



«ЦИФРА»
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
КАЧЕСТВА СТАДА

5

К ИСТОРИИ
РАЗВИТИЯ МЕХАНИКИ
В БЕЛАРУСИ

44

ПОЧИТАТЕЛИ
СОЛНЦА

54

СТРЕСС-ТЕСТ
БЕЛОРУССКОЙ
ВАЛЮТЫ

79

Наука и инновации

№5 (243)
МАЙ 2023

научно-
практический
журнал



УМНАЯ ФЕРМА

ISSN 1818-9857



9 771818 985001 05
ISSN 2412-9372 (online)

НАУКА И ИННОВАЦИИ

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЕ ИЗДАНИЕ
ПО ВСЕМ НАУЧНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ

Год основания 2003 г.

Учредитель – Национальная академия
наук Беларуси

20 лет выхода журнала это:

- 240 номеров
- 5 тыс. эксклюзивных авторских материалов
- 1000 журналистских работ
- 40 000 онлайн-визитов в год
- 25 тыс. уникальных посетителей

- работаем на престиж науки и образования в Беларуси
- налаживаем информационный обмен между учеными и общественностью
- популяризируем достижения отечественной науки, техники и технологий
- формируем инновационное пространство и общество знаний

В каждом выпуске важнейшие события отечественной науки,
государственной научной и научно-технической политики

Практические результаты внедрения достижений науки

Вопросы инновационного развития, менеджмента и трансфера технологий

Состояние цифровой трансформации различных отраслей экономики

Концептуальные и практические подходы к подготовке кадров высшей
квалификации



ПОДПИСНЫЕ
ИНДЕКСЫ:

00753
007532

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

 (+375 17) 351-14-46
факс: (+375 17) 379-16-12

 nii2003@mail.ru

 innosfera.belnauka.by
www.innosfera.by

 @science_innovations



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 Василичина

Дизайн и верстка:

Алексей Петров

Адрес редакции:

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

Подписные индексы:

007 532 (ведомственная)

00 753 (индивидуальная)

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 9,8. Тираж 533 экз.

Цена договорная.

Подписано в печать 19.05.2023.

Издатель: РУП «Издательский дом

«Беларуская навука». Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013. г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ №96.

© «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: УМНАЯ ФЕРМА

Ирина Емельянович

«Цифра» для повышения качества стада..... 5

Представлен обзор цифровых технологий для умной фермы, сулящих значительные эффекты и выгоды от их применения.

Геннадий Волнистый, Виктор Дравица, Иван Король, Евгений Якушкин

Прослеживаемость продукции от фермы до прилавка – путь к безопасности потребителей 10

Описана технология электронной прослеживаемости и безопасности пищевой продукции по принципу «от фермы до прилавка», созданная на базе информационных систем, ресурсов и сервисов ГИС AITS, ePASS и VET.EPASS, использующих международные стандарты идентификации и электронного обмена данными.

Дмитрий Богданович, Владимир Тимошенко, Андрей Музыка

Перспективные направления совершенствования технологии производства молока 16

Авторы рассматривают ферму нового поколения как биотехнический комплекс с гибкой самоадаптирующейся системой машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных и полной автоматизацией производственных процессов.

Владимир Передня

Интеллектуально-роботизированный способ доения коров 21

Обоснована необходимость разработки инновационного интеллектуально-роботизированного способа доения коров, позволяющего получать высококачественное молоко с низкой себестоимостью при достаточном продуктивном долголетии животных.

Станислав Карпович, Дмитрий Комлач, Евгений Жилич, Юлия Рогальская

Программно-аппаратный комплекс системы идентификации и контроля физиологического состояния животных 24

Представлен отечественный программно-аппаратный комплекс системы идентификации и контроля физиологического состояния животных для автоматического сбора сведений, анализа полученных данных и выдачи рекомендаций, позволяющий в режиме реального времени контролировать необходимые процессы на ферме.

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДИКИ

Валерий Байнев, Сергей Макаревич

Ресурсно-полезностный подход к обеспечению технологической безопасности Республики Беларусь 27

Статья посвящена развитию ресурсно-полезностного подхода к анализу и управлению социально-экономическими системами путем его распространения на научно-исследовательскую, научно-техническую, инновационную сферу.

Борис Гусаков, Вадим Лойко

Аллокативная стоимость конструкторско-технологического ноу-хау 33

Исследована проблема формирования аллокативной (распределительной) стоимости конструкторско-технологического ноу-хау, предложена система балльной оценки инновационных технологий и продукции.

РЕСУРСНАЯ БАЗА ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Петр Витязь, Валерий Федосюк, Казимир Янушкевич

Редкоземельные элементы в производстве и материаловедении 38

Статья посвящена истории открытия и практике применения редкоземельных металлов, состоянию их мирового рынка, а также важности этих элементов для современных высокотехнологичных производств.

ОНТОЛОГИЯ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ

Юрий Плескачевский

К истории развития механики в Беларуси..... 44

Первое в своем роде исследование, анализирующее становление в нашей стране теоретической и прикладной механики, вклад в этот процесс отечественных ученых, формирование кафедр в ведущих вузах республики и другие аспекты, связанные с этой областью физической науки.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Анатолий КУЛАК

Почитатели солнца..... 54

История открытия одного из самых удивительных видов бабочек – аполлона, живущего в специфических природных условиях и труднодоступных для человека местах, а также их роли в развитии мировой энтомологии и участия в этом процессе исследователей из Беларуси и России.

Александр Судник, Ирина Вознячук, Наталья Грищенко, Александр Пугачевский

Мониторинг растительного мира в Беларуси и его роль в сохранении биоразнообразия и природных ресурсов..... 60

В статье приводятся сведения о принципах постоянного наблюдения за состоянием флоры как важнейшего элемента природной среды в рамках созданной в стране единой системы мониторинга.

ПОЛЕ ЭТНОЛОГИИ

Вольга Шарая

Родаваарыентаваныя ўяўленні ў традыцыйнай культуры беларусаў і асаблівасці іх даследавання (ч.1)..... 66

У артыкуле разглядаюцца спецыфічныя рысы роднасных паявзяў і звязаных з імі звычаяў у беларусаў і іншых народаў Еўропы, іх роля і рэгіянальныя адметнасці, а таксама гісторыя даследавання і вылучэння гэтай часткі культуры ў асобнае навуковае адгалінаванне на мяжы некалькіх навуковых дысцыплін.

СПАДЧЫНА

Алена Паўлава

Рытуал «пляценне вельцэ» у вясельнай абраднасці Брагінскага раёна..... 72

Апісаны адзін з самых яркіх лакальных вясельных звычаяў беларусаў па выніках аналізу звестак, атрыманых аўтарам падчас палявых даследаванняў на тэрыторыі Брагінскага р-на Гомельскай вобл.

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Елизавета Бонь, Наталия Максимович, Иосиф Дремза, Татьяна Каваленя, Мария Лычковская, Александра Койко, Виолетта Шевчук

Прооксидантно-оксидантный баланс у крыс с церебральной ишемией..... 75

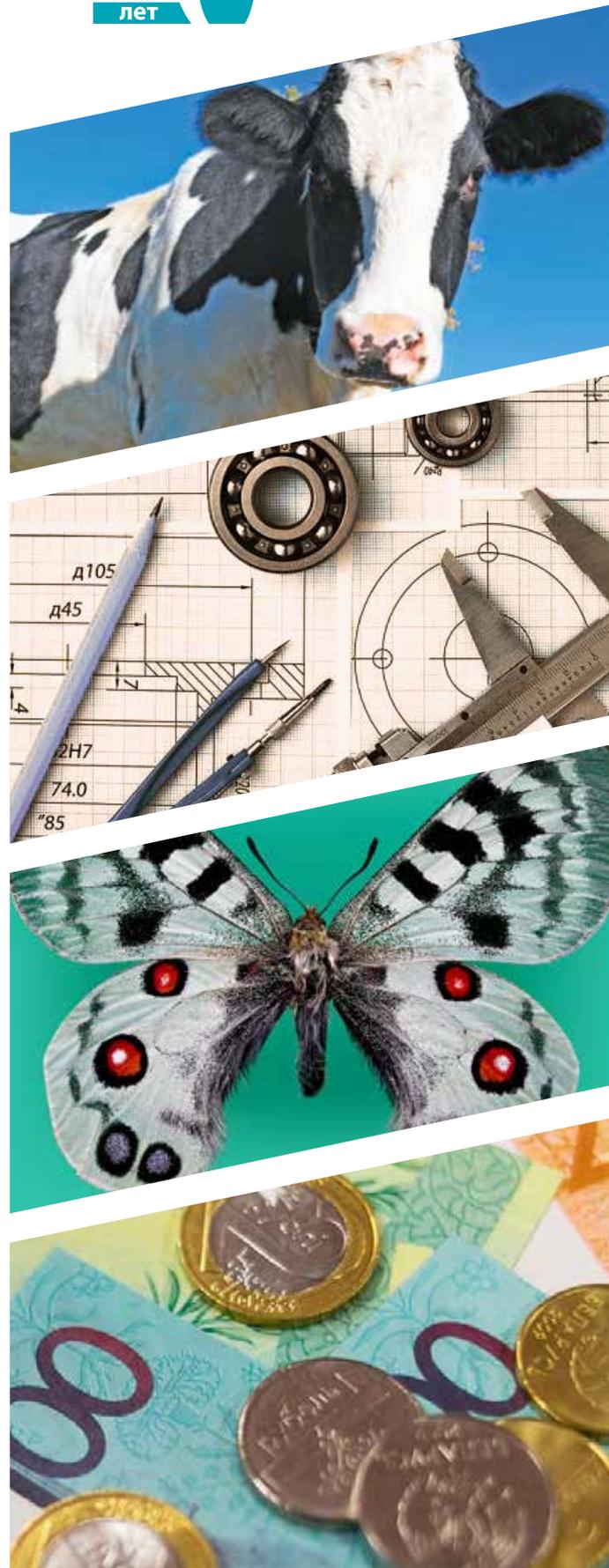
В исследовании показана важность процесса генерации активных форм кислорода для жизнедеятельности клеток организма в целом и головного мозга в частности и опасность их избыточной выработки.

ИНФОЛИНИЯ

Александр Козлов

Стресс-тест белорусской валюты в условиях внешнего шока..... 79

Статья посвящена поиску путей сбережения денежных средств в современных условиях, проведены расчеты и сравнительный анализ альтернативных моделей инвестирования в золото, белорусский и российский рубль, доллары и евро. Обоснованы преимущества и целесообразность хранения денежных средств в национальной валюте.





«Цифра» для повышения качества стада

Цифровая трансформация становится одним из главных условий устойчивого развития всех отраслей экономики, включая агросектор. Ее достижения активно применяются и в системе АПК в целом, и в молочном животноводстве в частности. Внедрение цифровых технологий проходит комплексно по всем цепочкам производства, формируя цельный механизм под названием «умная ферма», представляющий собой полностью автономный, роботизированный объект, предназначенный для содержания сельскохозяйственных видов животных в автоматическом режиме, не требующем активного участия человека – оператора, животновода, ветеринара и др. Такое предприятие способно собирать необходимые данные, анализировать их, регулировать производственные процессы, используя цифровые инструменты – искусственный интеллект, Интернет вещей, большие данные, нейронные сети и др.

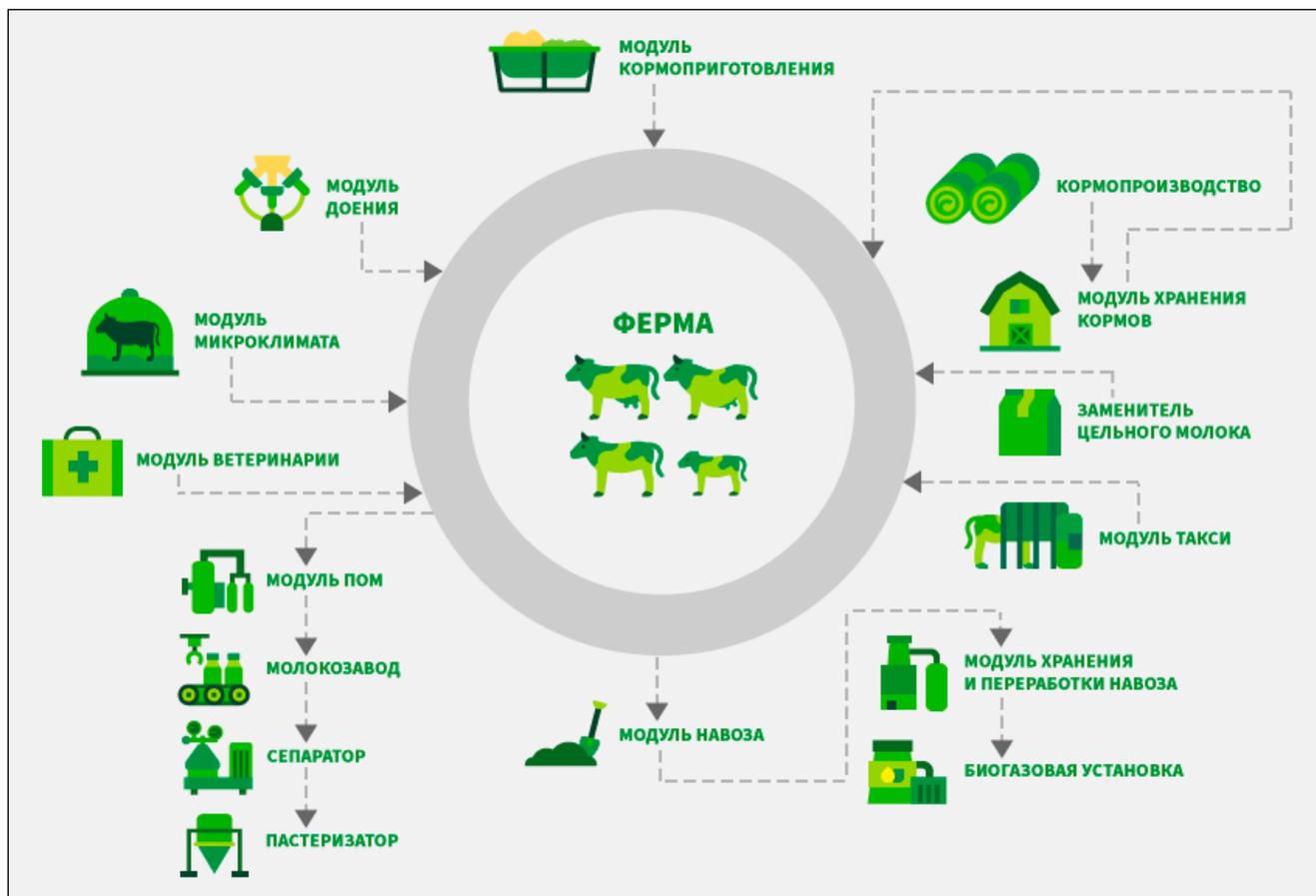
Обязанностью специалистов станет обеспечение полной прозрачности всего цикла производства – от фермы до прилавка. Человек в основном будет занят интеллектуальной работой: созданием, корректировкой и совершенствованием алгоритмов управления субъектом, получением информации о состоянии здоровья животных, их местонахождении, других сопутствующих проблемах и умением их решать.

МАРКИРОВКА ПОГОЛОВЬЯ СКОТА

Молочная отрасль одна из первых стала активно применять в своей деятельности новейшие технологические системы, такие как «современная умная ферма», «умное стадо», «цифровая корова», что, несомненно, позитивно отражается на экономическом состоянии животноводческих комплексов.

Первым и главным элементом цифрового животноводства стали учет и идентификация (маркировка) всего поголовья скота во всех без исключения хозяйствах – от мегаферм до личных подсобных хозяйств, обеспечивающие прослеживаемость за движением животных в пределах технологического цикла, состоянием их здоровья, уровнем ветеринарного обслуживания. Это базис, основа всех производственных процессов в отрасли: осеменения, получения молодняка, доения, кормления, сортировки скота, ветеринарного и зоотехнического обслуживания, кормопроизводства и других составляющих содержания животных, представляющая собой систему их учета путем присвоения уникального идентификационного номера, регистрации в базе данных сведений и их пожизненное хранение в паспорте (карточке) особи. Как правило, животных маркируют двумя видами ушных бирок: визуальными с нанесенным номером и электронными, обеспечивающими автоматическое считывание информации за счет встроенного в бирку микрочипа. На сегодняшний день практически все малые, средние и крупные отечественные фермы широко используют бирки с нанесенным номером и штрих-кодом для автоматического считывания.

Эти процессы регулируются Законом Республики Беларусь от 15.07.2015 г. №287-3 «Об идентификации, регистрации, прослеживаемости сельскохозяйственных животных, идентификации и прослеживаемости продуктов животного происхождения», направленным на создание условий, обеспечивающих получение достоверных сведений об имеющихся стадах и определение наиболее эффективных способов контроля безопасности продовольственного сырья, а также унификацию законодательства нашей страны и Евразийского экономического союза. Закон призван обеспечить контроль на каждом этапе жизни животного: рождения, перемещений, местонахождения, транспортировки, состояния здоровья, убоя, переработки сырья, сбыта, обеспечения качества и безопасности готовых продуктов.



источник: [1]

Для реализации означенных целей в Беларуси созданы функциональный комплекс АИТС и Центр информационных систем в животноводстве, основной целью которых являются разработка и внедрение автоматизированной информационной системы идентификации, регистрации, мониторинг состояния сельскохозяйственных животных и продуктов животного происхождения.

Маркировка животных – один из ключевых моментов в организации полного контроля за состоянием стада в рамках всей страны, позволяющий в любой момент времени получать в электронном режиме информацию из базы данных о том, где и от кого получено сырье, каковы его качественные характеристики; контролировать распространение болезней и вовремя принимать предупредительные меры противоэпизоотического характера, проводить своевременное лечение животных.

В настоящее время система электронной ветеринарной сертификации получила широкое распространение в международном масштабе. В рамках ЕАЭС, к примеру, она пред-

ставлена комплексной системой «ВетИС» и ее компонентами «Аргус», «Меркурий», «Веста» в Российской Федерации, интегрированной системой ЕАСУ с подсистемой «Идентификация сельскохозяйственных животных» в Республике Казахстан, автоматизированной информационной системой ИСЭЛЕК в Кыргызстане.

Цифровизация в животноводстве начинается с датчиков для сбора данных. Постепенно их становится все больше и больше, что позволяет получать все более точные и достоверные сведения. Они собираются и хранятся в информационных системах, а затем анализируются специальными программами для выработки своевременных рекомендаций, максимально обеспечивающих качественное содержание животного. На молочном или мясном животноводческом предприятии датчики в постоянном режиме отслеживают буквально все технологические процессы, активность и состояние животного: от количества потребляемой пищи конкретной особью до оценки состояния воздуха в помещениях, где содержится скот.

Широкое распространение в животноводстве получили следующие виды датчиков: индивидуальные (электронные бирки для животных, болюсы), групповые системы мониторинга, датчики окружающей среды, оборудования, контроля продукции.

Обеспечивают связь между животным и технологиями в хозяйстве электронные радиочастотные ушные бирки (RFID-метки), в которых находится микрочип. Принцип их работы очень прост. Специальное считывающее устройство (сканер-ридер) продуцирует электромагнитную волну в виде радиосигнала, чем вызывает возбуждение микросхемы пассивного чипа; тот, в свою очередь, «просыпается» и передает устройству свой номер (уникальный идентификационный код), благодаря которому и происходит идентификация (распознавание) животного. Электронным биркам не требуется источник питания, они представляют собой пассивные устройства и могут функционировать вечно, храня в своей памяти только уникальный номер одного конкретного животного, которому установлена эта ушная бирка или введен в желудок электронный болюс.

Важным элементом цифровизации является внедрение в практику молочного животноводства различного многопрофильного технологического оборудования, включающего в себя умные системы, приборы и регистраторы. Например, это электронные счетчики удоев молока, от простых до сложных, разных модификаций, которые фиксируют данные об объемах полученного сырья, измерения и контроля его химического состава и электропроводности посредством специальных устройств, вмонтированных в систему доения коров. Датчики могут регистрировать показатели жира, белка, лактозы, присутствие крови и других компонентов в молоке и «привязаны» к конкретному животному, что позволяет на ранней стадии выявлять заболевания маститом и, в свою очередь, избежать потерь товарного молока, своевременно обеспечив лечение.

Еще одна значимая составляющая цифровизации – система измерения активности животных «OVI-BOVI», использующая специальные устройства, обеспечивающие своевременное выявление охоты у коров, которое оказывает большое влияние на рентабельность молочной фермы. Электронный активометр крепится на ошейнике животного и регистрирует специфические типы его активности в режиме 24 на 7. Информация передается на базовую прием-

ную станцию один раз в 20 минут на расстояние до 2–5 км и хранится в течение 48 ч. Этот же датчик отслеживает ускорение движений животного, а также его вертикальные и горизонтальные перемещения. Функция мониторинга используется преимущественно службой воспроизводства стада и позволяет выявить отклонения в обычном режиме активности коровы, определить ее половую охоту и подсказать время, в которое осеменение будет наиболее плодотворным.

Многие агропредприятия внедряют систему мониторинга активности и руминации (длительности жевания жвачки) коров, представленную специальными электронными ошейниками с индивидуальным кодом, который присваивается каждой корове для накопления индивидуальной информации. Система определяет фертильность с достоверностью 91%, руминацию с точностью до 94%, время отдыха коровы и поедания корма с подлинностью 98%, отслеживает активность животного, количество его жевательных повторов и движений. Средством обработки и аккумулирования собираемых данных является специальная программа управления стадом, которая объединяет в себе информацию со всех приборов учета, датчиков и помогает принимать правильные решения о содержании животных и состоянии их здоровья. Резкое изменение руминации обычно свидетельствует о возникновении заболевания, которое фиксируется на ранней стадии, что позволяет ветеринарной службе своевременно обеспечить надлежащее лечение коровы и минимизировать риски, связанные с потерями молока и выбытием животного из стада.

