтеза транспортируются из цитоплазмы в органеллу. Степень преобразования мтДНК в филогенезе для разных групп организмов неодинакова, что обуславливает низкий уровень ее сходства

между таксономически удаленными группами – простейшими, растениями, животными и грибами. Основные отличия заключаются в размере генома и его кодирующей способности. Наименьший размер мтДНК характерен для животных (≈16 тыс. н.п.) и паразитических простейших (≈6 тыс. н.п.), а наибольший выявлен у растительных организмов (до ≈11 млн н.п.) [4–6]. Еще одна особенность митохондриального генома растений – разнообразие структурных форм мтДНК, одновременное наличие в органелле пула кольцевых и линейных молекул, различающихся размером и составом кодирующих и некодирующих областей [7]. Также в мтДНК выявляются участки хпДНК, что может указывать на транслокацию в ходе онто- и филогенеза фрагментов хлоропластного генома в митохондриальный [8].

Гены, представленные в структуре последнего, характеризуются высокой степенью консервативности, а их число и состав относительно сходны, что в особенности прослеживается при сравнении близкородственных групп организмов. Наиболее общими из них являются кодирующие рибосомные РНК, белки комплекса окислительного фосфорилирования, рибосом, транспортных РНК. Сохранение данных генов в составе мтДНК связано с особенностями кодируемых ими белков, для которых, с функциональной точки зрения, транспортировка из цитоплазмы в матрикс митохондрий затруднительна или невозможна. Кроме того, поддержание относительной автономности предполагает наличие определенного перечня структурных генов и связанных с ними регуляторных элементов. В то же время следует отметить, что для широкого спектра организмов в яДНК выявлены дублирующие элементы митохондриального генома, обозначаемые как NUMT [9].

Наследование митохондриального генома осуществляется, как правило, унипарентально и в основном по материнской линии, что обуславливает генетическое сходство множества молекул мтДНК в пределах одного организма или клетки. Тем не менее явление гетероплазмии мтДНК встречается у разных видов животных, растений и грибов, при этом механизмы ее возникновения могут в определенной степени различаться [10].

К настоящему времени митохондриальные геномы расшифрованы для большого количества живых организмов. В генетических базах данных NCBI GenBank, MitBASE, CODIS и др. полные аннотированные последовательности мтДНК растений

представлены в основном для сельскохозяйственных культур, а также некоторых лесных древесных видов. При этом значительная часть депонированных последовательностей относится к основному типу митохондриального генома растительных видов, включающего полный состав его генов.

Карельская береза (*Betula pendula Roth var. carelica* Merkl.), характеризующаяся наличием узорчатой текстуры древесины, – одна из хозяйственно ценных древесных пород Беларуси. До настоящего времени информация относительно ее мтДНК в генетических базах была представлена фрагментарно. Изучение ее структурно-функциональных особенностей дает возможность оценить участие цитоплазматических генов в формировании признаков узорчатости древесины, разработать генетические маркеры для проведения паспортизации и селекционного отбора клонов и генотипов, уточнить вопросы систематики и филогенеза.

Цель данной работы – установление структурно-функциональной организации митохондриального генома карельской березы на основании данных высокопроизводительного секвенирования, а также выявление в мтДНК повторяющихся последовательностей, перспективных для разработки набора высокоинформативных SSR-маркеров.

Материалы и методы

Растительный материал (фрагменты боковых побегов I порядка длиной 50 см) для получения мтДНК и молекулярно-генетического анализа был собран в коллекционных культурах карельской березы Корневской экспериментальной лесной базы

Института леса НАН Беларуси. Общее количество образцов составило 60 шт. В ходе пробоподготовки у всех из них были отобраны клетки камбиального слоя и примыкающего к нему участка ксилемы. Последующее выделение суммарной ДНК производилось непосредственно из нативного материала.

Суммарную ДНК получали на основе СТАВ-протокола и изопропанольной преципитации [11]. Для высокопроизводительного секвенирования был использован образец дерева КБВ-25/62, относящегося к высокоствольной габитуальной форме. Создание ДНК-библиотек и высокопроизводительное секвенирование осуществляли с помощью системы Ion Torrent™ PGM (Thermo Fisher Scientific Inc., США) в соответствии с протоколом, рекомендованным производителем для фрагментов длиной 200 н.о. Реакцию секвенирования проводили в чипе Ion 316 Chip v2 (Thermo Fisher Scientific Inc., США).

Первичная обработка данных выполнялась на базе программного обеспечения Ion Torrent Suite v.5.8 (Thermo Fisher Scientific Inc., США) с получением набора верифицированных прочтений в формате fastq. *De novo* сборку выполняли в программе SPAdes v.3.15.5 (<https://github.com/ablab/spades>), дополнительную сверку проводили в программе NOVOPlasty v.4.3.3 (<https://github.com/ndierckx/NOVOPlasty>). Для аннотации белоксодержащих последовательностей использовали веб-сервис MITOFY (<https://vcru.wisc.edu/cgi-bin/mitofy/mitofy.cgi>). Локализация генов тРНК устанавливалась с помощью RNAscan-SE v.2.0 (<https://github.com/UCSC-LoweLab/tRNAscan-SE>).