Все большее распространение на умных фермах получают автоматические молочные станции для порционного выпаивания молоком телят. Такие комплексы имитируют природные функции кормления теленка, при которых молоко поступает в его желудочно-кишечный тракт со слюной, малыми порциями, тщательно перемешиваясь уже в ротовой полости. Работа станций контролируется программным обеспечением, регламентирующим количество молока, выдаваемого каждому теленку в зависимости от его возраста, фиксирует количество подходов и объем потребляемого продукта через электронные бирки и выдает список недокормленных особей. Это помогает выявить факторы недоедания и возможные заболевания на ранних сроках, помогая тем самым снизить риски падежа телят в группе до двух месяцев и увеличить их привес.

Важным элементом в общей цепочке технологий цифровизации фермы выступает новейшая разработка – навигатор стада, который осуществляет автоматический отбор проб, онлайн-анализ состава молока, четырех гормонов и ферментов для контроля воспроизводства, мастита, кетоза, дисбаланса кормления; выявление коров в охоте и подтверждение стельности после осеменения по уровню прогестерона; предоставление четких зоотехнических и ветеринарных протоколов; раннюю диагностику и снижение рисков клинических заболеваний у коров.

Помимо описанных выше умных приборов и технологий, входящих в комплектацию умной фермы, производители используют такую систему, как робот для обработки сосков – это новейшая роторная доильная технология, реализующая метод качественного ухода за вымяем коровы и обеспечивающая ее здоровье.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ УМНЫХ ФЕРМ

Устоявшимся трендом в современных реалиях стало точное животноводство, представляющее собой систему управления продуктивностью животных, которая включает в себя идентификацию и мониторинг поголовья (рацион кормления, удой, привес, температура тела, активность), удовлетворение индивидуальных потребностей животных, мониторинг их состояния; автоматическое регулирование микроклимата и контроль за вредными газами; отслеживание качества продукции; электронную базу данных технологических процессов; роботизацию доения, кормления, ухода [3].

Новым направлением в молочном животноводстве можно назвать ДНК-цифровизацию, позволяющую с высокой точностью проводить генетическую дифференциацию пород, типов и линий высокопродуктивных животных. Учеными и практиками уже создаются ДНК-паспорта и банки данных лучших пород. Предполагается, что генетический профиль животного в недалекой перспективе будет полностью оцифрован, и еще на этапе рождения скот будут верифицировать, определять, под какие схемы питания и производства подпадает каждая голова. При традиционном методе оценки продуктивности «по предкам» допускается до 60–70% ошибок. Благодаря геномным технологиям фактор неопределенности сводится к нулю, что позволит

только в масштабах ЕАЭС обеспечить повышение эффекта селекции по молочной продуктивности в 5 раз и сократить в 4 раза издержки на проведение оценки и содержание быков-производителей.

Уже сейчас можно выбирать пол животного на стадии приобретения семенного материала, а в ближайшем будущем станет доступным выбор молочной продуктивности, характеристик упитанности и конституции или устойчивости к определенным типам болезней. Сегодня в мире имеется большая база генотипированного импортного поголовья – прежде всего в США, Европе. В нашей стране работа по присвоению индексов племенной ценности КРС только начинается. Создание базы весьма перспективно для повышения рентабельности в выращивании и содержании животных, отбраковки больных и непродуктивных сразу после рождения, выделения в стаде группы наиболее генетически ценных телок в раннем возрасте для наиболее целесообразного использования маточного поголовья. И в целом, чем больше информации о животных, тем больше возможностей принимать эффективные решения. Так, после внедрения геномной селекции в национальную программу Ирландии за 5 лет в стране был получен прирост продуктивности на 50%, а общее увеличение прибыли индустрии составило 683 млн евро. Сейчас здесь ведутся работы по использованию искусственного интеллекта для подбора пары, в результате чего можно будет усиливать «молочные» или «мясные» характеристики потомства.

С помощью системы электронной ветеринарной сертификации и идентификации в перспективе, когда базы данных в общегосударственном масштабе накопят информацию о животных нескольких поколений, можно будет строить как стратегические системы их защиты от эпидемий, так и тактические методы борьбы с любыми заболеваниями. Это тоже часть будущих, глобальных цифровых технологий, которые необходимо будет внедрять в молочное и мясное животноводство.

Составляющей генетического профиля животного является цифровая племенная книга, в которой фиксируются генетические данные коровы, сведения о ее способности к воспроизведению потомства и здоровье, о количестве и качестве произведенного молока, содержании в нем полезных веществ. Подобная система активно используется в Израиле, где получают более 11 тыс. л молока на корову [1]. В Республике Беларусь работа в данной области активно ведется на базе

системы «Племдело», которая интегрирована с системой AITS. Генетика должна учитываться при составлении рационов кормления. Предполагается, что в перспективе фабрики по производству комбикормов будут «привязываться» к генетическим особенностям животного и под каждого подбирать индивидуальные программы питания, наиболее оптимальные для конкретного периода и с учетом состояния животного.

Один из ключевых факторов в распространении лучших практик умных ферм – формирование платформ по облуживанию и кооперации таких субъектов хозяйствования в части поставки генетических материалов, кормов, облуживания, сбыта и ветеринарии. Лидеры отрасли формируют свое поле влияния, а мелкие организации к ним присоединяются и стандартизируют качество под крупных игроков и платформенные стандарты. Малые хозяйства будут интегрироваться не просто на уровне контрактной базы, а в онлайн-режиме смогут сообщать своему контрагенту данные по производимой продукции определенных стандартов качества и выдавать типовой продукт. Аграрными ведомствами различных стран разработаны и осуществляются комплексные планы развития цифрового сельского хозяйства с привлечением ведущих научных учреждений. Так, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации реализует ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», в рамках которого создается соответствующая платформа. Министерство продовольствия и сельского хозяйства Федеративной Республики Германия выполняет программу по формированию государственных цифровых платформ данных для аграриев и др.

Однако при большом количестве положительных моментов на пути внедрения цифровых технологий в животноводстве встречается немало проблем. В первую очередь следует учитывать, что умная ферма – это не просто покупка инновационных решений, а готовность сельскохозяйственного предприятия к их использованию и, самое главное, их трансформация в соответствии с новыми трендами. Несмотря на очевидные плюсы цифровизации, есть факторы, замедляющие их освоение и препятствующие данному процессу. Помимо финансовой стороны вопроса это в том числе и необходимость внутренней реструктуризации технологического производства животноводческих комплексов и ферм, обновления и повышения квалификации кадрового состава сельскохозяйственного предприя-

тия, наличие специалистов с новыми компетенциями. Внедрение цифровой системы управления требует перестройки мышления в нынешних реалиях, в восприятии и принятии инноваций. Как ни парадоксально это звучит, но и самих животных нужно приучить к жизни в новых условиях, взаимодействию с электронными технологиями, предоставляя им максимальные удобства согласно их биологическим инстинктам и потребностям, при этом контролируя их здоровье и обеспечивая получение высококачественной продукции.

Таким образом, цифровизация в животноводстве, как и в других отраслях, позволит сельхозпроизводителям интегрироваться в мировое пространство, используя установленные стандарты соответствия требованиям качества и полной прослеживаемости продукции. Передовые решения уже запущены, и оставаться на старой платформе управления и оснащения предприятий и ферм, без автоматизации, уже не получится, поэтому аграриям необходимо успеть войти в систему и трансформироваться вместе с совершенствованием технологий. Это поможет большей части животноводческих предприятий быть устойчивыми и успешными. Для укрепления позиций АПК Беларуси на международных рынках важно активнее задействовать продукты глобальной цифровизации, динамичное развитие которых способно обеспечить значительные эффекты и выгоды от их применения в сельском хозяйстве. Реализации смелых начинаний в нашей стране способствуют мероприятия Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг., ГП «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг., Стратегии «Наука и технологии: 2018–2040 гг.», Отраслевой программы кадрового обеспечения организаций агропромышленного комплекса «Кадры 2021–2025 гг.». Их выполнение ориентировано на внедрение достижений научно-технического прогресса в практику молочно-товарных предприятий и подготовку кадров для умных ферм. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Умная ферма / Центр цифровой трансформации в сфере АПК // <https://cctmcs.ru/digital-cx/umnaya-ferma/>.
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М., 2019.
3. Подходы к развитию цифровизации в сельском хозяйстве Германии // https://agrardialog.ru/files/prints/podhodi_k_razvitiyu_tsifrovizatsii_v_selskom_hozyaystve_germanii_mart_2020.pdf.
4. Цифровизация в животноводстве – новые тенденции современного мира // <https://milklife.ru/publication/9566/html>.

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

Прослеживаемость продукции от фермы до прилавка — путь к безопасности потребителей

Геннадий Волнистый,
технический директор Центра систем
идентификации

Виктор Дравица,
директор Центра систем идентификации,
кандидат физико-математических наук, доцент

Иван Король,
начальник лаборатории — заместитель
директора по информационной безопасности
Центра систем идентификации, кандидат
физико-математических наук, доцент

Евгений Якушкин,
начальник управления электронных ресурсов
Центра систем идентификации

Республика Беларусь одной из первых стран мира на законодательном уровне закрепила регулирование и контроль процессов, происходящих в производственно-сбытовой цепи продукции животного происхождения, на основе информационных технологий. В соответствии с Законом Республики Беларусь от 15.07.2015 г. №287-З «Об идентификации, регистрации, прослеживаемости сельскохозяйственных животных (стад), идентификации и прослеживаемости продуктов животного происхождения» создана, функционирует и развивается государственная информационная система ГИС АИТС (Animal Identification Traceability System). Согласно закону №287-З, по каждому идентифицированному сельскохозяйственному животному (или стаду) в режиме времени, максимально приближенном к реально происходящим процессам, в ГИС АИТС отражается информация о его местона-

хождении, здоровье и ветеринарном благополучии, а также сведения о производителях, поставщиках и партиях продукции, направляемой на внутренний и внешние рынки. Идентификация и регистрация в системе ГИС АИТС крупного рогатого скота (КРС), свиней, овец, коз, лошадей, фиксация касающихся их значимых событий обеспечиваются их владельцами и ветеринарными службами в индивидуальных для каждого животного или стада электронных паспортах. С 2022 г. в сферу функционирования ГИС АИТС поэтапно включаются птица, животные-гидробионты, пушно-меховые звери, пчелы и пчелосемьи. Система позволяет фиксировать до 24 типов различных событий (рождение, зоотехнические, ветеринарные профилактические и лечебные мероприятия, перемещения, убой, идентификация туши на бойне и др.). На сегодня зарегистрировано и имеет цифровые паспорта все поголовье КРС (около 4,4 млн голов), а также свиньи (более 2,3 млн голов), лошади, овцы, козы в разрезе их принадлежности к владельцам (более 5,5 тыс. юридических и около 90 тыс. физических лиц).

В системе поддерживается в актуальном состоянии реестр всех отгрузок по каждой изготовленной партии продукции каждому конкретному получателю как на внутреннем рынке, так и за рубежом с возможностью получения цифровых (электронных) паспортов потребительских единиц товаров, входящих в контролируемую транспортную партию. Такое централизованное взаимодействие с ГИС АИТС поставщиков сырья (владельцев животных), производителей продукции и государственных ветеринарных служб Беларуси всех уровней, с одной стороны, позволяет осуществлять государственный контроль и регулирование отношений участников пищевых

цепочек, а с другой – способствует высокому уровню автоматизации формирования, централизованного накопления, хранения и выдачи ветеринарных сертификатов на бумажных носителях и в электронном виде на каждую произведенную и отгружаемую (в том числе посредниками) партию товара.

Структура ГИС АИТС

Структурно ГИС АИТС состоит из трех взаимосвязанных функциональных информационных систем (ИС) (рис. 1):

- идентификации, регистрации и прослеживаемости животных (ИС «АИТС-Животные»);
- идентификации, регистрации и прослеживаемости продуктов (продукции, товаров) животного происхождения (ИС «АИТС-Прослеживаемость»);
- обеспечения ветеринарной безопасности подконтрольных продуктов (продукции, товаров) (ИС «АИТС-Ветбезопасность»).

С 01.12.2022 г. все три подсистемы функционируют в режиме 24/7/365. Оператор и владелец ГИС АИТС – специализированное государственное учреждение «Центр информационных систем в животноводстве», сопровождение и развитие которого осуществляет ее разработчик – ГП «Центр систем идентификации» НАН Беларуси.

ИС «АИТС-Животные» обеспечивает идентификацию, регистрацию и поддержку в актуальном состоянии реестров владельцев (юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, фермерских хозяйств, физических лиц), объектов содержания животных и их мест расположения, а также идентификацию, регистрацию и прослеживаемость жизненного цикла каждого сельскохозяйственного животного, включая КРС, лошадей, овец, коз, племенных свиней (стада для товарных свиней). База данных ИС «АИТС-Животные» описывает национальную базу сырьевой продукции и является основой реализации прослеживаемости пищевой продукции, полученной из мяса и молока идентифицированных животных, посредством подсистемы ИС «АИТС-Прослеживаемость».

В ИС «АИТС-Прослеживаемость» технически реализованы процессы идентификации и прослеживаемости продукции животного происхождения – от поставщиков до точек конечных продаж с возможностью получения данных в обратном порядке об использованных партиях сырья вплоть до объектов содержания и в некоторых случаях до электронных паспортов конкретных животных. Система предоставляет следующие услуги: все изготови-

тели и поставщики зарегистрированы в ней как ее участники, включая площадки по убою, переработке и поставкам товаров животного происхождения; функционал позволяет идентифицировать и отслеживать мясо, молоко и продукцию из них. В 2023 г. начато усовершенствование этой технологии в отношении изделий, полученных из мяса других видов животных, что предусмотрено Законом Республики Беларусь от 04.01.2021 г. №76-З (рис. 2).

ИС «АИТС-Ветбезопасность» обеспечивает автоматизацию деятельности государственных ветеринарных специалистов всех уровней, включая функции централизованного формирования ветеринарных сопроводительных документов (ВСД) в бумажной форме на перемещаемые подконтрольные ветнадзору товары в пределах Республики Беларусь, а также на зарубежные рынки.

Посредством веб-сервисов ГИС АИТС интегрирована в республиканскую межведомственную распределенную систему «Банк данных электронных паспортов товаров» (www.ePASS.by, Банк электронных паспортов товаров, ePASS) [1, 2], содержит информацию о производимых, реализуемых на территории нашей страны товарах и де-факто является национальным пулом «мастер-данных» об участниках цепей поставок, а также включает стандартизованные описания товаров по международным правилам электронной торговли (рис. 3).

Это обеспечивает единый организационно-технологический процесс использования всеми участниками производства и обращения продукции

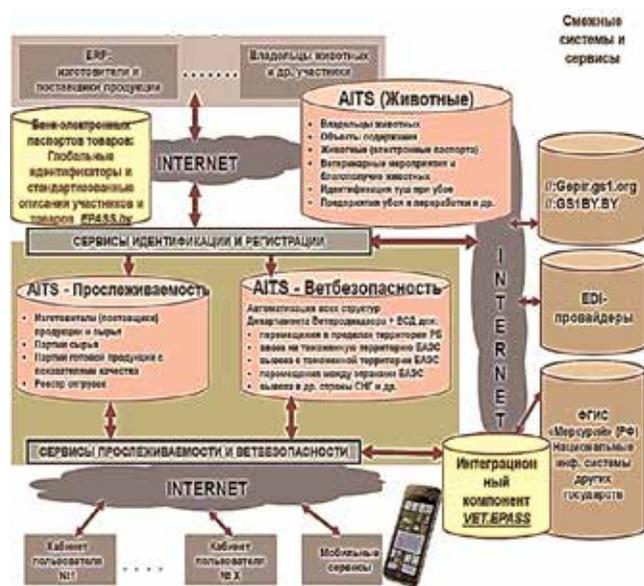


Рис. 1. Структурная схема ГИС АИТС



Рис. 2. Прослеживаемость продукции «от фермы до прилавка»

глобальных цифровых идентификаторов международной системы GS1 [1, 2], таких как:

- *глобальный номер места расположения GLN (Global Location Number) для однозначной автоматической идентификации в мировом информационно-экономическом пространстве всех участников системы ГИС АИТС;*
- *GTIN (13-разрядный цифровой идентификатор, наносимый на товар при его маркировке в виде штрихового кода и являющийся ключом для распознавания конкретного наименования и описания товара при обмене данными) и электронные паспорта (в международной формулировке – «мастер-данные») – стандартизованные описания товаров по 95 характеристикам и атрибутам.*

Все отечественные предприятия-изготовители товаров, подлежащих прослеживаемости и ветеринарному контролю, одновременно являются зарегистрированными пользователями ГИС АИТС и ePASS,

имеют цифровые международные идентификаторы GLN системы GS1 Беларуси.

Не только через ePASS или ГИС АИТС, но и посредством открытого доступа в Глобальном электронном реестре компаний на сайте GS1 (www.gepir.gs1.org) по ключевым международным идентификаторам легко уточнить наименование и место расположения любого участника оборота животных или продукции (задав номер GLN), а также ее наименование и производителя (задав номер GTIN).

Схема работы системы

Прослеживаемость животных обеспечивается их владельцами посредством регистрации в электронных паспортах идентификаторов и записи событий о каждом из них в течение его жизни. Эта база данных доступна предприятиям переработки для просмотра и импорта данных в свою информацион-

ную (учетную) систему в пределах только тех объектов содержания и тех животных, которые являются источниками сырья для производства продукции этого изготовителя.

Посредством ГИС АИТС осуществляется прослеживаемость продукции на основе данных о сырье, партиях готовой продукции и сведениях обо всех ее отгрузках участникам оборота, находящимся как на территории Беларуси, так и за рубежом (рис. 4).

При этом сроки передачи указанных сведений в базы данных ИС «АИТС-Прослеживаемость» обеспечиваются изготовителем (поставщиком) и логически контролируются системой в таком временном режиме, чтобы эти данные поступали не позже срока их востребованности другими участниками.

Таким образом, технологические процессы, происходящие с продукцией, и значимые события (получение и результаты лабораторного анализа исходного сырья, поступление партии товара на склад, отгрузка получателю и др.) практически синхронно отражаются в информационных системах изготовителей и заблаговременно передаются в ГИС АИТС. Соблюдение такого порядка, с одной стороны, является механизмом исполнения Закона 287 (в редакции Закона Республики Беларусь от 04.01.2021 г. №76-3), а с другой – обеспечивает переход к цифровым форматам электронного обмена данными и для прослеживаемости при контроле цепей поставок продукции, без которого фактически становится невозможной продажа товара на рынках некоторых стран (в частности, с 2018 г. – в Российской Федерации).

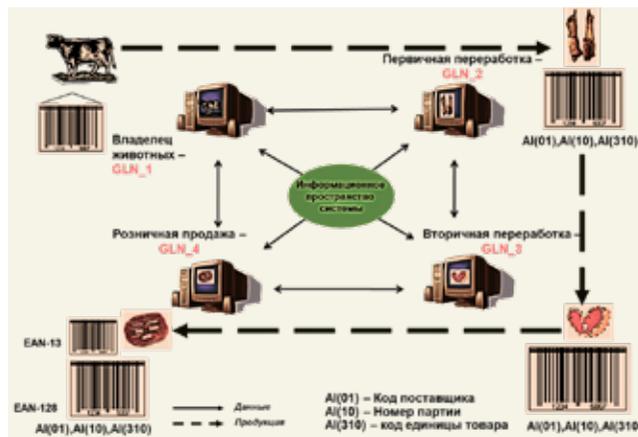


Рис. 4. Прослеживаемость продукции «от фермы до прилавка»

Интеграция с информационной системой Российской Федерации

Согласно постановлению Высшего Совета Союзного государства от 30.06.2017 г. №4 и п. 3.2 поручений Президента Республики Беларусь А.Г. Лукашенко, данных 13.12.2017 г. во время пленарного заседания II Съезда ученых Республики Беларусь о необходимости интеграции белорусской и российской информационных систем в области прослеживаемости и ветеринарии, был дополнительно разработан и с 1 июля 2018 г. введен в эксплуатацию в качестве подсистемы АИТС и Банка электронных паспортов товаров интеграционный компонент VET.EPASS. Он позволяет на основе данных из ИС «АИТС-Прослеживаемость», ИС «АИТС-Ветбезопасность» и ePASS автоматически сформировать и отправить в ФГИС «Меркурий» электронные ветеринарные сертификаты (ЭВС) международного формата e-Cert (рекомендован UN/CEFACT) на каждую отгружаемую в Российскую Федерацию партию подконтрольной продукции.

Наряду с реализацией комплексного подхода к информационной системе прослеживаемости животноводческой продукции на территории Беларуси были проведены работы по интеграции ГИС АИТС с компонентом «Меркурий».