Выравнивание нуклеотидных последовательностей и иденти-

фикацию полиморфизма выполняли на Unipro UGENE v.45 (Unipro, РФ), SnapGene v.3.2.1 (GSL Biotech LLC, США) и CLC Viewer v.6.3 (Qiagen, США). Для сравнительного анализа применяли нуклеотидные последовательности из NCBI GenBank: мтДНК вершинного короеда – *Ips acuminatus* (МК988441.1) и микромицета – *Phoma* sp.1 (OM236666.1), ольхи черной – *Alnus glutinosa* (OY340912.1), бука европейского – *Fagus sylvatica* (NC_050960.1), мтДНК человека – *Homo sapiens* (NC_012920.1) и березы повислой – *Betula pendula* (LT855379.1), а также секвенированная нами ранее хпДНК карельской березы (NC_044852.1).

Результаты и обсуждение

В результате асемблирования 3,46 млн прочтений ($L_R \approx 246$ н.о.) было получено несколько различающихся по длине закольцованных последовательностей (контигов), относящихся к мтДНК. Для дальнейшего анализа была отобрана наибольшая (581,3 тыс.н.о.) по размеру последовательность

с присвоением ей в NCBI GenBank идентификационного номера OR496170.1.

Проведенный анализ нуклеотидного состава мтДНК карельской березы показал, что встречаемость в нем азотистых оснований определенного типа относительно сходна с незначительным преобладанием А (27,2%) и Т (27,3%). Содержание нуклеотидов С и G при этом составило 22,8% и 22,7% соответственно. В отличие от мтДНК для хпДНК карельской березы преобладание А и Т оснований было более выраженным – их долевое участие равнялось 31,5% и 32,5% соответственно, а значение частоты встречаемости нуклеотидов G и С находилось в пределах 17,7% и 18,3%. При анализе митохондриального генома *Phoma* sp 1. (микромицет) установлено сходное содержание нуклеотидов с хпДНК карельской березы: А (34,5%), Т (35,4%), G (15,5%), С (14,6%).

Также значительное превалирование нуклеотидов А и Т было отмечено для митохондриального генома *Ips acuminatus* (насекомые) – 38,9% и 37,3% соответственно.

При этом частота встречаемости нуклеотида G (9,4%) не сходна со значениями, выявленными для растений, и ниже содержания нуклеотида С (14,4%) в $\approx 1,5$ раза. Данная асимметрия отмечена и для мтДНК человека со значениями содержания А – 30,9%, Т – 24,7%, С – 31,3% и G – 13,1%. Такие особенности могут быть следствием насыщения мтДНК определенными нуклеотидами для повышения энергетической эффективности и стабильности.

Сравнительное изучение распределения А-, Т-, G-, C-, AT-, GC-насыщенных регионов в мтДНК карельской березы показало, что первичная структура макромолекулы характеризуется определенной однородностью без выраженного доминирования оснований того или иного типа (рис. 1). В то же время распределение нуклеотидных оснований в молекуле хпДНК карельской березы носило выраженный кластерный характер и включало две AT-насыщенные области длиной 22 тыс. и 120 тыс.н.о. (содержат тРНК- и белок-кодирующие последовательности), разделенные

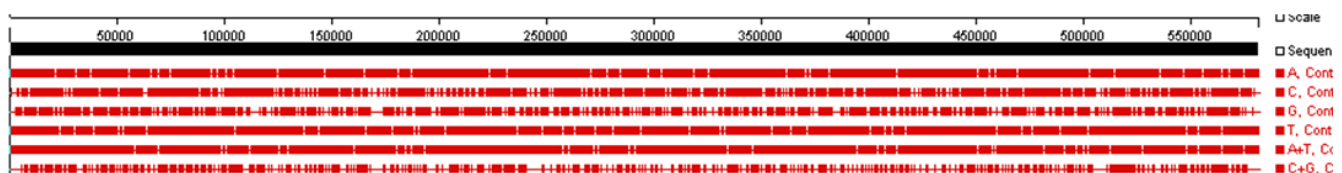


Рис. 1. Распределение содержания нуклеотидов (А, Т, С и G), AT- и GC- насыщенных последовательностей в митохондриальном геноме карельской березы

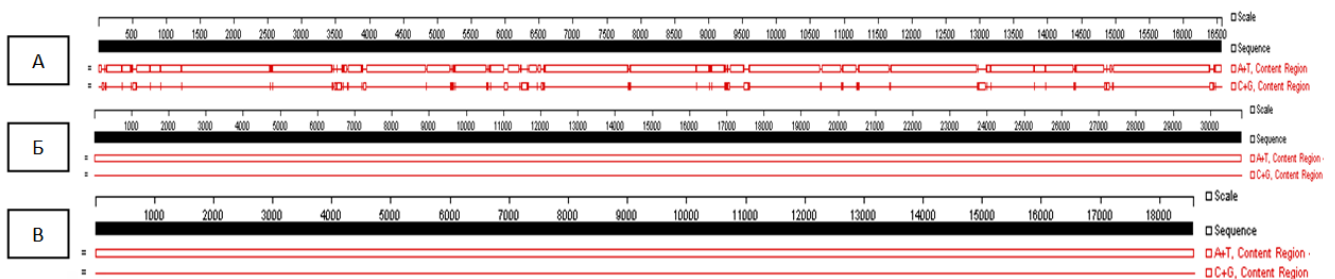


Рис. 2. Распределение содержания AT- и GC-насыщенных регионов в митохондриальных геномах человека (А), *Phoma* sp.1 (Б) и вершинного короеда (В)

двумя дублированными GC-насыщенными регионами (включают в себя гены рибосомных 4,5S, 5S, 16S и 23S РНК) размером по 10 тыс. н.о. каждый [12].