На основании данных об отгружаемой продукции, ее качественных и других показателях, предварительно аккумулируемых в ИС «АИТС-Прослеживаемость», уполномоченные ветеринарные специалисты в ИС «АИТС-Ветбезопасность» автоматически формируют и при необходимости распечатывают на бланках установленных образцов ветеринарные сопроводительные документы, а для отгрузки

Товар: 4811664008969 Колбаса сырокопченая сухая БРАУНШВЕЙГСКАЯ высший сорт		Расширение: продукты питания/мясные/вет Обязательные поля для синхронизации с ЕДИ-провайдером	
EAN и наименование продавца/информация GLN и наименование производителя GLN и наименование поставщика	4811664008969 11664008969 11664008969	Энергетическая ценность: 508 ккал Пищевая ценность: Белки - 18,2, жиры - 49,1 Срок годности: 12 Месец Минимальная температура хранения: 12 Максимальная температура хранения: 15 Минимальная относительная влажность при хранении: 75 Максимальная относительная влажность при хранении: 90	Категория: КОЛБАСНЫЕ, КОПЧЕНЫЕ И КОПЧЕНЫЕ Подкатегория: КОЛБАСЫ, ПЛОД, СВ, ВК, и др.
Логистика Уровень упаковки: Базовый уровень (BASE_UNIT_OR_EACH) Превышающая базовую единицу	Базовый уровень (BASE_UNIT_OR_EACH)	Сертификация Сертификат соответствия РВ01112 03.06.007 04724т 201011-23	Меркурий о товаре Соответствует требованиям: Местного государства (COMPLIANT WITH STATE ENVIRONMENT REQUIREMENTS) Происхождение и комплектация: Код страны, где была произведена упаковка: Беларусь(112) Код страны, где был произведен товар: Беларусь(112) Код страны, где товар был обработан/последний работодатель(117)
Наименование и количество товара Функциональное наименование товара: Колбаса сырокопченая сухая Суббренд: Брауншвейгская Разновидность: высший сорт Объединенное наименование: Колбаса сырокопченая сухая БРАУНШВЕЙГСКАЯ высший сорт	Колбаса сырокопченая сухая Брауншвейгская высший сорт Колбаса сырокопченая сухая БРАУНШВЕЙГСКАЯ высший сорт	Происхождение и комплектация: информация Классификатор ОКФС 002007: Идентификационный номер: колбасный, вяленый салами 18.13.12.183 Классификатор ОКФС: Колбасные изделия/колбасы/эмбриональные виды/упакованные/обработанные 1805534	Классификатор ОКФС: Колбасы, сухие или полукопченые салами 1801 00 910 B
Дополнительные сведения: СТБ 2952008 Состав: говядина, шпик, свиная, соль, аскорбиновая кислота, пищевая добавка Трентин 22 (глюкоза, аспартамовая Е316, Е300 экстракт красителя), стабилизатор цвета Е21	СТБ 2952008	Классификатор ОКФС: Колбасы, сухие или полукопченые салами 1801 00 910 B	Классификатор ТНБ30 ТС: Колбасы, сухие или полукопченые салами 1801 00 910 B

Рис. 3. Фрагмент цифрового паспорта товара в Банке электронных паспортов товаров

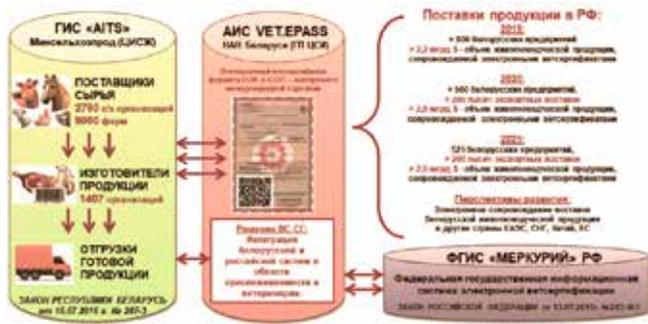


Рис. 5. Обобщенная схема взаимодействия при информационном обмене

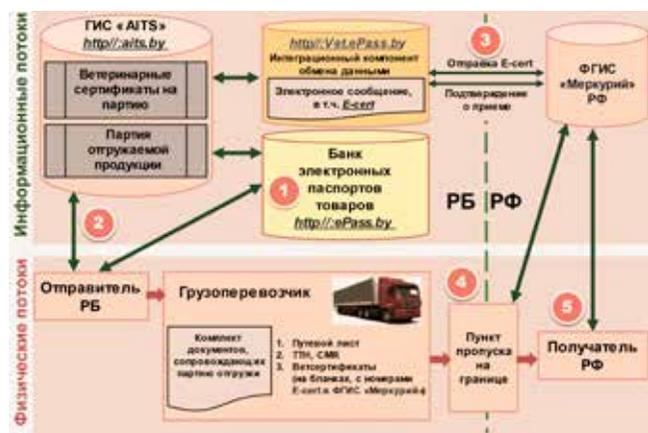


Рис. 6. Схема взаимодействия при отгрузках из Республики Беларусь в Российскую Федерацию

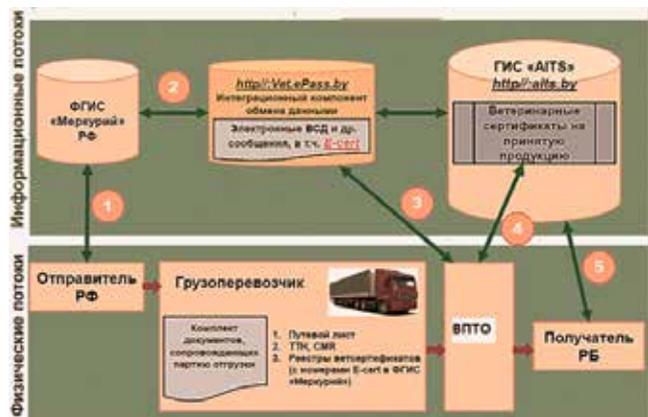


Рис. 7. Схема взаимодействия при отгрузках из Российской Федерации в Республику Беларусь

в Россию специально созданная интеграционная система VET.EPASS автоматически заполняет ЭВС международного формата e-Cert и передает их в профильную систему соседнего государства.

Такой механизм обмена данными и структура ЭВС согласованы на двухстороннем уровне между уполномоченными органами обеих стран. При этом ЭВС в виде e-Cert содержит как полный набор атрибутов бумажной версии ветеринарного сертификата (формируемого централизованно в ИС «АИТС-Ветбезопасность» и печатаемого на бумажном бланке установленной формы), предусмотренных законодательством Беларуси и ЕАЭС, так и подробное описание товарной позиции по каждому наименованию, входящему в отгружаемую сертифицированную партию с предоставлением при необходимости электронных паспортов этих наименований товаров из ePASS посредством Интернета и мобильных сервисов. Обобщенная схема взаимодействия при информационном обмене посредством ИС «VET.EPASS» приведена на рис. 5.

Схема системы формирования, обработки и обмена электронными сообщениями между ГИС АИТС и ФГИС «Меркурий» на основе интеграционного компонента VET.EPASS при отгрузках из Беларуси в Россию представлена на рис. 6, а при отгрузках из России в Беларусь на рис. 7.

Автоматическое формирование ЭВС посредством VET.EPASS, прохождение форматно-логического контроля, передача его системе «Меркурий» происходит автоматически и является сигналом «открытого коридора» для отправки транспортного средства с сертифицированной партией продукции белорусским поставщикам. При этом бумажный вариант ветеринарного сертификата пока официально не отменен и сопровождает каждую отгрузку. Важно отметить, что на него дополнительно в автоматическом режиме формируется и наносится QR-код, считывая который, любой из участников цепочки поставок видит на экране электронный вариант, содержащий необходимые сведения (рис. 8, 9).

Представленная технология упрощает и ускоряет контроль, снижает объемы рутинного труда при оформлении ВСД, способствует снижению теневых схем поставок и повышает эффективность государственного регулирования отношений поставщиков и покупателей на внутреннем и зарубежных рынках.

С июля 2018 г. (дата начала обязательной регистрации в системе «Меркурий» всех отгрузок продукции, подлежащей ветеринарному контролю, независимо от страны ее происхождения) по сентябрь 2022 г. интеграционной системой VET.EPASS на основании данных из ГИС АИТС сформировано и передано в ФГИС «Меркурий» около 1,2 млн ЭВС формата e-Cert, сопровождающих поставки белорусской продукции в Российскую Федерацию.



Рис. 8. Фрагмент ветеринарного сертификата на бумажном бланке с QR-кодом

Идентификация производителя	4404174-318a1-fa7-608-82008077ea
Идентификация	ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "МАРКЕТ ДАЙН"
Адрес	101079, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 104, корпус 17, лит. А, этаж 281
Идентификация ветеринарного	8070ad-099f-4547-8696-5226d0166770
Идентификация	ООО "Маркет Дайн"
Адрес	Санкт-Петербург, Октябрьская наб., д. 104, корпус 40, лит. АБ
Товарная группа №1	410268018671
ИДЕНТ.	6109917b-666c-4108-9427-919510b196cc
ИДЕНТ.	Молоко цельное ультрапастеризованное классика доля жира 2,5%, ТУЗУ 200020514-085-2006, ЕЭК-ФУТУМА, БЕЛ
Наименование изделия	Молоко цельное ультрапастеризованное классика доля жира 2,5% ПЭТ 1л
Наименование	Молоко цельное ультрапастеризованное классика доля жира 2,5% ПЭТ 1л
Продукция	молоко и молочная продукция
Имя продукции	молоко ультрапастеризованное
Номер партии	4810268018671_30.03.2019_32
Вес, кг	1000
Кол-во мест, шт	50
Упаковка	УП
Маркировка	ОАО Савушкин продукт ВУ01-02-04
Производитель	Беларусь/Брянская
Производитель	4810268000000 Отдел по административному району "Савушкин продукт"
Дата производства	2019-01-10
Срок годности	2019-04-14
Транспортная продукция	Нет
Наличие товара в упаковке	Нет
Способ упаковки при экспорте	открытый

Рис. 9. Фрагмент ЭВС формата e-Cert, полученный по QR-коду



Рис. 10. Информационно-технологическое сопровождение поставок животноводческой продукции на внутренний и внешний рынки

Результаты внедрения указанных разработок позволили за 2021–2022 гг., по данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, обеспечить экспорт в Россию подконтрольной продукции животного происхождения от более чем 500 белорусских производителей посредством 460,5 тыс. ЭВС на сумму около 9 млрд долл. (рис. 10).

Создание такого механизма обеспечивает поставку товаров по новым технологическим схемам, в том числе для дистанционного подтверждения качества и безопасности продукции электронным способом в соответствии с ранее принятыми нормативно-правовыми и технологическими документами. Данный подход на основе международного формата ветеринарного сертификата e-Cert признан уполномоченными органами в области ветеринарии Беларуси и России как эталонный для организации ветеринарно-санитарного контроля перемещаемой продукции животного происхождения при торговле с другими государствами.

Следует отметить, что в ГИС АИТС и ИС VET.EPASS концептуально заложены возможности, позволяющие в дальнейшем реализовать более глубокую интеграцию информационных систем Беларуси и России в целях обеспечения ветеринарной безопасности потребителей каждой страны, прослеживая в онлайн-режиме взаимосвязь каждого наименования контролируемой партии продукции с партиями исходного сырья, его качественными показателями. Такие комплексные алгоритмы предусмотрены в рамках реализации Союзной программы по интеграции информационных систем государственных контролирующих органов в части ветеринарного контроля, утвержденной Декретом Высшего Государственного Совета Союзного государства от 04.11.2021 г. №6.

Необходимо констатировать, что на базе информационных систем, ресурсов и сервисов ГИС АИТС, ePASS и VET.EPASS, использующих международные стандарты идентификации и электронного обмена данными, внедрена технология электронной прослеживаемости и безопасности пищевой продукции по принципу «от фермы до прилавка» в масштабах всей страны, а также при торговле с Россией. Наличие системы ГИС АИТС подтверждает курс нашего государства на прозрачность процессов производства, поставок и гарантий качества товаров для обеспечения безопасности потребителей как в нашей стране, так и за рубежом. Успешная реализация представленного подхода также является важным шагом в переходе Беларуси к цифровой экономике в сельском хозяйстве. [11]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Система электронного обмена данными в Республике Беларусь: практическое руководство / В.И. Дравица [и др.]; под ред. В.И. Дравицы. – Минск, 2022.
2. Методы и технологии идентификации и маркировки товаров: моногр. / В.И. Дравица [и др.]. – Минск, 2022.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА



Дмитрий Богданович,
генеральный директор НПЦ НАН
Беларуси по животноводству, кандидат
сельскохозяйственных наук, доцент

Владимир Тимошенко,
первый заместитель генерального директора
по научной и инновационной работе НПЦ
НАН Беларуси по животноводству, член-
корреспондент

Андрей Музыка,
завлабораторией разработки интенсивных
технологий производства молока и говядины
НПЦ НАН Беларуси по животноводству,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Компьютеризация и техническое переоснащение производства традиционно рассматриваются как наиболее действенные способы повышения его эффективности. Особенно ярко это проявляется в птицеводстве и свиноводстве, где всего 10 специалистов могут обслуживать комплексы с поголовьем, в котором раньше должны были работать по 50–60 человек. Подобные изменения не могли не затронуть и молочное скотоводство.

В 2008–2009 гг. было начато внедрение роботизированного доильного оборудования на белорусских фермах. Первые в республике системы доения коров подобного типа были введены в эксплуатацию в сентябре 2008 г. на МТФ «Лавруки»

СПК «Соколовщина» Верхнедвинского р-на Витебской обл. Там смонтировали 2 доильных робота «Астронавт» компании Lely. Их применение убедительно продемонстрировало преимущества автоматизированной технологии получения молока: благодаря увеличению числа доек (3–4 раза в сутки) продуктивность животных в первой трети лактации возрастает на 10–14%, а за весь лактационный период – на 9–12%. Обслуживают поголовье 3 человека (оператор-наладчик, зоотехник и ветврач), ночью дежурит один работник, в то время как при использовании переносных аппаратов со сбором молока в молокопровод потребовалось бы минимум 11 человек.

В республике имеется определенный опыт строительства и эксплуатации крупных (на 600–1000 коров) роботизированных ферм в ОАО «Александрийское» МТК «Александрия», ОАО «Гастелловское» МТФ «1000», СПК «Прогресс-Вертелишки» МТФ «Баторовка», КУП «Минская овощная фабрика» МТФ «Луговая Слобода» и др. Доильные роботы успешно функционируют в 57 хозяйствах республики, где содержится 29,9 тыс. голов коров. За 2022 г. средний удой по этим фермам составил 7525 кг молока.

Первый пилотный проект, предусматривающий применение роботизированной доильной установки типа «Карусель», был реализован в РПУП «Устье» НАН Беларуси» Оршанского р-на при строительстве инновационного молочно-товарного комплекса «Устенский» на 1000 дойных коров с замкнутым циклом производственного процесса. С учетом животных, находящихся в секциях сухостоя и родильном отделении, всего их содержится 1280.

В проект были включены все новые технологические разработки НПЦ НАН Беларуси по животноводству, утвержденные научно-техническим советом (НТС) Министерства сельского хозяйства и продовольствия. Технологическая концепция обеспечивает создание инновационной биоэнергетической системы жизнеобеспечения, способствующей реализации генетического потенциала продуктивности животных за счет рациональной планировки внутреннего пространства и вместимости помещений с целью сохранения выработанного стереотипа поведения и благоприятных условий для реализации физиологических процессов пищеварения, молокообразования и воспроизводства у коров.

На комплексе впервые применена система полностью автоматизированного доения на пло-

щадке роторного типа («Карусель» на 40 мест) в сочетании с характерным для крупных комплексов дифференцированным по физиологическому состоянию и продуктивности содержанием коров группами по 100–150 голов в коровниках на 400 скотомест. «Карусель» совмещает в себе плюсы роботизированного доения (точность операций, избавление от рутины, меньшая потребность в обслуживающем персонале) и быстроту обслуживания больших поголовий, что наиболее приемлемо при промышленном производстве молока. Для животных с «особенными потребностями» существует режим полуавтоматического или ручного доения.

Среди особенностей роботизированной «Карусели», определяющих ее преимущества при обслуживании больших поголовий на промышленных комплексах, можно назвать следующие:

- *высокая пропускная способность: без непосредственного участия операторов обеспечивается значительная экономия затрат труда на фермах (в пределах 50–70% по сравнению с установками в доильных залах);*
- *применение почетвертного выдаивания долей вымени в щадящем режиме, что способствует не только увеличению удоев на 15–20%, но и более высокому содержанию в молоке белка и жира;*
- *возможность проведения ряда тестов и составления досье на каждое животное с опознанием его по электронному датчику. Информация аккумулируется в базе данных с дальнейшей аналитической обработкой;*
- *все операции с выменем (обработка сосков перед доением, прикрепление стаканов, дезинфекция после доения и др.) осуществляются многофункциональным манипулятором. Система контроля качества, анализирующая молоко из каждой четверти вымени по различным параметрам, позволяет автоматически отбраковывать ненадлежащий продукт и направлять его в отдельную емкость, чем обеспечивается высочайшее качество товарного молока – около 98–99% соответствует требованиям, предъявляемым к сорту «экстра»;*
- *помимо разделения «здорового» и «маститного» молока практически полностью исключается так называемое «холостое» доение, что является фактором повреждения вымени. При снижении потока молока из выменной доли робот автоматически снимает доильный стакан с соска;*

Показатели	Доильная установка	
	«Карусель»	Роботизированная «Карусель»
Средний удой за лактацию, кг	7500–8500	8600–9700
Дополнительно полученное молоко в расчете на 1 корову, кг	–	1100–1200
Стоимость дополнительной продукции в расчете на 1 корову, руб.	–	726–792
В расчете на все поголовье, руб.	–	726 000–792 000
Производство молока сорта «Экстра», %	70–75	98–99
Затраты на лечение одной коровы от мастита, руб.	29,45	
В расчете на все поголовье, руб.	7362,5	1472,5
Ущерб от заболевания маститом на одну корову, руб.	4950–5610	
В расчете на все поголовье, руб.	1 237 500–14 002 500	247 500–280 500
Срок хозяйственного использования коров, лактаций	2,3–2,5	3,5–4,0
Пожизненная молочная продуктивность 1 коровы в среднем, кг	18 400–20 000	32 025–36 600
Стоимость молока, произведенного за период использования, в расчете на 1 корову, руб.	12 144–13 200	21 136,5–24 156
Непродуктивное выбытие коров, %	20–25	1–2
Затраты труда на производство 1 ц молока, чел./ч	1,0	0,4
Коэффициент окупаемости затрат	0,78	0,95

Таблица 1. Сравнительная эффективность применения роботизированного оборудования

- анализ содержания жира и белка контролируется ежедневно, что позволяет оперативно реагировать на изменения в случае их возникновения и распознать на ранней стадии ацидоз и кетоз, при этом исключается необходимость создания специализированной лаборатории с соответствующим штатом и дорогостоящим оборудованием;
- автоматически выполняется и промежуточная дезинфекция доильных стаканов, их очистка снаружи в промежутке между доениями, что предотвращает передачу инфекции от одной коровы к другой. Вероятность возникновения маститов значительно снижается.

На каждом этапе автоматическая система полностью контролирует процесс доения, за счет этого карусель может вращаться непрерывно, не затрачивая время на остановки для выполнения технологических операций.

Анализ данных табл. 1 показывает, что основной экономический эффект применения роботизированной установки по сравнению с тра-

диционным доением достигается за счет специфических функций оборудования, обеспечивающего более благоприятные условия для реализации рефлекса молокоотдачи, способствующего повышению сортности молока, более полной реализации потенциального продуктивного долголетия коров. При этом снижаются затраты труда на производство 1 ц молока с 1 до 0,4 чел./ч, то есть более чем в 2 раза.

Полностью роботизированная ферма функционирует в филиале СХП «Мазоловогаз» ПУ «Витебскгаз», где содержится 400 коров голштинской породы, половина из которых – дойное стадо. Все они отдают 60 л молока в сутки. В хозяйстве установлено 16 доильных роботов и применена полностью роботизированная система раздачи кормов. В соответствии с требованиями в питательных веществах различных технологических групп реализовано автоматизированное кормление с использованием мобильных роботов-кормораздатчиков. Система состоит из места для временного хранения кор-

мов с устройством загрузки и робота, выполняющего операции по их смешиванию и раздаче.

Хранящиеся на кухне корма грейфер, в зависимости от заданного плана, отбирает в необходимом количестве и помещает их в робот-кормораздатчик, где происходит смешивание. После этого кормораздатчик следует по запрограммированному маршруту и раздает корм – за один проход – до 600 кг и способен запоминать до 16 различных рационов.

Применение технологического оборудования для ферм нового поколения с использованием роботизированных систем доения и управления кормлением может быть одним из основных факторов повышения конкурентоспособности молочного скотоводства в нашей стране. Отсутствие человека в ходе выполнения технологического процесса доения позволяет основное внимание уделять животному, учитывать его состояние и физиологические потребности и, таким образом, максимально задействовать его генетический потенциал.

Однако наряду с положительными сторонами эксплуатация роботов подразумевает определенные требования. Так, фактором, обуславливающим эффективность их применения, выступает молочная продуктивность коров. Каждое автоматически выдаваемое животное должно давать не менее 6500 кг молока за лактацию. При меньшем его количестве доильные роботы экономически нецелесообразны.

Другим практическим аспектом, регламентирующим возможность их успешной эксплуатации, является молочная железа коровы как объект воздействия средств механизации. Не все коровы пригодны к роботизированному доению. Требуется подбирать высокопродуктивных животных с хорошо развитым выменем и соответствующей скоростью молокоотдачи. При формировании стада приходится отбраковывать 5–15% коров, что ставит новые задачи перед специалистами, занимающимися племенной работой. В противном случае автоматическое доение становится затруднительным и требует участия оператора.

Перспективное направление в создании ферм нового поколения – полная автоматизация производственных процессов, превращение биотехнического комплекса фермы в гибкую самоадаптирующуюся систему машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных [2].

Развитие технико-технологического обеспечения животноводства, предусматривающее модернизацию всех элементов производства в целях нивелирования резкого повышения инвестиционных затрат и себестоимости продукции может проводиться поэтапно. Оно должно осуществляться при дифференцированном подходе с определением полезности выполнения операций, в том числе и при передаче управления процессами животному (содержание, кормление, поение, доение, гигиена тела, профилактика заболеваний опорно-двигательной системы) и манипуляций с использованием их энергетического потенциала, например для лечения эндометрита и профилактики мастита коров. В первую очередь полной автоматизации подлежат процессы доения (роботодоения), кормообеспечения, организации кормления животных с возможностью выбора рациона без снижения продуктивности (например, рационы с лечебными травами), обеспечения экологии производства, воспроизводства и лечения животных (тепловизоры, УЗИ, лечебные инфракрасные приборы), автоматизированной естественной вентиляции [1]. При взаимодействии машинно-технологических модулей с биологическими объектами образуются локальные биотехнические системы (ЛБТС): доения, кормления, навозоудаления и др.

Оптимизация структурно-логистических схем функционирования подсистем по контролю и управлению потребляемыми материальными ресурсами и получаемыми производственными потоками осуществляется при обосновании технологической планировки животноводческих помещений.

Модульные единицы со структурно-функциональной и объемно-планировочной законченностью могут включать в себя несколько машинно-технологических комплексов. Такая концепция при проектировании ферм позволит создать дифференцированные условия для различных половозрастных групп с использованием унифицированного оборудования и единых программ управления. На крупном молочном комплексе на основании однородности решаемых технологических задач путем взаимодействия групп специализированных машин с биологическими объектами могут быть выделены отдельные технологические модули содержания, вентиляции, доения, кормления, навозоудаления и др., обладающие функциями частичного или полностью автономного функционирования [3, 4].

В качестве основных направлений цифровизации отрасли животноводства на ближайшую перспективу можно выделить следующие:

- *подготовка технологической концепции и разработка планировочных решений производственных помещений;*
- *внедрение системы машин и комплекта технологического оборудования для автоматизации производственных процессов и создания комфортных условий для животных;*
- *определение оптимального количества показателей, отражающих физиологическое состояние и продуктивность животных, периодичность их оценки на различных стадиях физиологического и производственного цикла для использования в автоматизированных комплексах по управлению воспроизводством, зооветеринарному обслуживанию и бонитировке животных с обработкой и представлением данных в электронном виде;*
- *обоснование структуры и организационных принципов системы бесконтактного дистанционного контроля живой массы, промеров и поведения животных, условий их содержания;*
- *разработка зоотехнических требований к комплексу датчиков мониторинга физиологического состояния, показателей продуктивности, микроклимата и программно-аппаратным средствам обеспечения их автоматического функционирования;*
- *создание роботизированных средств для приготовления и раздачи кормосмесей, обеспечивающих автоматизированную оценку качества кормов, их уборку в оптимальные сроки с возможностью коррекции рационов и возможностью дозирования питательных компонентов различным половозрастным группам;*
- *разработка технологической схемы и алгоритма функционирования автоматизированной системы управления формированием и движением производственных групп с учетом необходимых параметров;*
- *определение задач и аппаратной структуры интеллектуальных цифровых систем управления, интегрирующей локальные модули контроля за физиологическим состоянием коров, регулирования микроклимата, анализа продуктивности и племенной ценности, роботизированного доения и кормления в единый автоматизированный централизованный блок управления.*

Новые автоматизированные и роботизированные технические средства создадут потенциальные условия для расширения масштабов применения цифровых технологий в молочной отрасли.

В качестве приоритетных выделяются следующие направления:

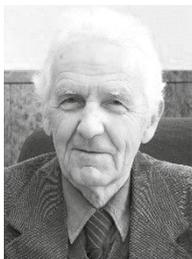
- *разработка автоматизированных средств для оценки количества, качества и состава кормов, что позволит корректировать рацион;*
- *внедрение роботизированных комплексов для приготовления и раздачи полнорационных кормосмесей с возможностью дозирования высокоэнергетических компонентов различным половозрастным группам животных; автоматизированных доильных модулей с почетвертным выдаиванием и мониторингом качества молока для технического переоснащения функционирующих доильных залов;*
- *создание автоматизированной технологии и оборудования с использованием технического зрения для проведения бонитировочных работ с обработкой и представлением данных в электронном виде;*
- *разработка комплекта датчиков и программно-аппаратных средств для оценки физиологического состояния животных;*
- *автоматизированный контроль качества молока в потоке на доильных установках (содержание белка, жира, соматических клеток и др.);*
- *технология и бесконтактный аппаратно-программный комплекс видеодигитальной идентификации заболеваемости вымени и суставов у коров.*

Необходимо также создать технические и программные средства интеллектуальных цифровых систем управления, интегрирующие локальные модули в единый автоматизированный централизованный блок управления. ■

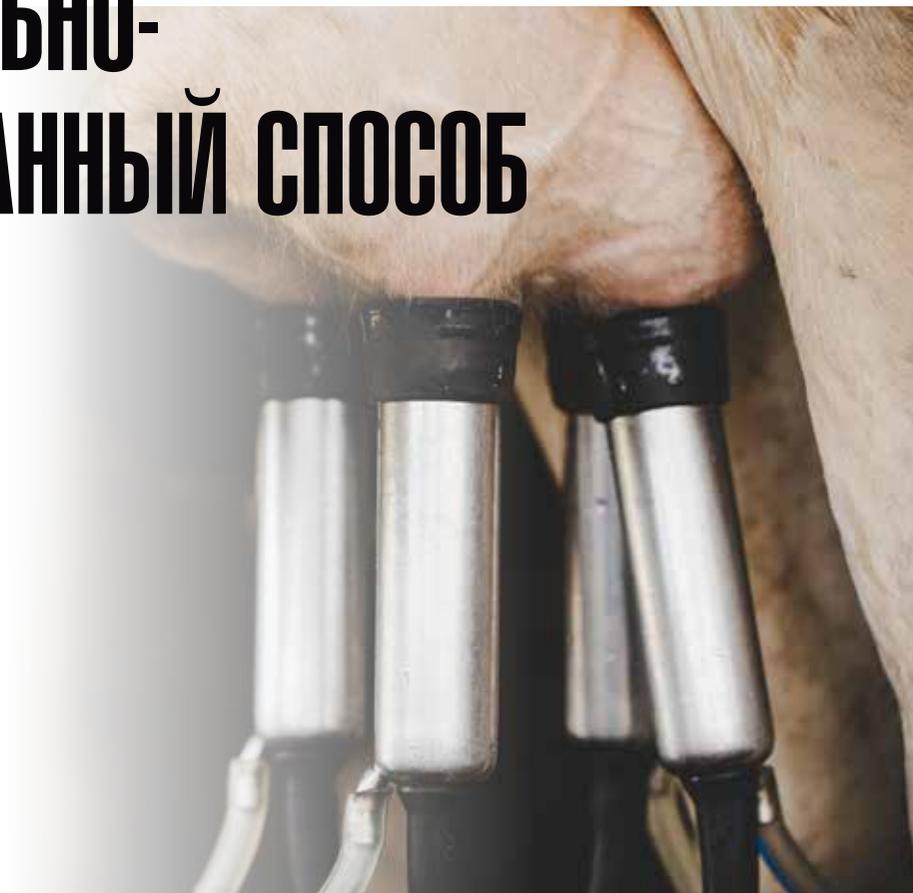
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ю.А. Иванов. Интеллектуальная система управления и обеспечения эффективного производства продукции молочного скотоводства умной фермы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019. Вып. 20(1). С. 57–67.
2. Казакевич П.П. Технологическая концепция «умной» молочной фермы / П.П. Казакевич, В.Н. Тимошенко, А.А. Музыка; рец.: Н.А. Садовов, А.Ф. Трофимов. – Жодино, 2022.
3. В.В. Кирсанов. Структурно-функциональные модели построения цифровых технологических модулей современных молочных ферм // *Агроинженерия*. 2021. №2(102). С. 32–38.
4. Ю.А. Цой. Технологические аспекты создания «умной» молочной фермы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019. Т. 20, №2. С. 192–199.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНО- РОБОТИЗИРОВАННЫЙ СПОСОБ ДОЕНИЯ КОРОВ



Владимир Передня,
главный научный сотрудник
лаборатории механизации процессов
производства молока и говядины
НПЦ НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства, доктор
технических наук, профессор



На молочно-товарных фермах и комплексах страны одним из наиболее ответственных и сложных технологических приемов является доение. Беларусь вышла на пятое место в мире по экспорту молока и молочных продуктов, что требует производства высококачественной продукции с небольшой себестоимостью [1, 2].

Главная особенность процесса эвакуации молока из вымени во время машинного доения состоит в том, что он строго ограничен во времени 1–3 мин. В течение этого промежутка функционируют все элементы молочной железы (сфинктер соска, глад-

кая мышечная ткань цистеральной и альвеолярной емкостей, миоэпителий альвеол), а также гипофиз коровы. Высокая концентрация окситоцина в крови во время машинного доения наблюдается 2–3 мин., его максимум – всего 2 мин. Длительность сократительной реакции миоэпителиальных клеток альвеол вымени также не превышает 3 мин. [4, 5].

Благоприятные факторы не только способствуют добровольному доению, но и позволяют обеспечить полную эвакуацию молока из вымени. Напротив, изменение условий содержания, стрессовые ситуации, физическое воздей-

ствие (удар), а также крик тормозят молокоотдачу и приводят к снижению разового удоя и потере молочной продуктивности в целом [4–6].

Анализ патентов на изобретение и научных исследований способов доения показывает, что развитие способов и конструкций доильного оборудования идет по пути усложнения, что приводит к увеличению капиталовложений, металлоемкости и себестоимости молока [5–9]. Разработчики таких аппаратов обращают все меньше внимания на особенности физиологии животного, связанные с добровольной отдачей молока, что

Технологические операции	Одноблочный станок Lely	Одноблочный станок Fulwood	Мультиблочный модуль GEA-Вохен	«Тандем»	«Елочка»
Заход и позиционирование коровы (впуск)	0,18	0,15	0,12	0,17	0,09
Очищение сосков и сдаивание первых струек	0,84	1,11	0,78	0,38	0,38
Надевание доильных стаканов	0,58	1,08	1,05	0,15	0,15
Время машинного доения	4,78	4,45	6,72	–	–
Гигиеническая обработка сосков	0,10	0,10	–	0,17	0,09
Контроль качества молока от долей вымени	a	a	a	н/д	н/д

Таблица 1. Технические операции, выполняемые роботизированными установками (мин.)

в конечном счете приводит к неполному выдаиванию коров, уменьшению их продуктивного долголетия, которое в стране составляет всего 2,7 года [3].

Ключевыми факторами в ходе доения являются физиологические особенности молокоотдачи [4], что чрезвычайно важно для определения способа, порядка и своевременного выполнения технологических операций [4].

Общее время от начала подготовки вымени коровы до подключения доильного аппарата составляет 40–60 с [4]. Вредно как более раннее начало

процесса, так и более позднее [6, 7]. В первом случае негативное воздействие на нежные ткани вымени оказывает вакуум доения «всухую». При позднем (более 1 мин.) подключении действие некоторых факторов может прекратиться еще до полного извлечения молока из вымени, что не позволит получить все синтезированное молоко, в том числе его последние порции, имеющие жирность 12–15% [4].

На отечественных молочно-товарных фермах и комплексах в основном применяется машинный

способ доения. Согласно регламенту он включает следующие технологические операции [4]:

- подготовка вымени к доению (сдаивание в специальную кружку первых 2–3 струек молока, вытирание сосков при помощи теплой мягкой специальной салфетки (полотенца) (мойка вымени допускается только в случае падения коровы и сильного загрязнения вымени);
- надевание доильных аппаратов;
- доение;
- окончание процесса и снятие доильных стаканов.

№ п/п	Показатели	Автоматизированная «Карусель» VMS (Швеция) на 24 места	Роботизированная «Карусель» Dairy-Pro (Германия) на 24 места	Автоматизированная «Елочка» 2x12 с интеллектуальной системой доения
1	Операторы, чел.	1	1	2
2	Подгонщик коров, чел.	1	1	1
3	Стоимость, млн росс. руб.	91,2	136,8	10,5
4	Амортизационные расходы, тыс. росс. руб./гол. в год	271,5	304,1	5,6
5	Зарплата, росс. руб./гол.	1470	1470	2205
6	Удельные затраты, тыс. росс. руб./гол. в год	81,5	110,4	17,6

Таблица 2. Показатели роботизированных доильных установок

К недостаткам такого способа можно отнести то, что выдаивание первых 2–3 струек в специальную кружку для диагностики на мастит не позволяет установить качество молока, особенно на ранних стадиях заболеваний, а следовательно, получать качественный продукт. К тому же визуальное определение окончания доения не всегда очевидно для оператора, которому сложно вовремя выключить вакуумметрическое давление, что приводит к «сухому» доению.

В последние годы в республике начали использовать роботизированные способы доения на основе однокорковых установок со свободным посещением и многостаночные с принудительным подгоном животных. Они включают следующие операции:

- подготовка вымени к доению (очистка и мойка сосков);
- сдаивание первых струек молока и удаление их вместе с бактерицидной пробкой в отдельную емкость;
- надевание доильных стаканов на соски коров;
- доение и определение количества и качества молока;
- фиксация конца доения и снятие доильных стаканов.

Недостатки роботизированного способа доения:

- подготовка и надевание доильных стаканов на соски осуществляется через 1,5–2,5 мин. (табл. 1) вместо 40–60 с., согласно физиологии организма животных, что приводит к неполному выдаиванию, уменьшению объемов молока и снижению продуктивного долголетия коров [10];
- не определяется качество молока в начале

дойки, что не гарантирует получение высококачественного продукта;

- надевание доильных стаканов очень капиталоемко (табл. 2), что приводит к высокой себестоимости получаемого молока [11];
- наличие обслуживающего персонала, согласно инструкциям, обязательно (табл. 2).

Приведенные недостатки подтверждаются исследованиями, полученными в хозяйственных условиях научными сотрудниками Всероссийского института электрификации сельского хозяйства ВИЭСХ (табл. 1, 2) [10].

Технико-экономические показатели способов доения на роботизированных конвейерных доильных установках на 24 места фирмы Delaval (Швеция) и GEA Farm (Германия) производительностью 90 коров в час и доильной установки «Елочка» 2×12 с интеллектуальной поворотной системой доения приведены в табл. 2 [10, 11].

Учитывая изложенное, важно разработать инновационный интеллектуально-роботизированный способ доения, который бы позволял получать высококачественное молоко с низкой себестоимостью при достаточном продуктивном долголетии коров. Для этого, согласно Республиканскому регламенту, подготовка вымени коровы к доению, сдаивание первых струек (2–3) молока, надевание доильных стаканов и указание направления транспортирования молока в тот или другой молокосборник в зависимости от его качества осуществляется оператором, а операции по определению качества и количества как всего молока, так и его пер-

вых струек, само доение, установление момента его окончания, снятие и обработка доильных стаканов выполняются роботизированным способом.

Это позволит своевременно, согласно физиологии организма животного начинать доение, более полно выдаивать коров, продлить их продуктивное долголетие, повысить качество молока и резко снизить его себестоимость. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Г. Шляйтцнер. Кому бокс, а кому «Карусель» // Новое сельское хозяйство. 2011. №6. С. 46–50.
2. Попков Н.А., Барановский М.В. Современные технологии машинного доения в Республике Беларусь / Н.А. Попков, М.В. Барановский // Материалы XVI Междунар. симп. по машинному доению сельскохозяйственных животных, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2012. С. 19–26.
3. Самосюк В.Г. Развитие основных научных направлений обеспечения новейших технологий производства молока / В.Г. Самосюк // Материалы XVI Междунар. симп. по машинному доению сельскохозяйственных животных, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2012. С. 7–19.
4. Гончаров А.Г., Таркановский И.И. Учебное пособие для студентов ветеринарной медицины / А.Г. Гончаров, И.И. Таркановский. – Витебск, 2018.
5. Карпов Ю.Н. Доильный аппарат с устройством защиты вымени при холостом доении: автореф. дис... канд. тех. наук: 05.20.01 / Ю.Н. Карпов; Мичурин. гос. аграр. ун-т. – Мичуринск, 2015.
6. Патент RU 2423046 С2, 2011 г.
7. Патент RU 2236782 С2, 2004 г.
8. Патент RU 2415567 С2, 2011 г.
9. Патент SU 1493189 А1, 1989 г.
10. Патент RU 2578013 С2, 2013 г.
11. Ю.А. Цой, В.В. Кирсанов, А.П. Петраченко. Функционально-стоимостный анализ роботизированных систем и выбор альтернативных вариантов добровольного доения коров // Техника и оборудование для села. 2014. №8. С. 33–36.
12. Н.П. Мишуrow, Н.Ф. Соловьева, Ю.А. Цой. Современные роботы в сельском хозяйстве // Техника и оборудование для села. 2010. №5. С. 46–48.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ И КОНТРОЛЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЖИВОТНЫХ



Станислав Карпович,
начальник главного управления технического прогресса и энергетики, государственного надзора за техническим состоянием машин и оборудования (ГЛАВГОСТЕХНАДЗОР) Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, кандидат экономических наук

Дмитрий Комлач,
генеральный директор НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, кандидат технических наук, доцент

Евгений Жилич,
заведующий лабораторией механизации процессов производства молока и говядины НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства

Юлия Рогальская,
научный сотрудник лаборатории механизации процессов производства молока и говядины НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства

На ряде высокопродуктивных молочных ферм республики осваиваются новые технологические схемы производства молока при беспривязном содержании дойного стада, эксплуатируется порядка 150 образцов доильных установок с электронными системами управления. Удельный вес таких средств в общей стоимости оборудования достигает 70% [1]. Применение распределительных систем идентификации и контроля предусматривает использование индивидуальных трансиверов, а также наличие централизованных систем обработки данных, считываемых с трансиверов антеннами.

Очень важно вести учет всех событий, происходящих

на ферме. Это означает, что работники должны записывать информацию не только о половой охоте, стельности и отелах, но и другие сведения, необходимые для эффективного ведения хозяйства. Для обработки данных чаще всего используются программы «Управление стадом», позволяющие получать сведения и контролировать обстановку в онлайн-режиме с помощью устройства с доступом в Интернет (зачастую они предоставляются поставщиками доильных и кормораздаточных систем).

Технологии, базирующиеся на электронной идентификации животных и компьютеризованном учете индивидуальных особенностей, успешно

претворяются в жизнь зарубежными производителями сельскохозяйственного оборудования. Они предлагают комплексные системы управления стадом, включающие селекционные ворота, автоматические доильные аппараты, измерители потока молока, автоматизированные раздатчики кормов, специальное программное обеспечение, а также аппаратные и программные средства управления (АСУ). Так, АСУ движением животных разрабатываются и поставляются в Республику Беларусь компанией DeLaval (Швеция), доильные залы – MidiLine и «GEA» (Германия), «SCR» (Израиль), ОАО «Гомельагрокомплект», «DairyMaster» (Ирландия). В качестве исполнительных механизмов применяются трансиверы для обмена данными в режиме реального времени между доильными аппаратами и программой управления фермой, обеспечивающие полный контроль над всеми технологическими и физиологическими процессами [2].

Некоторые из локальных контроллеров АСУ доильным залом предоставляют оператору набор функций и позволяют одному человеку управлять практически всем установленным в зале оборудованием (это возможно делать и при помощи мобильного телефона).

Однако системы интегрированного управления производственными процессами зарубежного производства могут работать только в комплекте с фирменными контроллерами отдельных технологических операций, что практически исключает возможность модернизации оборудования без постоянной замены комплектующих.

Кроме того, сбор и анализ информации о надоях, потреблении корма, показателях воспроизводства осуществляется согласно стандартам стран-производителей. Системы управления не формируют базу данных, пригодную для использования в отечественных автоматизированных программах крупномасштабной селекции [3].

Цифровизация технических процессов предприятия – важнейший показатель его технического уровня. Обеспечивая технологические и экономические преимущества, которых невозможно достичь при традиционной организации производства, она является основой перспективного развития современной молочной индустрии и сулит огромные преимущества, заключающиеся в повышении эффективности труда, улучшении качества молочных продуктов, оптимальном использовании производственных ресурсов и др.

Автоматизация меняет качество труда, упрощая его физиче-

ски, делает более содержательным, предъявляет иные требования к уровню технической подготовки персонала, высвобождает сотрудников, занятых на трудоемких и зачастую неквалифицированных работах.

С целью автоматизации технических процессов на молочно-товарных фермах лабораторией механизации процессов производства молока и говядины РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ООО «Полиэфир АГРО» создан программно-аппаратный комплекс системы идентификации и контроля физиологического состояния животных (ИКФС) для автоматического сбора необходимых сведений, анализа полученных данных и выдачи их в простом для восприятия виде. Этим обеспечивается централизованный компьютерный учет и систематизация параметров, контроль над физиологическими показателями каждого животного в стаде,



Рис. 1. Ошейник с трансивером



Рис. 2. Общий вид графика активности

группировка их по ряду показателей, отслеживание динамики влияния различных факторов и мероприятий. Исполнительным элементом ИКФС является индивидуальный датчик – трансивер, предназначенный для снятия, формирования и передачи данных о физиологическом состоянии животного, его двигательной активности и руминации.

Индивидуальный датчик, как и номер коровы, монтируется на ее ошейнике с грузом, который обеспечивает его стабильное положение (рис. 1).

Система ИКФС животных состоит из приемников, трансиверов, закрепленных на ошейниках коров, и программы, обрабатывающей полученные данные. Трансиверы производства «Полиэфир АГРО» – идентификационное устройство с большим набором функций, позволяющее идентифицировать животное (имеет уникальный номер) и выявляющее охоту 24/7 с отображением оптимального времени для осеменения, отслеживает состояние здоровья (стояние, лежа-

ние, движение), пищевое поведение и позволяет передавать данные в режиме реального времени в радиусе 90 м. Устройство имеет внутреннюю память, возможность замены батареи, проверки уровня ее заряда, нечувствительно к помехам извне. Таким образом, каждое животное в стаде всегда находится под контролем. Срок службы устройства – 8–10 лет.