Общее количество GC-насыщенных регионов в митохондриальном геноме растений было на порядок выше, чем в мтДНК человека (рис. 1 и 2). При этом у микромицетов и насекомых такие области отсутствовали.

В ходе аннотации митохондриального генома было выявлено 65 кодирующих локусов, представленных 36 белок-кодирующими последовательностями, 26 генами тРНК и 3 рРНК. Общая схема расположения кодирующих последовательностей мтДНК карель-

ской березы показана на рис. 3. Суммарный размер кодирующей части митохондриального генома карельской березы трехкратно превысил аналогичные регионы у микромицетов, насекомых и человека (рис. 4). В то же время отношение кодирующей части к общему размеру мтДНК у карельской березы было самым низким среди сравниваемых организмов и не превысило 9%, тогда как данный показатель для микромицетов, насекомых и человека составил 53%, 79% и 93% соответственно. Увеличение размера кодирующей области в мтДНК карельской березы (растения) в основном было обусловлено большим количеством входящих в геном структурных

генов. Среди них можно выделить *nad7* и *nad9* (кодируют субъединицы НАДН-дегидрогеназы), *atp1*, *atp4* и *atp9* (АТФ-синтазы), *sdh3* и *sdh4* (сукцинатдегидрогеназы), *ccmFn*, *ccmB*, *ccmC* и *ccmFc* (биогенез цитохрома С), *mttB* (транспортный мембранный белок В), *matR* (матураза), *rrn5* (рибосомную РНК 5S), а так же целый ряд генов, выявляемых в хпДНК: *rps1*, *rps3*, *rps4*, *rps7*, *rps11*, *rps12*, *rps14*, *rpl5*, *rpl10*, *rpl16* (рибосомные белки).

Проведенный анализ структурно-функциональной организации генов показал наличие интронных участков для 8 из них (*nad1*, *nad2*, *nad4*, *nad5*, *nad7*, *rps3*, *ccmFc*, *cox2*). При этом у *nad1*, *nad2*, *nad5* экзоны находились на значительном расстоянии друг от друга и разделялись другими генами. В то же время экзоны для *nad4*, *nad7*, *rps3*, *ccmFc*, *cox2* располагались в пределах гена последовательно друг за другом.

Особый интерес с точки зрения молекулярной таксономии представляют гены группы *ccm*, отсутствующие в геномах животных и грибов, но представленные у бактерий и в митохондриях высших растений. Для гена *ccmC* карельской березы были выявлены консервативные участки, сходные с генами альфапротеобактерий, что согласуется с общепринятой теорией эндосимбиотического происхождения митохондрий от бактериальных предков. В то же время для *ccmB* и *ccmFc* гомологичные последовательности с *Bacteria* не обнаружены. Степень идентичности участка (1276–1413 н.о.) гена *ccmFn* карельской березы была наибольшей к гену цитохрома С гемлиазы гамма-протеобактерий и составила 80%. Для альфапротеобактерий данный показатель был ниже и не превысил 78%.

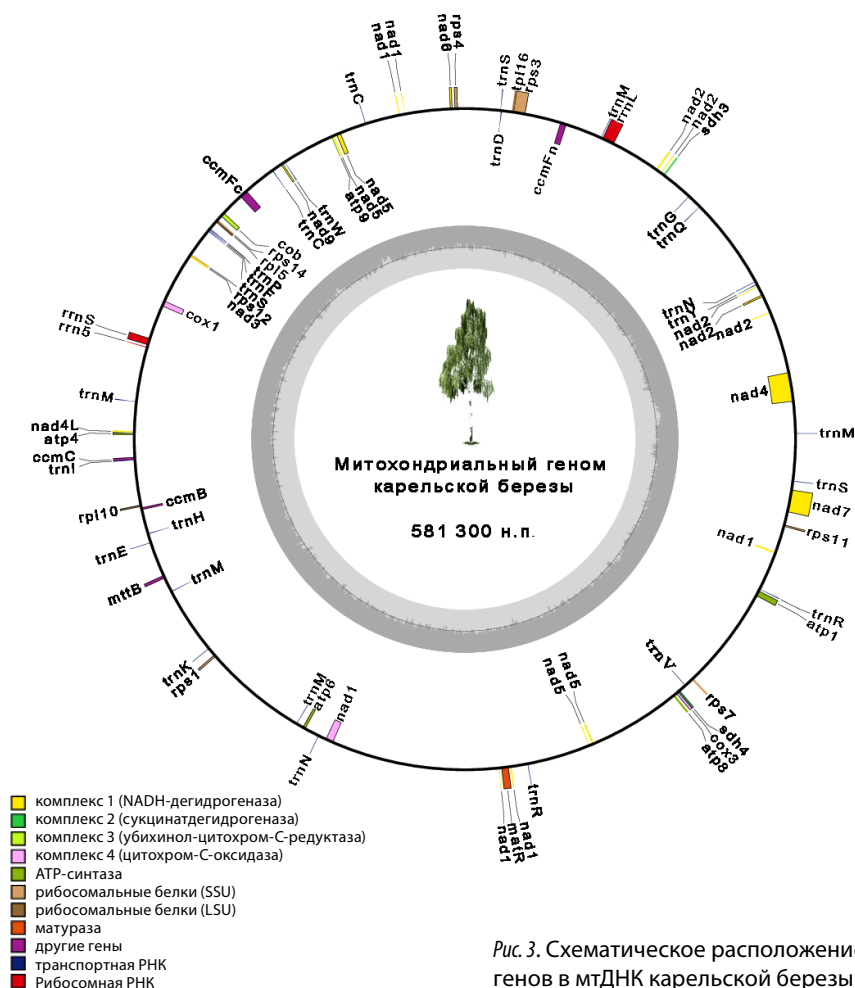


Рис. 3. Схематическое расположение генов в мтДНК карельской березы

Рис. 4. Общий размер митохондриальных геномов и его кодирующей части различных организмов

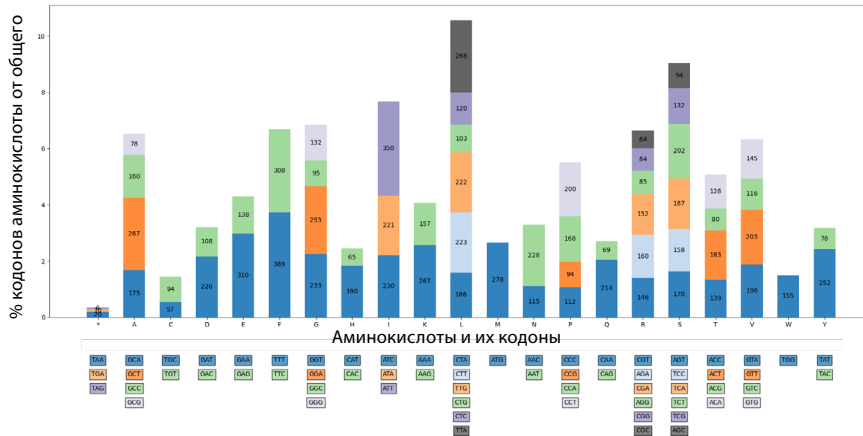
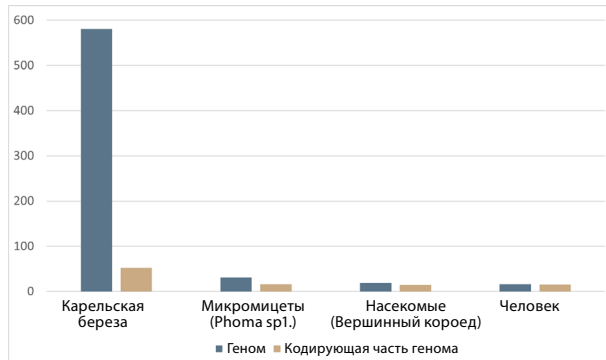


Рис. 5. Распределение частоты встречаемости триплетов в кодирующей части митохондриального генома карельской березы

В результате сравнения нуклеотидных последовательностей ортологичных генов мтДНК карельской березы, ольхи черной (OY340912.1, уровень семейства) и бука европейского (NC_050960.1, уровень порядка) значительных различий выявлено не было. Так, уровень генетической дифференциации между ними не превысил 0,36% и 0,98% соответственно. При этом следует отметить, что все отличия были в основном свя-

заны с нуклеотидными заменами. Исключение – ген *rps4*, в котором у ольхи черной была обнаружена инсерция размером в 30 нуклеотидных оснований. При выравнивании белок-кодирующих последовательностей карельской березы и березы повислой (LT855379.1, уровень вида) различий между ними не выявлено.

Отдельным аспектом было изучение кодонной структуры транслируемых последователь-

ностей. Несмотря на наличие в геноме всего 26 генов тРНК, кодирующих 18 видов тРНК, анализ разнообразия используемых кодонов в белок-кодирующих последовательностях показал наличие 61 варианта триплетов (рис. 5). Согласно литературным данным, такое несоответствие может быть компенсировано либо за счет транспорта дополнительных видов тРНК из цитоплазмы [13], либо за счет особенностей трансляции полипептидов в митохондриальных рибосомах, где используется динуклеотидное распознавание изоакцепторных тРНК [14].