Необработанный график активности животного можно просмотреть непосредственно в программе в личной карточке. Как правило, пиковые (явно выделяющиеся) значения несут в себе полезную информацию. Вначале отображаются данные за последний месяц. Сведения, касающиеся активности, хранятся в течение определенного периода, задаваемого в настройках программы (по умолчанию он равен 100 дням) (рис. 2).

К достоинствам ИКФС можно отнести:

- исключение ручного внесения сведений зоотехнического учета;
- формирование базы данных по заданным параметрам;

- отсутствие необходимости в составлении зоотехнических отчетов и выполнении зооветеринарных мероприятий;
- индивидуальный почасовой мониторинг двигательной активности, руминации;
- выявление половой охоты;
- уменьшение трудозатрат, требуемых для обнаружения проблем со здоровьем животных и дальнейшей диагностики.

Конечная цель цифровизации молочных предприятий – создание полностью автоматизированного сектора, в котором функции работников сводятся к настройке систем на требуемый режим работы, наблюдению за ним, наладке контрольных приборов, механизмов и устройств, профилактическому ремонту и устранению неисправностей.

Вопросы выпуска оборудования для идентификации и контроля состояния животных в Беларуси проработаны недостаточно, а имеющиеся комплексы представлены дорогостоящими зарубежными образцами. Создание отечественной системы позволяет решить имеющиеся проблемы и способствовать дальнейшему развитию отрасли. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. F. Marinello. Application of the Kinect sensor for dynamic soil surface characterization / F. Marinello // Precision Agriculture. 2015. Vol. 5. P. 1–12.
2. H. Unal. Determination of operating parameters in milking robots with free cow traffic/ H. Unal, H. Kuraloglu // Engineering for Rural Development. 2015. Vol. 14. P. 100.
3. И.А. Тихомиров. Соблюдение технологии машинного доения – залог повышения качества молока и продуктивного долголетия коров / И.А. Тихомиров, В. К. Скоркин, Т.А., Рахманова // Вестник ВНИИМЖ. 2017. №4(28). С. 53–60.

Ресурсно-полезностный подход к обеспечению технологической безопасности Республики Беларусь

УДК 338.242:330.341.1



Валерий Байнев,
заведующий научно-исследовательской
лабораторией «Комплексные исследования
проблем социально-экономического развития»
БГУ, доктор экономических наук, профессор;
Baynev@bsu.by



Сергей Макаревич,
аспирант кафедры инноватики
и предпринимательской деятельности БГУ;
maksertex@tut.by

Аннотация. Статья посвящена развитию ресурсно-полезностного подхода к анализу и управлению социально-экономическими системами путем его распространения на научно-исследовательскую, научно-техническую, инновационную сферу. Показано, что одной из причин противоречивости научно-технического прогресса является затратный (стоимостной) метод оценки его эффективности, заключающийся в отождествлении затрат с результатами и игнорировании полезности его достижений. В рамках решения указанной проблемы предложены полезностные критерии и показатели управления анализируемой сферой в рамках стратегии технологического намерстывания Беларуси, а также дружественной ей России. На основе анализа ряда западноевропейских стран доказано существенное позитивное влияние предложенных нами полезностных показателей оценки, ориентирующих на более эффективное использование ограниченных ресурсов, на динамику научно-технического и технологического развития. С учетом этого даны рекомендации по разработке и реализации стратегии технологического намерстывания в качестве инструмента не только укрепления технологической безопасности государства, но и преодоления глобальных противоречий, порожденных прогрессом в научно-технической сфере.

Ключевые слова: научно-технический прогресс, технологическая безопасность, затраты на НИОКР, наукоемкость ВВП, ресурсно-полезностный метод исследований.

Для цитирования: Байнев В., Макаревич С. Ресурсно-полезностный подход к обеспечению технологической безопасности Республики Беларусь // Наука и инновации. 2023. №5. С. 27–32. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2023-05-27-32>

В связи с осложнением геополитической ситуации вокруг Беларуси и России, а также на планете в целом на авансцену выступают проблемы обеспечения технологического суверенитета и во многом тождественные им задачи обеспечения технологической безопасности [1, 2]. В общем виде под

безопасностью системы понимается такое ее состояние, при котором она под воздействием деструктивных факторов сохраняет свои атрибутивные свойства и выполняет назначенные ей функции на протяжении предписанного срока ее бытия (службы). Например, автомобилью как технической системе

ничто не угрожает до тех пор, пока его свойства и характеристики удовлетворяют владельца, который в противном случае избавляется от него (ликвидирует) до окончания паспортного срока эксплуатации. Человек как биологическая единица находится в безопасности, если он может дышать, двигаться, мыслить, добывать и усваивать пищу и выполнять другие предначертанные ему функции, обеспечивающие его бытие на протяжении отведенного времени жизни. Что касается, положим, домашнего хозяйства и более крупных социальных систем, то наука исходит из неограниченности (естественно, в разумных пределах) срока их существования. С учетом этого безопасность, например, нации как исторически сложившейся устойчивой общности людей, сформированной на основе единства территории проживания, хозяйственной (экономической) жизни и культуры, можно диагностировать в том случае, если эта общность сохраняет перечисленные выше свойства и имеет возможность воспроизводить их неограниченное время.

Важный момент: всякая система должна расходовать энергию (ресурсы), во-первых, для противодействия разрушающим ее факторам с целью своего самосохранения, а во-вторых, для выполнения прочих назначенных ей функций. Это значит, что неотъемлемым условием обеспечения безопасности любой системы является наличие у нее ресурсов для выполнения указанных задач, которое, однако, не гарантирует ей безопасность, поскольку эти средства могут расходоваться нерационально или вообще

безрезультативно. Это значит, что устойчивость системы складывается из двух компонентов: наличия необходимых источников (ресурсов) и способности их полезно использовать. Заметим, что второй компонент имеет принципиальное значение, потому что, например, человек даже при наличии всех необходимых ему для поддержания жизни и работоспособности ресурсов в случае, положим, болезни оказывается не в состоянии их с пользой применить для выполнения свойственных ему функций. Точно так же и автомобиль с полностью заправленным топливным баком в случае неисправности не способен применить топливо для осуществления предписанных ему функций. Неслучайно инженеры в своей работе практикуют полезный метод оценки технических систем на основе соответствующих показателей – коэффициента полезного действия (кпд) технического устройства, коэффициента полезного использования (кпи) топлива и т.п. В отличие от тех же экономистов, которые в подавляющем числе случаев опираются на затратный (стоимостной) подход к оценке эффективности, связанный, в конечном счете, с отождествлением результата с обусловившими его затратами.

Здесь следует учитывать, что всякое экономическое благо обладает, с одной стороны, стоимостью, а с другой – полезностью. Стоимость как некая пропорция, в которой продукты обмениваются друг на друга, и полезность, трактуемая как их способность удовлетворять те или иные потребности человека, далеко не всегда соответствуют и даже коррелируют

друг с другом. Например, воздух практически не имеет стоимости, хотя его полезность чрезвычайно высока. И наоборот, значительная стоимость табака, алкоголя, наркотиков вряд ли обусловлена их столь же существенной полезностью.

К сожалению, в экономической науке категория «полезность» считается субъективной и вообще количественно неопределенной. Это следует из того, что полезность каждого конкретного экономического блага зависит от предпочтений потребителя, условий использования и редкости этого блага. Так, полезность мяса для вегетарианца будет много меньше, нежели для ценителя мясных блюд. «Паркетный» автомобиль малоприспособлен в условиях бездорожья. А первый кусок хлеба принесет много больше пользы голодному, нежели третий, десятый и тем более сотый. В результате столь явной субъективности и невозможности численного выражения экономисты предпочитают «не связываться» с категорией «полезность» и вообще игнорировать ее, оперируя привычными стоимостными (затратными, по своей сути) показателями. Это привело к тому, что при изучении социально-экономических процессов, включая научно-техническую деятельность, в основном используются стоимостные показатели, в то время как полезностные характеристики вследствие указанных выше причин остаются вне поля зрения исследователей.

Типичный пример затратного подхода к анализу научно-технического прогресса связан со стремлением не только чиновников, но и большинства ученых в качестве кри-

терия его оценки применять показатель наукоёмкости ВВП [3]. Так, Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. предусматривает «достижение уровня инновационного развития стран – лидеров Восточной Европы... Эта задача предполагает повышение наукоёмкости ВВП до уровня не менее 1 процента» [4]. Заметим, что в отечественной науке данное значение считается пороговым для экономической безопасности государства [5].

Проведенный нами анализ функционирования научно-исследовательской, научно-технической, инновационной сферы ряда западноевропейских стран (Венгрия, Германия, Дания, Латвия, Литва, Нидерланды, Польша, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, Финляндия, Франция, Хорватия, Чехия, Швеция, Эстония) в 2010–2020 гг. свидетельствует о методичном улучшении характеризующих ее показателей, включая увеличение наукоёмкости ВВП (табл. 1). Несмотря на это, представляется, что приращение наукоёмкости ВВП, выбранное отечественными специалистами в качестве целевого критерия прогресса анализируемой сферы, – необходимое, однако недостаточное условие. Дело в том, что данный показатель, исчисляемый в общем виде как отношение затрат на исследования и разработки и валового выпуска, является типичным затратным индикатором. Его увеличение достигается путем целенаправленного наращивания расходов на науку (особенно при снижении ВВП), хотя очевидно, что ни сами эти затраты, ни их

увеличение, ни тем более снижение ВВП не представляют собой конечную цель научно-технического прогресса.

Итоговый полезный результат научно-исследовательской, научно-технической, инновационной сферы – не наращивание затрат на исследования и разработки, а повышение общего уровня применяемых в национальной экономике технологий, что выражается увеличением в ВВП удельного веса продуктов, относящихся к высшим технологическим укладам (рисунок). Количественно данный рост может быть охарактеризован соответствующим приростом предложенного нами показателя уровня технологичности

национальной экономики TL (technological level) [6]. Данный показатель, положим, в отличие от используемого в Беларуси коэффициента эффективности научно-технических программ (НТП), с одной стороны, характеризует национальную экономику в целом, а с другой – непосредственно учитывает не просто стоимость, но и принадлежность выпущенной продукции к технологическим укладам, то есть к высоким (VI), средневысоким (V), средненизким (IV), низким (III), низким отсталым (II) и низким архаичным (I) технологиям (рисунок). К сожалению, по состоянию на 2020 г. по данному показателю наша республика

Год	Показатель						
	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6
2010	1 660 175,89	2 411,75	41 477,34	0,612	2,297	27 205,70	1,33
2011	1 726 253,56	2 589,76	44 067,16	0,618	2,341	29 199,20	1,36
2012	1 752 990,98	2 627,04	45 803,87	0,625	2,393	30 543,88	1,39
2013	1 792 139,98	2 554,62	46 479,79	0,625	2,383	30 767,57	1,39
2014	1 859 769,39	2 826,76	48 766,41	0,632	2,391	32 502,65	1,41
2015	1 917 458,86	2 997,83	51 081,50	0,636	2,434	34 383,58	1,45
2016	1 980 298,73	3 247,34	52 961,06	0,653	2,428	35 608,68	1,47
2017	2 043 691,46	3 331,18	55 952,84	0,658	2,468	38 055,09	1,52
2018	2 094 999,32	3 411,94	58 157,13	0,658	2,494	39 493,61	1,56
2019	2 157 153,82	3 391,81	60 670,15	0,658	2,525	41 277,51	1,59
2020	2 094 656,89	3 488,57	59 474,23	0,651	2,572	39 524,28	1,63

Таблица 1. Динамика средневзвешенных показателей функционирования научно-исследовательской, научно-технической, инновационной сферы западноевропейских стран. Примечание: показатели: Y – ВВП, млн евро; X1 – инвестиции в основной капитал, млн евро; X2 – общие внутренние затраты на НИОКР, млн евро; X3 – коэффициент полезности затрат на НИОКР, млн евро; X4 – наукоёмкость ВВП, %; X5 – расходы на НИОКР в бизнес-секторе (коммерческом секторе), млн евро; X6 – персонал, занимающийся исследованиями и разработками, % от населения
Источник: собственная разработка авторов

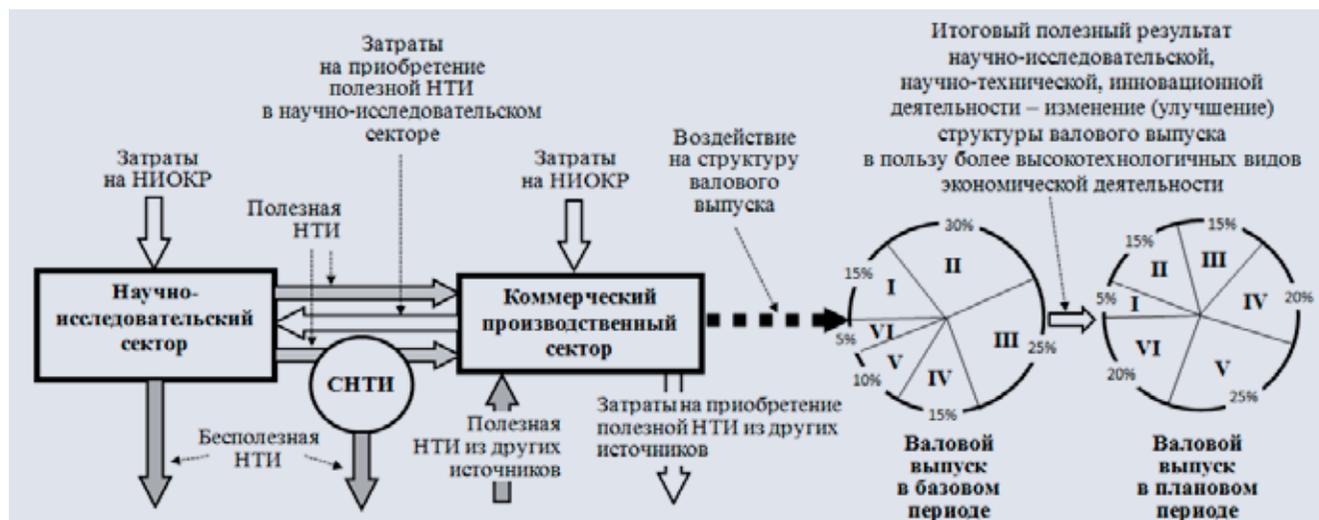


Рисунок. Улучшение структуры валового выпуска экономической системы в пользу более высокотехнологичных видов экономической деятельности как итоговый полезный результат научно-исследовательской, научно-технической, инновационной деятельности: НТИ – научно-техническая информация; СНТИ – система научно-технической информации; I, II, III, IV, V, VI – вклады в валовой выпуск видов экономической деятельности, относящихся соответственно к первому-шестому технологическим укладам
 Источник: собственная разработка авторов

($TL=3,5$) и Россия ($TL=3,70$) существенно отставали от главных стратегических конкурентов – наиболее развитых западных стран ($TL=5,2$), сформировавших пятый техноклад и приступивших к формированию шестого [6]. Более того, указанный разрыв продолжает увеличиваться и, по мнению ряда отечественных исследователей (Л.Н. Нехорошева и др.), угрожает превратиться в «технологическую пропасть» [7].

Наличие (бесполезных, по сути дела) издержек на создание, обработку и хранение не задействованной для качественного изменения структуры ВВП научно-технической информации актуализирует выработку критерия, который позволял бы контролировать степень (уровень) полезного использования затрат на НИОКР и тем самым нивелировать охарактеризованные выше недостатки затратного показателя

научоемкости ВВП. В качестве такого критерия мы предложили коэффициент полезности затрат на НИОКР, исчисляемый в виде отношения полезных затрат на НИОКР к их общему объему. Такие затраты включают в себя расходы:

- *осуществляемые коммерческим (частным, государственным) сектором, поскольку они прошли объективную проверку на полезность бизнес-интересом субъектов хозяйствования, деятельность которых непосредственно воздействует на технологическую структуру ВВП (рисунок);*
- *производимые прочими (некоммерческими) секторами экономики, результаты которых были коммерциализированы либо связаны с изменением технологической структуры используемых в этих секторах основных средств и, следовательно, ВВП.*

Примечательно, что в проанализированных нами европейских государствах методичное увеличение научоемкости ВВП сопровождается ростом коэффициента полезности затрат на НИОКР (табл. 1). Об этом свидетельствуют регрессионные уравнения (1) и (2), построенные на основе соответствующих статистических данных перечисленных стран за период с 2010 по 2020 г.: (1)

$$\begin{aligned}
 \text{ВВП} &= 6097\,324,1 \cdot \text{КПЗ}_{\text{НИОКР}} \quad R^2=0,98; \\
 (p) & \quad (0,0004398) \\
 &+ 847081,2 \cdot H_{\text{ВВП}} - 4036\,471,6; \\
 & \quad (0,0057439) \quad (0,0000021)
 \end{aligned} \tag{2}$$

$\text{ИнвОК} = 15\,789,0 \cdot \text{КПЗ}_{\text{НИОКР}} +$
 $(p) \quad (0,00059)$
 $+ 1676,1 \cdot H_{\text{ВВП}} - 11\,168,7; \quad R^2=0,97,$
 $(0,02581) \quad (0,0000018)$
 где ВВП – валовой внутренний продукт, млн евро;
 КПЗ_{НИОКР} – коэффициент полезности затрат на НИОКР;
 H_{ВВП} – научоемкость ВВП, %;
 ИнвОК – объем инвестиций в основной капитал, млн евро.

К сожалению, Беларусь и Россия демонстрируют снижение как (и без того низкой) наукоемкости ВВП, так и коэффициента полезности затрат на НИОКР (табл. 2), что свидетельствует об угрозе технологической, а значит, экономической безопасности Союзного государства, выдвигая задачу технологического намерстывания в разряд жизненно важных.

Подводя итоги, необходимо сделать следующие выводы.

С позиций развиваемого нами ресурсно-полезностного метода анализа социально-экономических систем они находятся в безопасности, если, во-первых, имеют доступ ко всем необходимым для сохранения их целостности и полноценного функционирования ресурсам и, во-вторых, способны эффективно их использовать. В нынешнюю технотронную эпоху обе эти жизненно важные проблемы решаются посредством применения современных техники и технологий. Поскольку ни одна держава в мире сегодня не имеет всех необходимых ей ресурсов, за обеспечение доступа к ним приходится бескомпромиссно бороться. Причем исход этой конкурентной борьбы во многом зависит от применяемых соперниками техники и технологий – как гражданских, так и военных. Чем они прогрессивнее (выше), тем полнее и качественнее ресурсная база их обладателей. Заметим, что в наше якобы «цивилизованное» время значимость военных техники и технологий, предназначенных для расширения доступной ресурсной базы либо ее охранения от внешних посягательств, по мере роста ресурсного дефицита будет

лишь нарастать. Неслучайно «всемирный оплот демократии» в лице США испокон веку тратил и продолжает тратить на милитаристские цели астрономические суммы. К примеру, в 2021 г. израсходован 801 млрд долл., что оказалось больше расходов на оборону следующих за ними Китая, Индии, Великобритании, России, Франции, Германии, Саудовской Аравии, Японии и Республики Кореи, вместе взятых [8]. Что касается второй обозначенной выше задачи – способности эффективно использовать доступные ресурсы, то ее решение также всецело зависит от уровня применяемых техники и технологий, чьи кпд и кпи напрямую определяют ресурсоемкость производимых продуктов и хозяйственной системы в целом. Таким образом, технологическая безопасность является своеобразной «системной оболочкой», вне рамок которой невозможно обеспечить экономическую, социальную, военную и другую безопасность государства.

Из-за допущенного и, увы, продолжающего нарастать отставания Беларуси и России от стратегических конкурентов по уровню применя-

емых технологий для обеих стран актуализируется проблема формирования и реализации стратегии технологического намерстывания, которая должна быть официально обозначена главным стратегическим приоритетом Союзного государства. Нынешнее обострение геополитической ситуации вокруг наших стран является настолько острым и опасным, что вновь становятся злободневными широко известные слова И.В. Сталина, произнесенные им в 1931 г. на одной из профсоюзных конференций: «Мы отстали от передовых стран на 50–100 лет. Мы должны пробежать это расстояние в десять лет. Либо мы сделаем это, либо нас сомнут». В связи с этим бюджетно-налоговая, денежно-кредитная, инновационная, научно-техническая, образовательная политики наших стран должны быть подчинены реализации указанного приоритета.

Стратегия технологического намерстывания подразумевает планирование и оперативный контроль динамики уровня технологического развития Беларуси и России в сопоставлении со стратегическими конкурентами. Для этих целей

Показатель	Год				
	2017	2018	2019	2020	2021
Республика Беларусь					
Коэффициент полезности затрат на НИОКР	0,73	0,73	0,71	0,706	0,68
Наукоемкость ВВП, %	0,58	0,61	0,59	0,55	0,47
Российская Федерация					
Коэффициент полезности затрат на НИОКР	0,91	0,88	0,90	0,89	0,87
Наукоемкость ВВП, %	1,10	0,99	1,04	1,10	0,99

Таблица 2. Динамика эффективности функционирования научно-исследовательской, научно-технической, инновационной сферы Беларуси и России в период с 2017 по 2021 г. в контексте затратного и полезностного критериев оценки

Источник: собственная разработка авторов

мы рекомендуем использовать новый показатель «уровень технологичности национальной экономики», отражающий ее средневзвешенный технологический уклад. Например, в программных документах Беларуси (России) целесообразно указать необходимость планомерного доведения этого индикатора до значений 4,0 к 2025 г., 4,7 – к 2030-му, 5,5 – к 2035-му с выходом на уровень технологических лидеров к 2040 г.