Исследование повторяющихся мотивов в структурных генах мтДНК карельской березы позволило выявить прямые и инвертированные повторы, палиндромы и последовательности с диадной симметрией. Наиболее крупными по размеру мотивами были прямые повторы в генах *nad4* (21, 29, 35 и 42 н.о.), *rrn1* (27 н.о.), *rps1* (34 н.о.). Расстояние между мотивами могло варьировать от нескольких десятков до нескольких тысяч нуклеотидных оснований. Последовательности с диадной симметрией имели меньший размер по сравнению с прямыми повторами (12–23 н.о.) и были обнаружены в генах *nad4*, *nad3*, *rps1*. Расстояние между последовательностями также варьировало

Мотив	Количество повторов мотива микросателлитов												Всего
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
A	*	*	102	47	19	13	5	4	1	-	1	1	193
C	*	*	32	6	2	1	-	-	-	-	-	-	41
G	*	*	34	4	4	1	-	-	-	-	-	-	43
T	*	*	83	39	29	14	3	1	-	2	-	-	171
AG/CT	*	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4
AT/AT	*	7	2	1	-	-	-	2	1	1	-	-	14
AAG/CTT	*	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
AGG/CCT	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
AGAT/ATCT	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Таблица. Микросателлитные локусы в митохондриальном геноме карельской березы. Примечание: «*» – не учитывались, «-» – отсутствовали

от нескольких десятков до полутора тысяч нуклеотидных оснований. Размеры повторов с диадной симметрией в других структурных генах составляли менее 14 н.о.

Палиндромные мотивы и инвертированные повторы в большинстве белок-кодирующих и рРНК генах характеризовались относительно сходными размерами (≈ 11 н.о.). Последовательности длиной ≥ 12 н.о. встречались в единичных случаях. Расстояние между повторами также могло варьировать от нескольких десятков до нескольких тысяч нуклеотидов оснований.

Проведенный сравнительный анализ размеров повторяющихся последовательностей в мтДНК изученных нами организмов показал, что наиболее крупные по величине мотивы выявлены в некодирующих областях карельской березы: прямой повтор – 199 н.о., с диадной симметрией – 28 н.о., инвертированный повтор – 474 н.о., палиндром – 38 н.о. Наименьшие размеры отмечены для мтДНК человека: прямой повтор – 15 н.о., с диадной симметрией – 16 н.о., инвертированные повторы – 13 н.о., палиндром – 16 н.о. С одной стороны, превалирование длины повторов и их числа в мтДНК карельской березы по сравнению с человеком может быть объяснено более значительным размером ее митохондриального генома. В то же время произведенные расчеты вероятности формирования указанных повторяющихся мотивов в мтДНК *V. pendula* var. *carelica* не позволяют отнести данную особенность исключительно к стохастическим процессам. Как следует из опубликованных работ, повторяющиеся последовательности ДНК могут выступать в качестве дистальных регионов мигрирующих генетических элементов, уча-



Рис. 6. Результаты картирования прочтений мтДНК на яДНК карельской березы

ствовать в образовании различных вторичных структур нуклеиновых кислот и таким образом вносить вклад в формирование многообразия вариантов макромолекул митохондриальной ДНК растений [15].

Проведенный анализ тандемных повторов позволил идентифицировать в митохондриальном геноме карельской березы 469 микросателлитных локусов, содержащих моно-, ди-, три- и тетрануклеотидные мотивы (таблица). Превалирующими повторами явились гомополимерные последовательности, в основном (A)_n- и (T)_n-типов. Примечательно, что, несмотря на то, что митохондриальный геном карельской березы по размеру превышает хлоропластный ($\approx 3,5$ раза), общее количество выявленных микросателлитных последовательностей оказалось больше только на $\approx 20\%$.

Для изучения процессов переноса генетической информации между мтДНК и хпДНК проводили картирование прочтений каждого из геномов на ассемблированную последовательность другого. В результате были детектированы химерные прочтения, содержащие фрагменты обоих геномов, включая только некодирующие области, некодирующий участок хпДНК и кодирующий регион мтДНК (фрагменты генов *matR*, *nad4*), кодирующие последовательности обоих гено-

мов (фрагменты генов *rpoC2/nad2*, *rps3/rpoC1*), некодирующий регион мтДНК и кодирующую область хпДНК (фрагменты генов *ndhF*, *ccsA*, *ndhD*, *ndhI*, *ndhA*, *ndhH*, *ycf1*, *matK*, *atpA*, *atpI*, *rpoC2*, *rpoC1*, *rpoB*, *petN*, *psbA*, *ycf3*, *rps4*, *atpB*, *rbcL*, *accD*, *ycf4*, *petA*, *rpl20*, *clpP*, *rps3*, *rpl22*). Все описанные области располагались равномерно по геному как хпДНК, так и мтДНК, не образуя выраженных кластеров. Наибольший уровень экспансии был отмечен для хпДНК, что подтверждает результаты, полученные другими авторами относительно однонаправленного процесса переноса генов в митохондриальный геном [16]. В ходе детального изучения химерных последовательностей было установлено, что перенос фрагментов хпДНК носил произвольный характер и не был ассоциирован со структурно-функциональными особенностями локусов.

Одним из наиболее крупных транслоцированных регионов хпДНК явилась последовательность (координаты 114021–115112 н.о., ID NC_044852.1), содержащая гены *psbJ*, *psbL*, *psbF*, *psbE*. При картировании данного участка на мтДНК карельской березы было идентифицировано несколько гомологичных областей. Так, гену *psbJ* хпДНК соответствовала последовательность мтДНК с неустановленными функциями, потенциально представляющая собой открытую рамку счи-

тывания (ОРС). Уровень сходства транскрибируемых последовательностей данных локусов составил 83% (при 100%-й степени покрытия). Последовательности мтДНК, гомологичные генам *psbL*, *psbF* хпДНК, не имели ОРС вследствие мутаций в старт-кодонах данных локусов. Последовательность гена *psbE* хпДНК характеризовалась частичным перекрытием с ОРС мтДНК, достигая по отдельным доменам уровень сходства в 87%. Суммируя полученные данные, можно сделать вывод, что изученный интегрированный регион хпДНК в ходе филогенеза претерпел значительные структурные изменения (включая удлинение на 1092 н.о.) с утратой функциональности входящих в его состав локусов. В то же время митохондриальные гомологи других генов хпДНК (*rps7*, *trnD-GUC*, *trnM-CAU*, *trnW-CCA*) претерпели несущественные изменения своей структуры и, как следствие, нарушение функциональных свойств в условиях *in silico* для них выявлено не было.

С целью идентификации NUMT-региона в яДНК карельской березы проведено картирование прочтений мтДНК на ассемблированные последовательности геномов *Betula* spp., представленные в базе данных NCBI GenBank. В результате в ядерном геноме были отмечены фрагменты ряда генов, имеющие митохондриальное происхо-

ждение. На рис. 6 представлены результаты картирования прочтений митохондриального гена *cox1* на ядерный геном карельской березы.

Выводы

Митохондриальный геном карельской березы имеет типичную структурно-функциональную организацию, характерную для других высших растений, что подтверждает ядерную локализацию генов, ассоциированных с узорчатостью древесины. Значимые генетические отличия в структурно-функциональной организации мтДНК данной породы от березы повислой отсутствуют, что указывает на внутривидовой таксономический статус. Выявленные молекулярно-филогенетические особенности по ряду локусов говорят о вероятном полифилиетическом происхождении митохондрий высших растений, что требует дальнейшего изучения и уточнений в гипотезе симбиогенеза. Отмеченные в мтДНК и яДНК карельской березы химерные последовательности различного типа могут быть использованы в качестве информативных молекулярных маркеров для изучения процессов транслокации генетического материала в ходе онто- и филогенеза. ■

Статья поступила в редакцию 30.05.2025 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Møller I.M. Plant mitochondria – past, present and future / I.M. Møller, A. G. Rasmusson, O. Van Aken // The Plant Journal. 2021. Vol. 108, №4. P. 912–959.
2. Даниленко Н.Г. Миры геномов органелл / Н. Г. Даниленко, О.Г. Давыденко. – Минск, 2003.
3. Zimorski V. Endosymbiotic theory for organelle origins / V. Zimorski, C. Ku, W.F. Martin, S.B. Gould // Current Opinion in Microbiology. 2014. Vol. 22 – P. 38–48.
4. Boore J.L. Animal mitochondrial genomes / J.L. Boore // Nucleic Acids Research. 1999. Vol. 27, №8. P. 1767–1780.
5. Specific role of mitochondrial electron transport in blood-stage *Plasmodium falciparum* / H.J. Painter, J.M. Morrissey, M.W. Mather, A.B. Vaidya // Nature. 2007. Vol. 446. P. 88–91.
6. Chromosome-Level Genome Assembly for the Angiosperm *Silene conica* / P.D. Fields, M.M. Weber, G. Waneka [et al.] // Genome Biology and Evolution. 2023. Vol. 15, №11. Art. №192.
7. Sloan D.B. One ring to rule them all? Genome sequencing provides new insights into the «master circle» model of plant mitochondrial DNA structure / D.B. Sloan // New Phytologist. 2013. Vol. 200, №4. P. 978–985.
8. Transfer of chloroplast genomic DNA to mitochondrial genome occurred at least 300 MYA / D. Wang, Y.-W. Wu, A.C.-C. Shih [et al.] // Molecular Biology and Evolution. 2007. Vol. 24, №9. P. 2040–2048.
9. The Mighty NUMT: mitochondrial DNA flexing its code in the nuclear genome / L. Xue, J.D. Moreira, K.K. Smith [et al.] // Biomolecules. 2023. Vol. 13, №5. P. 753.
10. Parakatselaki M.-E. mtDNA Heteroplasmy: origin, detection, significance, and evolutionary consequences / M.-E. Parakatselaki, E.D. Ladoukakis // Life. 2021. Vol. 11, №7. Art. №633.
11. Падутов В.Е. Методы молекулярно-генетического анализа / В.Е. Падутов, О.Ю. Баранов, Е. В. Воронаев. – Минск, 2007.
12. Structure and phylogeny of the curly birch chloroplast genome / K.A. Shestibratov, O.Y. Baranov, E.N. Mescherova [et al.] // Frontiers in Genetics. 2021. Vol. 12. Art. №625764.
13. Schneider A. Import of RNA into mitochondria / A. Schneider // Trends in Cell Biology. 1994. Vol. 4, №8. P. 282–286.
14. Codon recognition rules in yeast mitochondria / S.G. Bonitz, R. Berlani, G. Coruzzi [et al.] // Proceedings of the National Academy of Sciences. 1980. Vol. 77, №6. P. 3167–3170.
15. Secondary structure of the human mitochondrial genome affects formation of deletions / V. Shamskiy, A.A. Mikhailova, E.O. Tretiakov [et al.] // BMC Biology. 2023. Vol. 21, №1. P. 103.
16. Hao W. Fine-scale mergers of chloroplast and mitochondrial genes create functional, trans-compartmentally chimeric mitochondrial genes / W. Hao, J.D. Palmer // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2009. Vol. 106, №39. P. 16728–16733.