По нашему убеждению, не затраты на НИОКР, а именно изменение (улучшение) структуры ВВП в пользу производств, относящихся к высшим технологическим укладам, является конечным полезным результатом научно-исследовательской, инновационной деятельности. Учитывая, что он формируется производственной сферой (*рисунком*), мы предложили считать полезными только такие затраты на НИОКР, которые были осуществлены непосредственно коммерческим (частным, государственным) производственным сектором либо обеспечили возникновение востребованной им научно-технической информации в прочих отраслях экономики. С этой точки зрения предложенный нами коэффициент полезности затрат на НИОКР позволяет не только контролировать, но и планировать их уровень. Построенные нами эконометрические модели по данным ряда достаточно развитых в технологическом отношении стран доказали существенное влияние этого показателя на экономический рост. Таким образом, приращение наукоёмкости ВВП до уровня наиболее передовых государств не должно становиться самоцелью, но непременно должно сопровождаться

улучшением (или хотя бы не ухудшением) коэффициента полезности затрат на НИОКР.

Ресурсно-полезностный метод анализа социально-экономических систем акцентирует внимание исследователей не на стоимостных, затратных по своей сути, характеристиках, а на максимизации полезных результатов их функционирования. В условиях нынешнего беспрецедентного обострения глобальных (сырьевой, энергетической, экологической и т.д.) проблем, порожденных достижениями науки и техники, ресурсно-полезностный подход к исследованию и управлению социально-экономическими системами может нивелировать и, возможно, полностью компенсировать негативное влияние научно-технического прогресса на человека, социум и окружающую среду. В этом смысле данный подход может стать важной предпосылкой для выхода земной цивилизации на траекторию по-настоящему устойчивого, бескризисного развития. ■

■ **Summary.** The article is devoted to the development of the utility-based resource allocation approach to the analysis and management of socio-economic systems by extending it to the research, scientific, technical, and innovation spheres. One of the reasons for the inconsistency of scientific and technological progress is demonstrated to be the cost method for evaluating its effectiveness, which identifies costs with results and ignores the usefulness of scientific and technological progress achievements. Appropriate utility criteria and indicators for assessing and managing this area are proposed in terms of implementation of the technology recovery strategy for Belarus and its allied Russia. Based on the analysis of the dynamics of scientific, technical and technological development of a number of Western European countries, a significant positive impact on the scientific and technological progress resulted from using proposed utility assessing criteria oriented towards a more efficient use of limited resources has been proved. With this in mind, recommendations are given on the development and implementation of a technological recovery strategy as a tool not only to strengthen the technological security of the state, but also to overcome the global contradictions generated by scientific and technological progress.

■ **Keywords:** scientific and technological progress, technological safety, R&D costs, knowledge intensity of GDP, utility-based resource allocation method.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2023-05-27-32>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Афанасьев А.А. «Технологический суверенитет» как научная категория в системе современного знания / А.А. Афанасьев // Экономика, предпринимательство и право. 2022. Т. 12, №9. С. 2377–2394. doi: 10.18334/err.12.9.116243.
2. Гретченко А.И. Технологическая безопасность России: современное состояние, угрозы и способы обеспечения / А.И. Гретченко, А.А. Гретченко // Экономическая безопасность. 2022. Т. 5, №2. С. 547–570. doi: 10.18334/есsec.5.2.114429.
3. Богдан Н.И. К вопросу об индикаторах инновационного развития в условиях современных вызовов / Н.И. Богдан // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы: сб. науч. ст.: в 2 т. / Нац. академия наук Беларуси; Ин-т экономики НАН Беларуси; ред. кол.: Д.В. Муха [и др.]. – Минск, 2022.
4. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. / Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь // <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100292>.
5. Высокотехнологичный и наукоёмкий сектор национальной экономики: состояние и перспективы развития / под ред. С.В. Шлычкова. – Минск, 2022.
6. Байнев В.Ф. Проблемы обеспечения технологической безопасности Республики Беларусь / В.Ф. Байнев, Т.Ю. Гораева // Наука и инновации. 2022. №8. С. 12–17.
7. Глобальные вызовы в контексте четвертой промышленной революции: новые требования к национальной экономике и угроза возникновения «технологической пропасти» / Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы: сборник научных статей. В 4 ч. Ч. 1 / Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси; редкол.: В.И. Бельский [и др.]. – Минск, 2017.
8. Список стран по военным расходам / материал из Википедии // https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_военным_расходам.

Статья поступила в редакцию 03.01.2023 г.

Аллокативная стоимость конструкторско-технологического ноу-хау



Борис Гусаков,
профессор кафедры
менеджмента
Белорусского
национального
технического
университета, доктор
экономических наук,
профессор;
b-99@yandex.ru



Вадим Лойко,
инженер кафедры
менеджмента
Белорусского
национального
технического
университета;
8a9imu6ka@mail.ru

Аннотация. Показано, что развитие современной экономики характеризуется новым уровнем технологий, организации производства и управления цепочкой создания стоимости продуктов и услуг на протяжении всего их жизненного цикла. Дополнительная добавленная стоимость обеспечивается сочетанием в производственных процессах конструкторско-технологического ноу-хау, прогрессивных средств и предметов труда, а также наличием высококвалифицированных кадров и привлекательностью продукта или услуги для покупателя. Аллокативная (распределительная) стоимость конструкторско-технологического ноу-хау подразумевает формирование механизма оптимизации использования ограниченных ресурсов общества, включающего в себя экономические инструменты и рычаги. Первые формируют дифференцированное распределение дополнительной добавленной стоимости инновационного продукта между конструкторской организацией, производителем и потребителями продуктов и услуг в зависимости от технического уровня новых продуктов. Экономические рычаги обеспечивают Парето-эффективность указанных субъектов и высокую вероятность реализации инновационных разработок.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, стоимость, добавленная стоимость, интегральная стоимость, инновации, ноу-хау, верхний предел цены, нижний предел цены.

Для цитирования: Гусаков Б., Лойко В. Аллокативная стоимость конструкторско-технологического ноу-хау // Наука и инновации. 2023. №5. С. 33–37. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2023-05-33-37>

Основные черты Индустрии 4.0 предсказал Никола Тесла. В интервью американскому журналу Collier's в 1926 г. он отметил: «С появлением беспроводных систем вся Земля превратится в один огромный мозг. Мы сможем общаться друг с другом практически мгновенно, невзирая на расстояния. Более того, с помощью телевидения и телефона мы сможем видеть и слышать друг друга так же прекрасно, как если бы мы сидели лицом к лицу, разделенные на дистанции в тысячи миль; и устройства, которые позволят нам это сделать, будут поразительно удобными по сравнению с нашими сегодняшними телефонами. Человек сможет носить их в кармане.

А когда и беспроводная передача энергии будет коммерциализирована, произойдет революция» [4].

Вестником Четвертой промышленной революции в 2016 г. стал Клаус Шваб, председатель Всемирного экономического форума в Давосе. Он ввел термин «Индустрия 4.0» как экономики совместного использования информационных ресурсов общества, позволяющей мультиплицировать добавленную стоимость. Свойства этого феномена позволили сформулировать его определение: «Индустрия 4.0 – это промышленность, массово использующая коллективные цифровые, информационные и производственные технологии, развитую автоматизацию бизнес-процессов, внедряющая искусственный интеллект».

Основным источником дополнительной добавленной стоимости Индустрии 4.0 является конструкторско-технологическое ноу-хау.

Инновационный уровень решений в этой области, возможности и стоимость их реализации в производстве в совокупности определяют привлекательность инновационной продукции, а также форму первенства на рынке. Лидерство по цене характерно для продукции среднего или даже низкого качества, продаваемой относительно дешево, а по факторам успеха достигается при выпуске инновационной продукции высокого качества, реализуемой по повышенной стоимости.

Инновационность используемых в отраслях народного хозяйства конструкторских решений определяет технологический уклад страны. В экономике развитых государств большой удельный вес занимают технологии шестого уклада. Это нано-, био-, IT- и космические технологии, водородная энергетика. Пока их доля в ВВП Беларуси небольшая, но в перспективе они должны доминировать.

Экономия материальных ресурсов и внедрение нового поколения средств труда при производстве технически сложной промышленной продукции позволяет рассматривать в качестве потенциала для повышения технологического уклада конструкторско-технологическое ноу-хау. Для определения его стоимости необходимо:

- обеспечить Парето-эффективность трех субъектов сопряжения: разработчиков, производителей и пользователей инновационной продукции;
- считать источником эффективности ноу-хау дополнительную добавленную стоимость при использовании инновационных средств труда и технологий;
- в зависимости от уровня инновационности корректировать стоимость ноу-хау, снижать ее каждый год его жизненного цикла, равного сложившемуся периоду обновления техники и технологии в конкретной отрасли производства. Стоимость конструкторско-технологического ноу-хау определяется в несколько этапов:
- исчисление дополнительной добавленной стоимости, которую обеспечивает один инновационный продукт или применение инновационной технологии;
- базовое распределение дополнительной добавленной стоимости на один инновационный продукт между проектной организацией, производителем и потребителем;
- установление стоимости единичного использования ноу-хау путем уточнения доли добавленной стоимости проектной организации в зависимости от уровня инновационности проектных решений;

Этап 1. Расчет дополнительной добавочной стоимости инновационного продукта:

Верхний предел цены инновационного продукта: Цвп
 Нижний предел цены инновационного продукта: Цнп
 Дополнительная добавочная стоимость: $\Delta ДС = Цвп - Цнп$

Этап 2. Базовое распределение дополнительной добавочной стоимости инновационного продукта:
 НИОКР 40% ($0,4 \times \Delta ДС$); производитель 30% ($0,3 \times \Delta ДС$); покупатель 30% ($0,3 \times \Delta ДС$)

Этап 3. Оценка важности ноу-хау:

Балльная оценка инновационности по показателям продукции и технологии: Б_{иф}
 Интегральная оценка инновационности ноу-хау: $Бф = \sum Б_{иф}$
 Коэффициент инновационности ноу-хау: $Кин = 0,5 \times (1 + Бф / Б_{макс.})$

Этап 4. Стоимость единичного использования ноу-хау:

Корректировка стоимости ноу-хау от уровня инновационности: $S_i = S_b \times K_{ин}$
 Коэффициент устаревания ноу-хау: $K_t = T_{исп.} / T_{обн.}$

Этап 5: Интегральная стоимость ноу-хау за годы его использования:

$S_{нх} = \sum (S_i \times N_t \times K_t) / (1 + E_k)^t$

Рисунок. Модель формирования стоимости конструкторско-технологического ноу-хау

- *корректировка стоимости единичного ноу-хау по годам его продажи в течение сложившегося периода обновления техники и технологии;*
- *оценка потенциального производства инновационных продуктов по годам жизненного цикла ноу-хау;*
- *определение стоимости ноу-хау за годы его использования.*

Прирост добавленной стоимости рассчитывается как разность верхнего и нижнего предела цены инновационного продукта и технологического процесса по формуле 1:

$$\Delta ДС = Цвп - Цнп, \quad (1)$$

где Цвп и Цнп – верхний и нижний предел цены инновационного продукта соответственно.

Модель определения стоимости конструкторско-технологического ноу-хау представлена на рисунке.

Инвестиции в новые средства труда и технологии должны обеспечивать рентабельность на уровне достигнутой на предприятии, но не ниже принятой в качестве общественного критерия эффективности рентабельности капитала, которая равна ставке платы за долгосрочный кредит.

Верхний предел цены инновационного изделия и технологии рассчитывается методом аналога. В качестве такового принимается продукт или технология схожего назначения и корректируется с учетом новых технических показателей. Для определения верхнего предела цены обязательно должны использоваться средства труда и технологий первоклассных производителей, обеспечивающие экономическую эффективность при их применении. Источником информации для получения этого критерия является система Comfar III expert, поддерживаемая Организацией по промышленному развитию при ООН, представляющая собой универсальное средство проведения расчетов в области инвестиционного проектирования. Система адаптирована к решению широкого спектра задач.

Формула верхнего предела цены новых средств труда на дату их создания имеет вид:

$$Цвп = Цб \times Кпн \times Ктн + (Эн + Vн + Дк - Мдс) / Ккн, \quad (2)$$

где Цб – цена базового средства труда, руб.;

Кпн – коэффициент роста производительности нового средства труда;

Ктн – коэффициент, учитывающий изменение срока службы нового средства труда;

Ккн – коэффициент капитализации годовой экономии и дополнительного дохода при использовании нового средства труда;

Эн – годовая экономия затрат на содержание и эксплуатацию нового оборудования (без амортизационных отчислений);

Vн – дополнительная выручка при использовании нового средства труда, обусловленная повышением цены на выпускаемую продукцию при росте ее качественных показателей, руб.;

Дк – годовой чистый доход от реинвестирования средств, сэкономленных на сопутствующих инвестициях, руб.;

Мдс – прирост налога на добавленную стоимость при использовании нового средства труда, руб.

При необходимости к расчетному значению цены прибавляются поправки на социальный и экологический эффекты.

Шесть составляющих из приведенной формулы, в свою очередь, представляют собой аналитические зависимости.

Коэффициент роста производительности нового средства труда рассчитывается по формуле:

$$Кпн = Vн / Vб = Vнн \times Jн / Vнб \times Jб, \quad (3)$$

где Vн, Vб – действительная годовая производительность нового и базового средства труда в натуральном выражении;

Vнн, Vнб – их номинальная годовая производительность;

Jн, Jб – коэффициент технического использования нового и базового средства труда.

Коэффициент дополнительного дохода при росте планового срока службы нового средства труда исчисляется следующим образом:

$$Ктн = Tн / Tб, \quad (4)$$

где Tн и Tб – сроки службы нового и базового средства труда, лет.

Годовая экономия издержек на содержание и эксплуатацию более производительного нового средства труда (без амортизационных отчислений):

$$Эн = Иб \times Кпн - Ин, \quad (5)$$

где Иб, Ин – издержки на содержание и эксплуатацию оборудования (без амортизационных отчислений) базового и нового средства труда, руб.;

Кпн – коэффициент роста производительности нового средства труда.

Формула изменения выручки от реализации продукции за счет повышения ее качества при использовании нового средства труда имеет вид:

$$Vн = (Цн - Цб) \times Vн, \quad (6)$$

где Цб, Цн – средняя цена продукции, изготавливаемой с использованием базового и нового средства труда, руб.;

Vн – программа производства продукции с применением нового средства труда, шт.

Доход от реинвестирования средств, сэкономленных на сопутствующих инвестициях благодаря новым средствам труда, рассчитывается так:

$$Дк = E_k \times (S_6 \times K_{пн} - S_n), \quad (7)$$

где E_k – ставка платы за кредит,
 S_6, S_n – потребность в сопутствующих инвестициях для базового и нового средства труда, руб.

Прирост налога на добавленную стоимость, полученную за счет нового средства труда, рассчитывается по формуле:

$$Мдс = ((M_6 \times K_{пн} - M_n) + V_n) \times Ндс / (1 + Ндс), \quad (8)$$

где M_6, M_n – облагаемые налогом на добавленную стоимость материальные и приравненные к ним затраты при использовании базового и нового средства труда, руб.;

$Ндс$ – ставка налога на добавленную стоимость;
 V_n – дополнительная выручка при использовании нового средства труда, обусловленная повышением цены на выпускаемую продукцию при приросте ее качественных показателей, руб.

Нижний предел цены новых средств труда определяется в интересах производителя, обеспечивая ему рентабельность капитала на уровне ставки платы за кредит и рентабельность продукции не ниже достигнутой на предприятии. Соответственно, нижний предел цены исчисляется затратным методом: к себестоимости инновационной продукции добавляется нормативная прибыль.

Распределение дополнительной добавленной стоимости нового средства труда целесообразно осуществлять дифференцированно, исходя из степени инновационности технических решений, и снижать стоимость конструкторско-технологического ноу-хау в зависимости от срока между его появлением и продажей [3].

На первом этапе формируется базовое распределение дополнительной добавленной стоимости инновационных средств труда: проектным организациям 40%, производителям и потребителям – по 30% на каждое изделие.

Эта схема распределения, обеспечивающая Парето-эффективность всем субъектам инновационной деятельности, привлекательна при высокой степени новизны проектных решений. Бонус для покупателя нового средства труда представляет разницу верхнего предела цены и отпускной, поскольку инновационная продукция длительный период будет обладать высокой конкурентоспособностью. Весь период до обновления техники и технологии производитель сможет выпускать конкурентоспособную новинку, а при ее продаже получит бонус для себя и конструкторской организации и сможет оплатить стоимость единичного использования ноу-

№ п/п	Показатели инновационности технологии и продукции с нормативной оценкой в баллах		
Показатели инновационности технологии с нормативной оценкой в баллах			
1	Срок появления аналога технологии менее 3 лет: 4 балла		
Превышение одного или нескольких основных параметров: 6 баллов			
2	Превышение одного или нескольких второстепенных параметров: 4 балла		
Снижение удельной материалоемкости по сравнению с аналогом или действующим производством			
3	свыше 15%: 7 баллов	от 10 до 15%: 5 баллов	от 5 до 10%: 3 балла
Снижение удельной энергоемкости по сравнению с аналогом или действующим производством			
4	свыше 15%: 7 баллов	от 10 до 15%: 5 баллов	от 5 до 10%: 3 балла
5	Соответствие технологии Перечню приоритетных направлений создания и развития новых и высоких технологий: 6 баллов		
Показатели инновационности продукции с нормативной оценкой в баллах			
Превышение одного или нескольких основных параметров: 5 баллов			
1	Превышение одного или нескольких второстепенных параметров: 3 балла		
Патентная защищенность продукции			
2	Защищено патентами все изделие или его основные части: 3 балла		
	Защищены патентами не основные части изделия: 2 балла		
Сертификация продукции			
3	Наличие сертификата (сертификатов) на продукцию: 4 балла		
	Наличие программы сертификации: 3 балла		
	Обоснование возможности сертификации продукции: 2 балла		
Объем экспортных поставок в натуральном и/или стоимостном выражениях			
4	более 75%: 8 баллов	от 50 до 75%: 7 баллов	от 25 до 50%: 6 баллов
Уменьшение импортных поставок в Республику Беларусь в натуральном и/или стоимостном выражениях			
5	более 20%: 4 балла	от 1% до 20%: 3 балла	

Таблица. Система балльной оценки инновационных технологий и продукции (54-балльная шкала). Разработано авторами

хау. При незначительной степени инновационности проектных решений и наличии конкурентов более высокого технического уровня пострадают как изготовитель менее инновационных средств труда, так и их покупатель.

На втором этапе предлагается корректировать величину дополнительной добавленной стоимости, выделяемой с каждого изделия проектировщикам, с учетом балльной оценки инновационности ноу-хау, показатели и критерии которой взяты из действующей в Беларуси методики [20].

В таблице приведен метод оценки новых и высоких технологий.

Расчет стоимости единичного использования ноу-хау разбит на две части: постоянную и переменную, зависящую от уровня инновационности проектных решений, и определяется по формуле 9. При высоком техническом уровне проектных решений вознаграждение за труд и его качество одинаковы.

$S_i = 0,5 S_b \times (1,0 + Bф/Б макс),$ (9)
где S_i и S_b – стоимость единичного использования ноу-хау при фактической и максимально возможной балльной оценке технического уровня инновационного средства труда;

$Bф$ – балльная оценка фактического средства труда;
 $Б макс$ – балльная оценка максимальная.

Корректировка стоимости ноу-хау во времени отражает изменение его важности в определенный период [2]. С устареванием постепенно уменьшается и стоимость ранее пионерных средств труда и технологий. Сначала они становятся догоняющими, затем устаревшими, а потом умирают. Статистика снижения стоимости ноу-хау отсутствует, поэтому априори можно считать, что оно идет линейно в течение жизненного цикла. В этом случае поправочный коэффициент, корректирующий стоимость единичного использования ноу-хау, примет вид:

$$K_t = 1 - T \text{ исп.} / T \text{ обн.},$$
 (10)

где $T \text{ исп.}$ – время эксплуатации ноу-хау, лет;
 $T \text{ обн.}$ – период обновления средств труда данного назначения.

Стоимость конструкторско-технологического ноу-хау с учетом фактора времени за его жизненный цикл определится как дисконтированная величина выплат, которую конструкторская организация получит от всех покупателей ноу-хау за годы его использования, по формуле:

$$S_{nx} = \sum (S_i \times N_t \times K_t) / (1 + E_k)t,$$
 (11)

где N_t – количество проданных лицензий на единичное использование ноу-хау;
 K_t – коэффициент снижения стоимости единичного использования ноу-хау в связи с его старением;

E_k – ставка платы по кредиту за финансовые ресурсы национального банка;

t – текущий год жизненного цикла использования ноу-хау.

Очевидно, что нашей стране необходим прорыв к технологиям будущего за счет внутренних ресурсов, основой чего являются ноу-хау, содержащие инновационные технологические решения. Для их развития необходимо создать механизм стимулирования, важным элементом которого выступает оценка рыночной стоимости конструкторско-технологических ноу-хау. ■

■ **Summary.** Industrial transformations in the production and business sectors provide a significant increase in the added value created by society through the use of innovative technologies and the release of innovative products. Additional added value is provided by the use of a combination in production processes: design and technological know-how, progressive means and objects of labor, highly qualified personnel, the attractiveness of a product or service for the customer. Allocative (distributive) cost of design and technological know-how implies the formation of a mechanism for optimizing the use of limited resources of society in "Industry 4.0". The optimization mechanism includes economic tools and levers. The economic tool forms a differentiated distribution of the additional added value of an innovative product between the design organization, the manufacturer and consumers of products and services, depending on the technical level of new products. The lever ensures the Pareto efficiency of these subjects and a high probability of implementing innovative developments. Economic levers are the dependence of the amount of encouragement of the subjects of innovation activity on two factors: the scale of production of the created innovative products and its priority for Belarus.