■ **Summary.** For the first time, the mitochondrial genome of the curly birch has been sequenced. The length of the full-length mtDNA molecule was 581.3 thousand base pairs. A total of 65 structural genes were annotated, including 36 protein-coding genes, 26 tRNA genes, and 3 rRNA genes. Genetic features of the structural and functional organization of the mitochondrion were identified in comparison to the chloroplast genome of the curly birch and mitochondrial genomes of other taxonomic groups. A total of 469 microsatellite loci were identified for the development of a panel of highly informative genetic markers.

■ **Keywords:** mitochondrion, chloroplast, mtDNA, cpDNA, curly birch, *Betula* spp., genomics, high-throughput sequencing

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-10-77-83>

Alexander Novikov, Anastasia Ivanova

Activities and engagement of young scientists 4

The state system for talented youth support and the initiatives of the State Committee for Science and Technology are discussed.

Alexey Daineko, Natalia Polovinko

The Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research role in the state youth science policy 9

The article considers the role of the Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research in the state youth science policy and grant support for the young scientists research.

Irina Stigailo

Views of a new generation 14

A new generation of researchers shares their views, experience, and reflections on the effective support system for young scientists, programs and grants, prospects and horizons.

Alesia Salavej

Work experience and career orientations of academic degree applicants 22

Based on the sociological research results, there are given indicators of the professional status and work scientific activity of applicants for academic degrees in Belarus: their professional self-identification, motivation in choosing a profession, conditions for scientific activity and successful defense of a dissertation, as well as the personal qualities, gender differences and career orientation that contribute to this.

Dmitry Mazarchuk

Academic Master's degree as a researcher's starting pad 29

The article presents a unique model for training young scientists, implemented at the National Academy of Sciences of Belarus (NAS Belarus) University, based on the development of individual research trajectories and the inclusion of students in actual activity at the Academy's institutes.

Lyudmila Lomokhova

Why should young people pursue a career in science? 32

Interviews with young scientists who have dedicated their lives to science discuss how the research environment fosters their self-realization and the development of their best qualities, such as creativity, ability to think outside the box, courage, and hard work.

Oksana Gorbatovskaya, Svetlana Takun

Assessing the efficiency of digital technology implementation in the enterprise performance management system: approaches, tools, and algorithms 42

The proposed universal algorithm allows for assessing the scale of digital technology adoption, including the following stages: defining goals and objectives, assessing the current state, measuring results, and calculating implementation efficiency.

Ekaterina Gospodarik, Mikhail Kovalev

Labor productivity convergence as the foundation for integration in the EAEU 50

This article analyzes labor productivity in EAEU member countries and Belarus, as well as the factors influencing it. It proposes measures to improve it at both the EAEU and national levels. There was also examined the impact of investment in fixed capital, competencies, and workforce motivation.

Andrei Hrybau, Tatsiana Khatsianeovich

Shaping consumer value orientations using semiotics in branding Belarusian products 55

The article considers the challenging aspects of developing a positive brand ethos and analyzes the conditions for the effective implementation of socially responsible marketing.

Zhanna Rupasova, Fyodor Privalov, Nikolay Pavlovsky,

Emilia Kolomiets, Tatsiana Pilipchuk

The influence of biological plant protection and growth regulation on the nutritional and vitamin value of highbush blueberry fruits 59

The authors present the comparative research results of the effectiveness of several biological products, including the bacterial agent Ecoberit, developed by Belarusian scientists, in growing highbush blueberries. The effects of biological additives in various concentrations on the taste and therapeutic and prophylactic properties of these popular berries have been analyzed.

Dzmitry Rahel

Methods of clustering indicators in the financial assessment of interrelated counterparties 66

The author considers the main approaches to clustering similar data characterizing the economic activity of similar counterparties.

Darya Khvir

Contribution to the knowledge of the bumblebee fauna (Hymenoptera: Apoidea: Bombus Latr.), the clover pollinators in Belarus 70

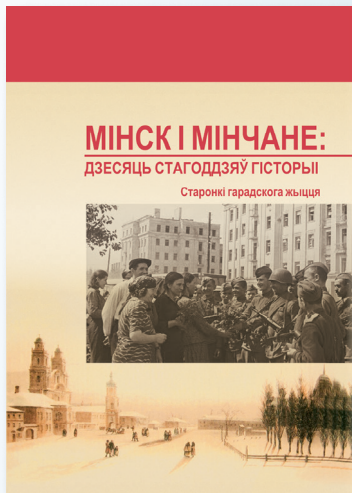
The paper presents the long-term research results of the biotopic distribution and phenology of bumblebee and cuckoo bumblebee species in three agroclimatic regions of Belarus. It addresses the most pressing issues related to the regional distribution of bumblebees in central Belarus and adjacent regions.

Pavel Kiryanov, Stanislav Panteleev, Lyudmila Mozharovskaya,

Oleg Baranov

Structural and functional organization of the Karelian birch mitochondrial genome 77

The authors presented the results of the first sequencing of the Karelian birch mitochondrial genome. There were identified 469 microsatellite loci for the development of highly informative genetic markers panel.