■ **Keywords:** Industry 4.0, value, added value, integral value, innovation, know-how, upper price limit, lower price limit.

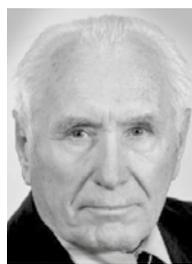
■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2023-05-33-37>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Приказ Министерства экономики Республики Беларусь и Государственного Комитета по науке и технологиям Республики Беларусь от 07.05.1999 г. №104/42 // <https://belzakon.net/Законодательство/Приказы/1999/108495>.
2. Методические рекомендации по оценке стоимости объектов интеллектуальной собственности: приказ Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь 06.01.2011 г. №3 // <http://research.bsu.by/wp-content/uploads/2013/07/metrekomendacii-1.pdf>.
3. Положение о порядке и условиях государственного стимулирования создания и использования объектов права промышленной собственности: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 06.03.1998 г. №368: с изм. и доп. от 27 февраля 2015 г. №146 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2017.
4. Marvin T.F., Kurt Vonnegut – A Critical Companion. – Westport, CT: Greenwood Press, 2002.

Статья поступила в редакцию 02.10.2022 г.

Редкоземельные элементы в производстве и материаловедении



Петр Витязь,
начальник Управления
аэрокосмической
деятельности аппарата
НАН Беларуси, академик



Валерий Федосюк,
генеральный директор
НПЦ НАН Беларуси по
материаловедению,
член-корреспондент



Казимир Янушкевич,
главный научный
сотрудник лаборатории
физики магнитных
материалов НПЦ
НАН Беларуси по
материаловедению,
доктор физико-
математических наук

Анализ добычи и использования

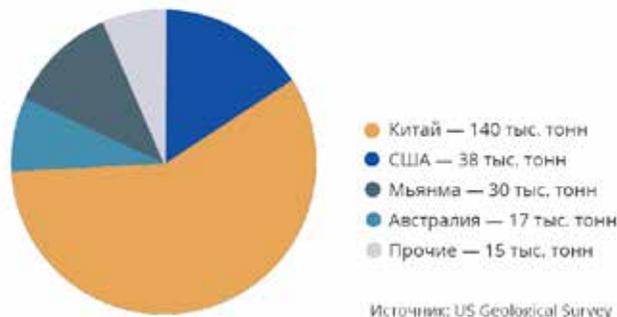
Открытие редкоземельных элементов (РЗЭ) состоялось в 1787 г. в Швеции при разработке пород штолен в небольшом городке Иттербю недалеко от Стокгольма. По химическим и физическим характеристикам обнаруженные новые элементы были мало различимы – изучение их свойств велось в пределах научных лабораторий несколько десятилетий. Первое коммерческое применение РЗЭ – в качестве сеток накаливания ламп газового освещения – было осуществлено через 90 лет после открытия. Вторым направлением стало использование неразде-

ленных сплавов РЗЭ в стеклах осветительных ламп, а с 1911 г. – в качестве добавок в стекло для придания ему разных цветовых оттенков. В 1934 г. компания «Кодак» начала применять их в качестве компонентов для повышения индекса рефракции стекла в оптических устройствах, содержащих линзы.

В результате реализации Манхэттенского проекта в США в период 1942–1943 гг. появились новые способы сепарации изотопов и близких по характеристикам элементов. В основу метода разделения последних, в том числе и РЗЭ, в таблице Д.И. Менделеева легли процессы ионного обмена. К настоящему времени установлено, что к редкоземельным относятся 17 элементов: скандий (с атомным весом 21), иттрий (39) и 15 представителей группы лантаноидов (от 57 до 71). Наиболее часто встречаются в земной коре церий, иттрий, лантан и неодим. РЗЭ нередко называют редкоземельными металлами (РЗМ) и окислами (РЗО), поскольку они традиционно продаются на рынках сбыта в виде окислов по причине минимизации влияния окислительных процессов на изменение свойств при длительном хранении и транспортировке. Эксперимент показал, что все РЗМ обладают высокой химической активностью, способностью к стеклообразованию, намагничиванию в сильных магнитных полях, переходу в состояние сверхпроводимости, флуоресценцией и лазерным эффектом, диэлектрическими свойствами, высокой радиационной стойкостью и удельной электропроводимостью [1].

Объемы добычи

Наличие уникальных свойств обеспечило редкоземельным металлам широкое применение в автомобильной и стекольной промышленности, микроэлектронике, производстве катализаторов для нефтехимических процессов, изготовлении различных составов мишметаллов для металлургии, аккумуляторов и полировальных порошков, присадок для дизельного топлива, каталитических нейтрализаторов выхлопных газов, постоянных магнитов, люминофоров, керамических конденсаторов, при выращивании искусственных кристаллов [2]. РЗМ широко используются в радиопередающих устройствах, мобильных телефонах, телевизорах, перезаряжаемых



Источник: US Geological Survey

Рис. 1. Распределение производства РЗМ по основным странам добычи

батареях. Они являются основными элементами в современных разработках «зеленой» энергетики: генераторах ветряных турбин, гибридных автомобилей. Широко задействованы и в военных технологиях при создании приборов ночного видения, высокоточных вооружений, оборудования GPS [3].

Долевое распределение объемов производства РЗМ в разных странах мира по состоянию на 2020 г. приведено на рис. 1. Диаграмма убедительно демонстрирует лидерство КНР в этой сфере.

Применение РЗМ значительно увеличилось в автомобильной промышленности, в частности при выпуске электро- и гибридных автомобилей. К примеру, в модели Toyota Prius задействовано более десятка килограммов редкоземельных элементов, в основном лантана и неодима (рис. 2). Изготовление мобильных средств связи также требует достаточно много РЗМ (рис. 3).

На рис. 4 представлены тенденции спроса на редкоземельные металлы в период 2010–2025 гг. при производстве постоянных магнитов. Очевиден несомненный рост востребованности РЗМ в последние годы.



Рис. 2. Узлы в автомобиле, содержащие РЗМ

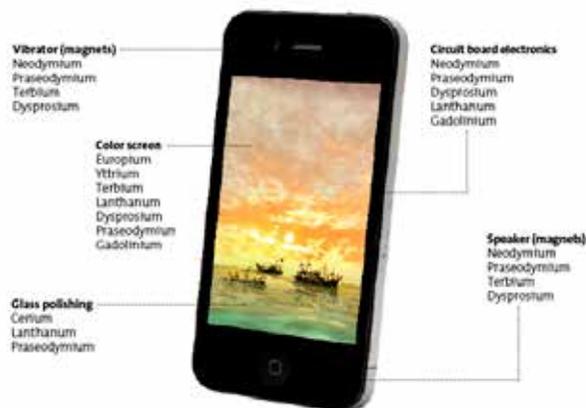


Рис. 3. Основные узлы, содержащие РЗМ при изготовлении мобильных средств связи

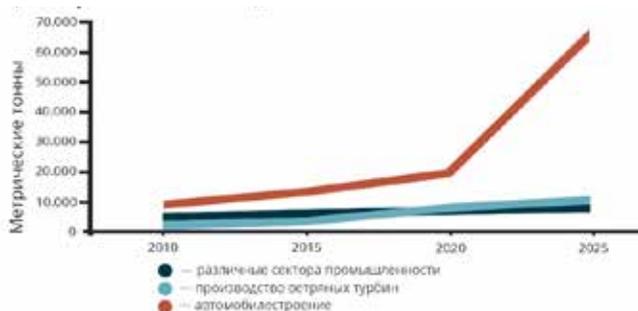


Рис. 4. Динамика объемов совокупного мирового спроса на РЗМ для производства постоянных магнитов (в метрических тоннах) 2010–2025 гг.

Производство редкоземельных металлов

Последовательность цепочки добавленной стоимости в отрасли производства РЗМ начинается с добычи руды: в основном редкоземельные металлы содержатся в минералах монацит и бастнезит. На последний приходится более 80% получаемых в мире РЗЭ. Добыча и переработка монацита значительно сократилась по экологическим соображениям, из-за обнаружения в нем радиоактивного тория и продукта его распада – радия.

На следующем этапе руда измельчается до состояния гравия, а затем песка. В таком виде она подвергается процессу флотации, при котором РЗЭ остаются на поверхности емкостей, а нежелательные минералы оседают на дно. Затем редкоземельные элементы проходят сепарацию с помощью кислоты и сольвентов для получения наиболее чистых форм оксидов, при этом для каждого элемента используется свой собственный подход. Оксиды перерабаты-

ваются в металлы, а затем – в сплавы для конечного потребления. Вся цепочка – от добычи руды до производства оксидов – занимает около 10 дней. Процесс неизбежно сопровождается огромным количеством отходов: 12 тыс. т жидких и 2 тыс. т твердых при получении одной тонны РЗМ. Поскольку во многих странах существуют экологические ограничения, перспективным видится открытие новых рудных месторождений и создание производств РЗМ вдали от густонаселенных районов. В то же время в Китае законодательство по вопросам экологии достаточно мягкое, и отходы часто сбрасываются без предварительной очистки в водоемы и ирригационные системы, что значительно удешевляет стоимость конечного продукта.

Редкоземельная промышленность, зародившаяся в XVIII–XIX вв. в Европе, в XX в. постепенно переместилась в США в связи с эксплуатацией американского месторождения Molycorp Rare Earth и сделанными наиболее значимыми открытиями и нововведениями в технологиях производства РЗМ. В 1960–1970-е гг. коммерциализация РЗЭ стала очень высокой. К концу 1970-х в США были созданы значительные исследовательские мощности в государственных научных лабораториях и промышленности, и уже в начале 1980-х эта страна стала несомненным лидером в мировой редкоземельной промышленности с доминирующими позициями во всей стоимостной производственной цепочке – от добычи сырья и до конечного продукта.

Ситуация резко изменилась в начале нынешнего столетия, когда на первый план в этой сфере вышел Китай – родина крупнейших в мире запасов руд редкоземельных металлов. Теперь он контролирует глобальные поставки РЗМ и промежуточных продуктов из них. Еще до приобретения КНР компании Magnequench и переноса всего производства на свою территорию здесь проводились интенсивные исследования и разработки по тематике РЗМ, над чем трудились несколько институтов и лабораторий. Страна постепенно продвигалась вверх по цепочке добавленной стоимости, особенно в изготовлении постоянных магнитов. К 2005 г. Magnequench стала собственником нескольких важных патентов в этой области, осуществила слияние с канадской AMR и стала известна как NEO Material Technologies. К 2007 г. она развивалась с темпами в 30% в год. При этом 85% обрабатывающих мощностей и 95% персонала находилось на территории Китая (остальные – в Таиланде). Кроме того, большая часть производств функционирует в форме совместных предприятий с китайскими государственными компаниями.

США утратили свои позиции на рынке постоянных магнитов. Если после открытия нового поколения редкоземельных магнитов исследователями американской военно-воздушной базы Wright Patterson число занятых в их выпуске составляло 6 тыс. чел., то сейчас трудится всего 600 [6]. Главная проблема в развитии редкоземельной промышленности в США – отсутствие мощностей по обогащению, легированию и конечному производству РЗМ.

Китай же, в свою очередь, проводил откровенно протекционистскую политику по отношению к собственным внутренним компаниям. Это было сигналом для глобальных корпораций о том, что если они хотят преференций, то обязаны размещать заводы на территории КНР. В результате американская WR Grace открыла здесь свое предприятие. Хотя попытка Китая купить контрольный пакет акций у австралийских добывающих РЗМ компаний Lynas и Ararua Resources не удалась, он все-таки позже приобрел их миноритарный пакет. А в 2010 г. КНР после одного из инцидентов прекратила поставки редкоземельных металлов Японии, продемонстрировав таким образом свою способность контролировать глобальные процессы и возможность использования силы для реализации своей стратегии. Только одна американская компания – Electrical Energy Corporation – производит самарий-кобальтовые магниты, используя гадолиний, который не добывается в США. Кроме того, необходимые в небольших количествах диспозиум и тербий также можно получить только в КНР. Поэтому производители из США и других стран даже с существующей инфраструктурой не могут начать работу без постоянных поставок РЗМ из Китая.

В 2012 г. американская горнодобывающая корпорация Molycorp Inc. – единственный крупный производитель РЗМ в США, приобрела NEO Material Technology Inc., в которой КНР принадлежит 62% акций. Эта сделка оказалась выгодна Китаю. США обладают компетенциями, но не имеют мощностей по переработке оксидов в металлы. В результате Molycorp была вынуждена отгружать все добываемые на своей территории РЗЭ на заводы, расположенные в КНР, а США попали в зависимость от Китая в области материалов для редкоземельных магнитов. Сложившаяся ситуация стимулировала Австралию, Канаду и США интенсифицировать добычу на собственных месторождениях РЗЭ (табл. 1). В результате доля Австралии на рынке РЗМ выросла с 1% в 2011 г. до 3% в 2012 г., а США (с разработкой месторождения Mountain Pass) достигла 6% [7].

Страна	Добыча, 2015 г., тыс. т	%	Добыча 2016 г., тыс. т	%	Запасы, 2016 г., тыс. т	%
США	5,9	4,5	-	-	1400	1,2
Австралия	12	9,2	14	11,1	3400	2,8
Бразилия	0,880	0,7	1,1	0,9	22 000	18,3
Канада	-	-	-	-	830	0,7
Китай	105	80,8	105	83,3	44 000	36,7
Гренландия (Дания)	-	-	-	-	1500	1,3
Индия	1,7	1,3	1,7	1,3	6900	0,6
Малайзия	0,5	0,4	0,5	0,4	30	0,1
Малави	-	-	-	-	136	-
Россия	2,8	2,2	3,0	2,4	18000	15,0
ЮАР	-	-	-	-	860	0,7
Таиланд	0,76	0,6	0,8	0,6	Н.св.	Н.св.
Вьетнам	0,25	0,2	0,3	0,2	22 000	18,3
Мир в целом	130	100	126	100	120 000	-

Источник: [4]

Таблица 1. Запасы и добыча РЗМ по основным странам мира

В 2015 г. Molycorp обанкротилась, и теперь все производство высокотехнологичных гаджетов в Соединенных Штатах зависит от закупок РЗМ в Китае. Сейчас КНР контролирует около 80% всех мировых поставок этих элементов и еще более значительную долю в производстве редкоземельных магнитов – эти рынки в общей сложности оцениваются в 13 млрд долл. в год. В США в начале 2022 г. подготовили программу масштабных инвестиций в расширение национальных цепочек получения критически важных полезных ископаемых – инициатива «Made in America», которая призвана снизить зависимость страны от китайских природных ресурсов при выпуске электроники. КНР принадлежит основная часть мирового рынка переработки кобальта, лития и РЗЭ, а также реализации составов для изготовления высокотехнологичных товаров. Как отметили в Белом доме, спрос на литий, кобальт и редкоземельные элементы, используемые при производстве компьютеров и потребительской электроники, в ближайшие десятилетия увеличится на 400–4000%.

Сферы применения

На рис. 5 показаны основные сферы применения редкоземельных металлов в глобальной экономике.

Каждый из представленных в табл. 2 товаров содержит несколько видов РЗМ. Например, в изготовлении нефтяных катализаторов используются лантан и церий, магнитов – празеодим и неодим. В табл. 3 приведены данные о РЗМ, задействованных при производстве айфона Apple. Этот простой пример иллюстрирует важное значение редкоземельных металлов для современной экономики.

Нашедшие применение с 1960-х гг. в катализаторах крекинга нефти церий и лантан нужны в нефтепереработке для отделения легких фракций

от тяжелых. Цеолиты (алюмосиликаты), к которым добавляются РЗМ, позволяют ускорить этот процесс. Иттрий также необходим в нефтехимии для полимеризации этилена. На нефтяные катализаторы приходится до 15% рынка редкоземельных металлов. Спрос здесь напрямую связан с ростом получения легких фракций, таких как бензин и керосин.



Рис. 5. Структура использования РЗМ по сферам применения

Начало использования РЗМ в автокатализаторах относится к 1970-м гг., первопроходцами в этом были США. Перспективы у этого направления, занимающего 6% рынка, достаточно благоприятные, учитывая быстрый рост автомобильной промышленности в развивающихся странах, особенно в Китае и Индии.

Ряд редкоземельных металлов (например, лантан и церий) применяются при производстве никелевых батарей для гибридных автомобилей, прежде всего в США и Японии, компании которых доминируют на рынке. Крупным потребителем является также промышленность электрических велосипе-

дов в Китае. На батареи приходится 9% рынка РЗМ. Такова же их доля и в отношении стекла. Добавление церия и других редкоземельных металлов увеличивает коэффициент его рефракции и, следовательно, повышает качество линз, расширяет цветовую гамму, позволяет поглощать ультрафиолетовое излучение и используется в солнечных батареях. Некоторые виды стекла с присутствием лантана применяются в приборах ночного видения, а также в оптоволокне для инфракрасной сверхпроводимости. Иттрий придает стеклу повышенную жаропрочность и удароустойчивость. Эрбий необходим для нового поколения оптоволоконных кабелей и передачи данных на далекие расстояния.

Одно из наиболее ранних направлений использования РЗО – полировка стекла. Для этого необходимы так называемые мишметаллы – комбинация из лантана, церия и празеодима при ведущей роли церия. На долю этого сегмента рынка приходится 13% всех РЗМ. Кроме того, церий применяется для шлифовки компьютерных жестких дисков. Несмотря на зрелость отрасли перспективы ее дальнейшего развития представляются достаточно стабильными.

В металлургии РЗМ занимают 9% рынка. Мишметаллы и соединения неразделенных РЗМ традиционно задействованы при производстве абразивов. Лантан добавляется в сталь для повышения ее пластичности, а также в молибден для улучшения сопротивления высоким температурам. Церий – в чугунное литье при производстве автомобильных двигателей для усиления их прочности. Кроме того, он применяется в магниевых отливках, необходимых в авиационных двигателях для большей стойкости к высоким температурам.

Редкоземельные металлы необходимы в люминофорах для обеспечения оптимального уровня освещения, а также при производстве телевизионных мониторов, плазменных телевизоров и ЖК-дисплеев. Смесь РЗМ использовалась для газового освещения еще в 1880-х гг. В лампах с угольными электродами, уже вышедшими из употребления, присутствовал лантан. Европий первым из РЗМ, в 1965 г., стал применяться в осветительном оборудовании, когда цветные телевизоры заняли доминирующие позиции на американском рынке. Люминофоры на основе тербия дают зеленый свет, европия – красный, иттрия – голубой. В своем сочетании они могут обеспечивать любую комбинацию освещения. Соответственно, свету люминесцентных ламп можно придать любую цветовую гамму определенным набором люминофорного покрытия.

Сферы применения	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Y	Прочие
Магниты	-	-	23	69	-	-	2	-	5	-	-
Батареи	50	33	3	10	3	-	-	-	-	-	-
Металлические сплавы	26	52	6	16	-	-	-	-	-	-	-
Автокатализаторы	5	90	2	3	-	-	-	-	-	-	-
Катализаторы крекинга нефти	90	10	-	-	-	-	-	-	-	-	**
Полимеры	31	65	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Добавки в стекло	24	66	1	3	-	-	-	-	2	4	-
Люминофоры	8	11	-	-	-	5	2	5	-	69	-
Керамика	17	12	6	12	-	-	-	-	-	53	-
Прочие	19	39	4	15	2	-	1	-	-	19	-

La – лантан, Ce – церий, Pr – Празеодим, Nd – Неодим, Sm – Самарий, Eu – Европий, Gd – Гадолиний, Tb – тербий, Dy – Диспрозий, Y – Иттрий

Таблица 2. Структура использования отдельных РЗМ в производстве основных промежуточных товаров, %

Компоненты	Y	La	Ce	Pr	Nd	Eu	Gd	Tb	Dy
Цветной экран	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Полировка стекла	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Интегральные схемы	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Микрофоны	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Узлы вибрации	*	*	*	*	*	*	*	*	**

Таблица 3. Использование РЗМ в производстве айфона Apple

Иттриевые добавки в диоксид циркония улучшают свойства последнего и используются в разнообразных областях: стоматологии, производстве авиационных двигателей, газовых турбин, сенсоров, ювелирных украшений, огнеупорной керамики, термопластичных материалов и др. Неодим, празеодим и эрбий придают уникальные цвета керамической плитке, востребованной в строительной индустрии. Цериевые добавки в циркониевые плитки использовались в космических шаттлах.

Важнейшая сфера – применение РЗМ в электронике в качестве допирующих присадок к бариево-титановым диэлектрикам, являющимся основой для производства однослойных и многослойных керамических бескорпусных конденсаторов. Алюмоиттриевый гранат, выращенный в виде кристалла и легированный неодимом и церием, – важная часть твердокристаллических лазерных систем, необходимых в хирургии и общем машиностроении. В оборонной промышленности такие лазеры нужны для определения широкого диапазона целей, в том числе под водой.

Железо-иттриевые и гадолиний-галлиевые гранаты присутствуют в разнообразных микроволновых компонентах, к примеру СВЧ-циркуляторах и резонаторах. Некоторые высокочастотные беспроводные коммуникационные системы используют микроволновые фильтры, изготовленные из оксида церия с добавками неодима и самария. На это направление приходится 5% глобального рынка РЗМ.