Мінск і мінчане: дзесяць стагоддзяў гісторыі : старонкі гарадскога жыцця : зб. навук. арт. / Нац. акад. навук Беларусі, Ін-т гісторыі ; уклад. Р. А. Аляхновіч ; рэдкал.: В. Л. Лакіза (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск : Беларуская навука, 2025. – 719 с. : іл. ISBN 978-985-08-3333-4.

Тэматыка навуковых артыкулаў зборніка ахоплівае шырокі спектр важных і раней неадаследаваных пытанняў і праблем па гісторыі Мінска, паказвае асобныя старонкі станаўлення і развіцця сталіцы Рэспублікі Беларусь у храналагічным парадку, пачынаючы ад моманту заснавання першых пасяленняў да сённяшняга дня.

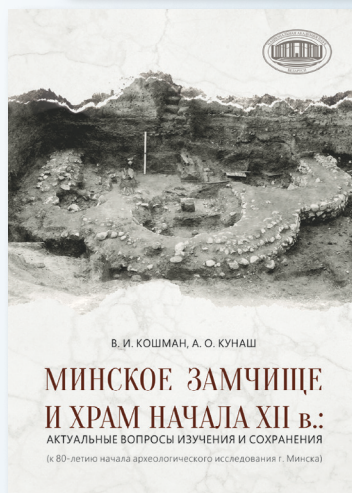
Адрасуецца вучоным, студэнтам, настаўнікам, краязнаўцам і ўсім тым, хто зацікаўлены ў вывучэнні гісторыі Беларусі.

Минское Замчище и храм начала XII в.: актуальные вопросы изучения и сохранения : (к 80-летию начала археологического исследования г. Минска) / В. И. Кошман, А. О. Кунаш ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т истории. – Минск : Беларуская навука, 2025. – 519 с. : ил. ISBN 978-985-08-3316-7.

Минское Замчище стало полноценным объектом исследования в результате раскопок В. Р. Тарасенко в 1945–1951 гг. На основе разнообразной документации представлен взгляд исследователя на локализацию минского Замчища, показаны особенности методики работ и организации раскопок, изучения фундаментов каменного храма.

Аўтарамі прадставлен істориографічны аналіз літэратуры, касаючайся розных аспектаў датіроўкі храмовага строіцтва на мінском дцінці, ввядзюцца в наўчны абарот прадлжөннн по сохранию и музейфикации фундаментов минского храма и элементов деревянной застройки.

Монография предназначена для археологов, историков, архитекторов, краеведов, музейных сотрудников и всех тех, кто интересуется историей и археологией Минска.



Развитие рынка труда Республики Беларусь в условиях цифровой экономики : монография / Н. Н. Морозова ; Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики. – Минск : Беларуская навука, 2025. – 364 с. – (Белорусская экономическая школа). ISBN 978-985-08-3336-5.

В монографии представлены исследования теоретико-методологических положений и концептуальных подходов к формированию и развитию рынка труда в условиях цифровой экономики. Изложены результаты анализа, отражающие демографические процессы, замещение трудового потенциала, развитие платформенной занятости, перераспределение рабочей силы из сферы производства в сферу услуг, поведение потребителей на рынке труда в разрезе поколений и трудовых предпочтений. Представлены исследования различий уровня занятости между регионами Беларуси и проведена кластеризация факторов. Сформулированы практические рекомендации по обеспечению сбалансированности спроса и предложения на рынке труда.

Предназначена для специалистов, занимающихся вопросами рынка труда и занятости, служащих органов государственного управления, научных работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов.



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

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ:
ПРОДУКТИВНОСТЬ, СОСТОЯНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ»

95-ЛЕТИЮ

ИНСТИТУТА ЛЕСА НАН БЕЛАРУСИ ПОСВЯЩАЕТСЯ

Приглашаем ученых, специалистов лесного хозяйства, экологов, студентов и всех тех, кто интересуется биоценозом, принять участие в международной научно-практической конференции, посвященной современным вызовам и развитию лесных экосистем в условиях климатических изменений и антропогенного воздействия.

ЦЕЛЬ КОНФЕРЕНЦИИ – поиск эффективных решений по сохранению, восстановлению и повышению продуктивности лесных экосистем.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ:

*Продуктивность и экологическая устойчивость лесных экосистем
Воспроизводство, охрана и охрана лесов в условиях изменения климата
Биологическое и генетическое разнообразие как основа устойчивости экосистем*

Теоретические и методические аспекты изучения, сохранения и использования лесных ресурсов

12–14 ноября 2025 г.

г. Гомель, ул. Пролетарская, 71

В ПРОГРАММЕ КОНФЕРЕНЦИИ

*Встреча с ведущими экспертами из разных стран
Представление объективных исследований и обмен опытом
Публикация материалов конференции
Участие в разработке мер по сохранению и восстановлению лесов*



Институт леса
НАН Беларуси



НПЦ НАН Беларуси
по биоресурсам



Национальная академия
наук Беларуси

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»
246050, г. Гомель, ул. Пролетарская, 71

www.forinst.basnet.by e-mail: forestconference2022@yandex.ru

+375 (232) 30-27-46 +375 (29) 128-06-41