До изобретения редкоземельных магнитов на рынке преобладали алюминий-никель-кобальт и ферритовые варианты. В 1970 г. на смену им пришли самарий-кобальтовые – это был один из самых ранних случаев использования самария. Из-за проблем с поставками кобальта в начале 1980-х гг. компании Hitachi и General Motors разработали Nd-Fe-B (неодим-железо-бор) вариант, нашедший коммерческое использование в 1986 г. Он стал технологической основой применения магнитов в промышленности и заменил ранее самариевое поколение. Такие магниты необходимы для производства электромоторов любых размеров, прежде всего в гибридных двигателях, ветряных турбинах и обычных силовых установках.

Постоянные редкоземельные магниты – также ключевой компонент труб высокого давления, являющихся важной частью радаров и всех видов коммуникационных систем. Используются они и в производстве компьютерных жестких дисков и лазерных проигрывателей, всех видов микрофонов, незаменимы в активаторах, применяемых в авиационных

и ракетных системах, в спутниках. На магниты приходится 20% рынка редкоземельных металлов.

В последние годы спрос на РЗЭ в современных отраслях промышленности заметно увеличивается [12–14]. Составляя сами по себе небольшую часть валового национального продукта, они выступают важнейшим составным элементом факторов производства в цепочках добавленной стоимости других товаров и продуктов.

Сегодня Китай является лидером по добыче и использованию РЗЭ. Следует отметить, что в ближайшие 5–10 лет их получение и потребление вырастет в разы. В России имеются колоссальные запасы этого сырья, но они пока не разрабатываются. При правильной государственной политике эта страна может занять доминирующее место на мировом рынке по добыче редкоземельных металлов, а вместе с Республикой Беларусь в рамках Союзного государства значительно повысить конкурентоспособность многих отраслей за счет применения редкоземельных элементов в выпускаемой продукции. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.А. Никулин. Металлы для высоких технологий: тенденции мирового рынка редкоземельных элементов // Проблемы национальной стратегии. 2014. №1. 134–152.
2. Ю.Л. Адно. «Витамины роста» в промышленности высоких технологий // Металлы Евразии. 2016. №4. С. 36–40.
3. B. Sprecher, I. Daigo, S. Murakami, R. Kleijn, M. Vos, G.J. Kramer. Framework for Resilience in Material Supply Chains, With a Case Study from the 2010 Rare Earth Crisis // Environmental Science & Technology. 2015. №11, 6740–6750 // <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b00206>.
4. US Geological Survey (2017) Mineral Commodity Summaries 2017 // Journal of Transportation Technologies. 2018. Vol. 8, №3 // <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2017/mcs2017.pdf>.
5. Dominating the World. China and the Rare Earth Industry / National Institute of Advanced Studies. – Bangalor, 2013.
6. P. Dent. Rare earth elements and permanent magnets // Journal of Applied Physics. 2012 // <https://doi.org/10.1063/1.3676616>.
7. В.Б. Кондратьев. Минеральные ресурсы и будущее Арктики // Горная промышленность. 2020. №1. С. 87–96.
8. Humphries M. Rare Earth Elements: The global Supply Chain // CRS Report for Congress. 2013. December 16. P. 15.
9. Green J. Defense, Energy Markets Should Brace for Shortages of Key Materials // National Defense Industrial Association. 2009. October. P. 28.
10. Rare Earth Elements – Critical Resources for High Technology // U.S. Geological Survey Fact Sheet. 2002. November. P. 4.
11. Rare Earths: Market Outlook to 2020, Roskill, London // U.S. Geological Survey Fact Sheet 087–02 Rare Earths: Market Outlook to 2020, Roskill, London. USGS Critical Minerals Review: 2021U.S. Geological Survey Fact Sheet 087–02/ MAY 1, 2022
12. Образцова М. Редкоземельные элементы – стратегические металлы будущего // <https://news.climate.columbia.edu/2012/09/19/rare-earth-metals-will-we-have-enough/>.
13. С. Пирогов, Н. Куйдо. Инвестиционная идея: редкоземельные металлы. Обзор рынка // <https://invest-heroes.ru/articles>.
14. Т. Оганесян. Конкуренция на редких землях // Электронный журнал «Стимул». 2022. <https://t.me/stimul-innovations>.

Предтечи. Невозможно установить, кого можно считать первым белорусским механиком. Но безусловно то, что развитию отечественной механики в значительной степени способствовали многие уроженцы Беларуси – те, кто имеют все основания считаться гордостью нашей нации, кого знала и ценила мировая научная общественность [5]. Кроме известного восточнославянского и белорусского первопечатника, философа-гуманиста, писателя, ученого-медика и просветителя Франциска Скорины в этом ряду следует назвать мыслителя и переводчика Василия Тяпинского, ученого-естествоиспытателя, теоретика артиллерии и автора идеи многоступенчатой ракеты Казимира Семеновича, писателя, поэта, учителя и книгоиздателя Симеона Полоцкого, астронома, математика и педагога Мартина Почобута-Одлянцкогo, геолога, минеролога, географа и этнографа, национального героя Чили Игнатия Домейко, физика и философа Зигмунта Врублевского, ученого-естествоиспытателя Якова Наркевича-Иодко, историка, этнографа и педагога Митрофана Довнар-Запольского и многих других [5].

Особо следует отметить, возможно, первых белорусских ученых-механиков: Николая Феликсовича Ястржембского и Василия Петровича Ермакова [6].

Уроженец имения Борисовщина Речицкого уезда Николай Ястржембский в 1836 г. окончил Виленский университет. Преподавал в Технологическом институте и Институте Корпуса инженеров путей сообщения (Санкт-Петербург). Впервые ввел курс

построения машин в качестве самостоятельной учебной дисциплины. За изданный в 1838 г. «Курс практической механики» удостоен Демидовской премии. В 1846 г. издал «Атлас образцовых механических устройств», учебник «Начальные основы общей и прикладной механики».

Математик и механик Василий Ермаков родился в селе Терюха (ныне Гомельский р-н). Выпускник физико-математического факультета Киевского университета, позже – его профессор; с 1898 г. – завкафедрой высшей математики Киевского политехнического института. За оригинальные исследования в области высшей математики и теоретической механики первым из белорусских ученых в 1884 г. избран в члены-корреспонденты Санкт-Петербургской академии наук [6].

Механика в Беларуси в XX веке. Начало ее развития в значительной степени связано с Белорусским национальным техническим университетом (БНТУ), где в 1934 г. была образована первая в республике кафедра теоретической механики (в те годы – Белорусский политехнический институт (БПИ)). В разные годы кафедрой руководили известные ученые: профессор Н.А. Столяров (1934–1941); к.т.н., доцент Ф.К. Околовский (1945–1954); к.ф.-м.н., доцент Н.А. Бессонов (1954–1957); к.т.н., доцент А.Х. Ким (1957–1958); д.т.н., профессор Г.К. Татур (1958–1963); д.т.н., профессор А.Х. Ким (1963–1978); к.т.н., доцент Д.А. Аксенович (1978–1984); к.т.н., доцент Н.И. Горбач (1984–1991); д.ф.-м.н., профессор А.В. Чигарев (1991–2019).

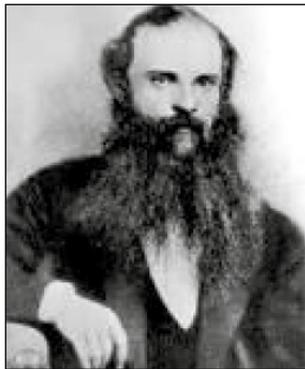
Кафедра неоднократно меняла название и к 2019 г. именовалась кафедрой теоретической механики и мехатроники.

В 1945 г. в БПИ была создана кафедра сопротивления материалов, которую возглавил профессор Н.И. Кравцов. С 1948 по 1971 г. ею руководил к.т.н., доцент М.И. Рудицин. В 1971 г. в вузе были образованы две кафедры: сопротивления материалов машиностроительного профиля под руководством д.т.н., профессора Г.М. Ждановича и сопротивления материалов и теории упругости – д.т.н., профессора Е.Ф. Винокурова. С 1998 по 2019 г. кафедрой сопротивления материалов машиностроительного профиля руководил д.ф.-м.н., профессор Ю.В. Василевич. Затем вследствие реорганизации кафедр сопротивления материалов машиностроительного профиля и теоретической механики и мехатроники в БНТУ стала работать кафедра теоретической механики и механики материалов, которую также доверили ему.

Важным для развития механики в стране стал 1937 г., когда в Белорусском государственном университете (БГУ) была создана кафедра теоретической механики (первый завкафедрой – профессор Н.А. Столяров). Во время Великой Отечественной войны Белгосуниверситет находился в эвакуации. Кафедра была временно закрыта и воссоздана лишь в 1962 г.; по 1970 г. ее возглавлял доцент М.М. Чепинога. Дальнейшее становление дисциплины в БГУ связано с образованием механико-математического факультета и приездом в Беларусь крупных ученых-механиков, профессоров



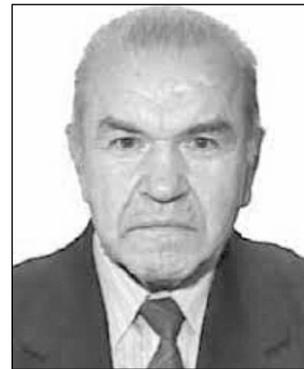
Н.Ф. Ястржембский
(1808(1810?)–1877 гг.)



В.П. Ермаков
(1845–1922 гг.)



И.А. Прусов
(1919–1994 гг.)



М.Д. Мартыненко
(1937–2011 гг.)

Львовского государственного университета им. И. Франко: И.А. Прусова и М.Д. Мартыненко.

Профессор И.А. Прусов родился в деревне Березовка (ныне Славгородского р-на Могилевской обл.). Он виднейший ученый в области теории упругости анизотропных сред, теории функций комплексного переменного и других разделов математики и механики. Руководил кафедрой теоретической механики в 1970–1986 гг. Среди учеников профессора 20 докторов и кандидатов наук.

М.Д. Мартыненко, уроженец села Крупское Брагинского р-на Гомельской обл., – крупный математик и механик-теоретик. Работая профессором кафедры теоретической механики БГУ с 1970 по 2011 г., значительное внимание уделял подготовке научных кадров. Многие нынешние белорусские доктора и кандидаты физико-математических наук считают себя учениками Михаила Дмитриевича.

С 1986 по 1999 г. кафедру возглавлял доцент Н.И. Козловский (с 1987 г. ее название – кафедра теоретической механики и робототехники); с 1999 г. – ученый-геомеханик, видный

специалист в области компьютерной механики профессор М.А. Журавков. Вновь переименованная в 2001 г. в кафедру теоретической и прикладной механики, она остается единственной во всей Беларуси, готовящей механиков с глубокой математической подготовкой. Ее выпускники востребованы в учреждениях науки и высшей школы, а также успешно трудятся на промышленных предприятиях, в проектных и конструкторских бюро.

Следующей научной школой механиков в нашей стране стал Белорусский институт инженеров железнодорожного транспорта (ныне БелГУТ – Белорусский государственный университет транспорта). Практически одновременно с его открытием в 1953 г. была образована кафедра теоретической механики и сопротивления материалов, первым руководителем которой стал д.т.н., профессор Н.И. Карякин [6]. В последующие годы кафедру возглавляли известные ученые: к.ф.-м.н., доцент В.И. Довнорович (1954–1963, с 1960 г. – кафедра технической механики); к.т.н., доцент В.А. Орлов (1963–1973); к.т.н., доцент В.М. Горский (1973–1974); к.т.н., доцент

А.Н. Дубко (1974–1976); к.т.н., доцент В.Г. Савельев (1976–1980, с 1979 г. – кафедра теоретической механики); к.т.н., доцент Д.Д. Беньковский (1980–1986, с 1980 г. – кафедра теоретической и прикладной механики); к.т.н., доцент В.М. Горский (1986–1992); д.х.н., профессор А.В. Рогачев (с февраля по июль 1992); д.т.н., профессор С.В. Щербаков (1992–1994, с 1992 г. – кафедра теории механизмов, деталей машин и прикладной механики); д.т.н., профессор, член-корреспондент Ю.М. Плескачевский (1995–1997, с 1995 г. – кафедра технической физики и теоретической механики); к.т.н., доцент З.Г. Ефремова (1997–2002); к.т.н., доцент А.В. Заворотный (2002–2008); д.т.н., профессор А.О. Шимановский (с 2008 г. по настоящее время).

До недавнего времени в БелГУТ функционировала также кафедра строительной механики, которую с 1986 по 2022 г. возглавлял известный ученый-механик д.ф.-м.н., профессор Э.И. Старовойтов. С сентября 2022 г. после укрупнения она называется кафедрой строительной механики, геотехники и строительных конструкций; заведует ею ученик

Эдуарда Ивановича – д.ф.-м.н., профессор Д.В. Леоненко.

В БелГУТ сложились и успешно развиваются научные школы в области механики деформируемого твердого тела, механики и тепловой динамики фрикционного контакта, динамики и прочности машин, строительных конструкций. Кроме выше-названных ученых в успехи и достижения этих научных школ существенный вклад внесли профессора А.В. Богданович, П.Н. Богданович, Л.А. Сосновский, А.В. Путятю, С.С. Щербаков, А.В. Яровая.

К гомельским школам механиков следует отнести также профессоров В.В. Можаровского, В.П. Ставрова, Г.П. Тарикова, прежде работавших и продолжающих трудиться в Гомельском государственном университете им. Ф. Скорины и Гомельском государственном техническом университете имени П.О. Сухого.

Следующей исторически корректной датой развития механики в Беларуси следует считать 1959 г., когда под руководством доцента В.А. Белого (с 1972 г. – академик) был создан Гомельский филиал лабора-

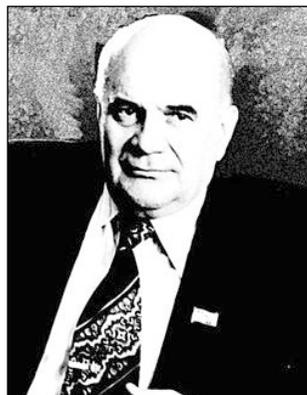
тории прочности и долговечности деталей машин Института машиноведения и автоматизации АН БССР, а затем – Лаборатория технической механики Института математики и вычислительной техники АН БССР (1960 г.). Распоряжением Совета Министров БССР от 30.12.1963 г. на базе Лаборатории технической механики образована первая на Гомельщине самостоятельная академическая организация – Отдел механики полимеров АН БССР. Следующим шагом стало его преобразование в 1969 г. в Институт механики металлополимерных систем АН БССР (ИММС) – до 17 декабря 1992 г., и после 17 мая 2006 г. он был и остается единственным в стране научным учреждением, в названии которого присутствует термин «механика». Институтом руководили академики В.А. Белый (1969–1979) и А.И. Свириденко (1979–1991), член-корреспондент Ю.М. Плескачевский (1991–2002), академик Н.К. Мышкин (2002–2017), в настоящее время – член-корреспондент А.Я. Григорьев. Каждый из этих руководителей в той или иной мере способствовал развитию механики в Беларуси.

Постановлением Президиума Академии наук Беларуси от 17 декабря 1992 г. был создан на правах академического института Научный центр проблем механики машин (НЦ ПММ). Его организатором и первым директором стал академик М.С. Высоцкий. В 1995 г. НЦ ПММ выступил инициатором, разработчиком и головной организацией Государственной программы фундаментальных исследований «Механика», а также Государственной научно-технической программы «Белавтотракторостроение». В 2000 г. данный Научный центр был переименован в Государственное научное учреждение «Институт механики машин НАН Беларуси»; в 2002 г. после слияния с Институтом надежности машин НАН Беларуси образовалось ГНУ «Институт механики и надежности машин НАН Беларуси». Директором был назначен д.т.н. Л.Г. Красневский (член-корреспондент с 2004 г.).

Постановлением Президиума НАН Беларуси от 17 мая 2006 г. на базе Института механики и надежности машин НАН Беларуси и Научно-инженерного республиканского унитарного предприятия



М.С. Высоцкий
(1928–2013 гг.)



В.А. Белый
(1922–1994 гг.)



Б.А. Коловандин
(1938–1998 гг.)



Р.И. Солоухин
(1930–1988 гг.)

«Белавтотракторостроение» НАН Беларуси путем их слияния создано Государственное научное учреждение «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси». Генеральным директором назначен академик М.С. Высоцкий.

Механики – персоналии нашего времени. Членство в академии – важный показатель вклада ученого в развитие заявленного научного направления [7]. Первым механиком, избранным в 1972 г. в действительные члены (академики) по специальности «механика металлополимеров», стал В.А. Белый. В 1977 г. академиком по специальности «механика и газодинамика» избран Р.И. Солоухин. В этом ряду должна быть и фамилия М.С. Высоцкого, избранного в академики в 1989 г. по специальности «машиностроение» (и его личный вклад в создание условий для развития механики в Беларуси, как станет ясно из последующего изложения, весьма высок). В 1991 г. в члены-корреспонденты по специальности «механика металлополимерных систем» был избран Ю.М. Плескачевский, в то время директор Института механики металлополимерных систем НАН Беларуси (ИММС). В 1994 г. действительным членом был избран Б.А. Коловандин, ушедший в мир иной в 1998 г., но остающийся до наших дней единственным механиком-теоретиком – академиком в составе НАН Беларуси по специальности «механика».

В 2014 г. в академики был избран С.А. Чижик – ныне Первый заместитель Председателя Президиума НАН Беларуси, мирового уровня уче-

ный в области микро- и наномеханики поверхностей.

После 1991 г. вакансии в члены-корреспонденты по специальности «механика», к сожалению, не открывались, хотя в стране есть немало ученых-механиков, вполне достойных этого академического звания.

Белорусские вузы, институты, кафедры, лаборатории, развивающие механику. Как отмечено выше, в этом ряду первыми следует назвать БНТУ, Белгосуниверситет, БелГУТ, Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого НАН Беларуси, а также Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, ГНПО порошковой металлургии НАН Беларуси. В разные годы в выполнении фундаментальных и прикладных программ и проектов по механике участвовали ученые и специалисты Гомельского государственного технического университета имени П.О. Сухого, Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, Белорусского государственного технологического университета, Белорусского государственного аграрного технического университета, Могилевского государственного технологического университета и др.

Следует особо отметить период, когда кафедрой теоретической механики в БНТУ на протяжении 28 лет заведовал профессор А.В. Чигарев. Именно Анатолий Власович является инициатором организации в 1994 г. и первым председателем до сих пор единственного в стране специали-

зированного совета по защите докторских диссертаций в области механики деформируемого твердого тела. Кроме того, он инициатор и организатор двух первых Белорусских конгрессов по теоретической и прикладной механике, на протяжении 28 лет – главный редактор издающегося на базе БНТУ международного научно-технического сборника «Теоретическая и прикладная механика» и неформальный председатель оргкомитетов ежегодной международной конференции «Моделирование и инжиниринг механических и мехатронных систем». Монографии, учебные пособия и учебники профессора А.В. Чигарева – существенный вклад в развитие ряда актуальных разделов механики и подготовку научных и инженерных кадров. Полагаю, то же можно сказать о многих выше-названных ученых-механиках.

В 2009 г. по предложению в том числе и автора этих строк в БГУ была открыта первая в Беларуси кафедра биомеханики и нанотехнологий (возглавил ее профессор Г.И. Михасев), начавшая подготовку специалистов 1-й и 2-й ступеней высшего образования, и аспирантура по специальности 01.02.08 – биомеханика (отрасль физико-математических наук).

Глобальные тенденции развития техники и технологий, их конкурентоспособность на мировых рынках все в большей степени связаны с уровнем использования микро-электромеханических систем (МЭМС). Это достаточно новая область приложения сил и возможностей ученых-механиков. Для подготовки инженеров-электромехаников, способных рассчитывать, проектировать

и создавать МЭМС – технически важные объекты микро- и наноразмерного уровня, в БНГУ по предложению академика Б.М. Хрусталева в 2007 г. создана кафедра микро- и нанотехники, которую последующие 14 лет возглавлял Ю.М. Плещачевский. За это время кафедрой подготовлено более 300 инженеров-электромехаников, 7 кандидатов технических и физико-математических наук, 35 магистров. В настоящее время (с 2021 г.) кафедрой заведует академик С.А. Чижик [8].

Сегодня исследования и разработки по проблематике различных разделов механики проводятся в большинстве вузов Беларуси. В то же время в системе НАН Беларуси – лишь одно научное подразделение, содержащее в своем названии термин «механика»: лаборатория механики композитов и биополимеров (Институт механики металлополимерных систем имени В.А. Белого). Создана она в 1998 г. по инициативе автора этих строк, в то время – директора названного института, который и возглавил новое подразделение. С 2000 г. лабораторией заведует известный специалист в области механики композитов, контактной механики и биомеханики к.т.н., доцент С.В. Шилько. О высоком научном уровне проводимых в лаборатории исследований свидетельствуют полученные Ю.М. Плещачевским и С.В. Шилько премии НАН Беларуси (2007 г.), НАН Беларуси и Сибирского отделения Российской АН имени академика В.А. Коптюга (2011 г.), Российской АН и НАН Беларуси (2018 г.), дипломы за монографии по механике Сибир-

ского межрегионального конкурса «Университетская книга-2014», межрегионального конкурса «Книга года: Сибирь-Евразия-2017», Всероссийского с международным участием конкурса имени первопечатника Ивана Федорова (2019 г.).

Развиваемые в Беларуси разделы механики. В вышеуказанных институтах, университетах, на кафедрах и в лабораториях развиваются актуальные разделы теоретической и прикладной механики.

К числу традиционно актуальных можно отнести следующие:

- механика деформируемого твердого тела,
- теоретическая механика,
- механика жидкостей, газа и плазмы,
- механика машин, механизмов и конструкций,
- мехатроника,
- динамика и прочность машин,
- строительная механика,
- механика металлополимерных систем,
- геомеханика,
- технологическая механика.

Достаточно новыми и не менее актуальными можно назвать следующие:

- компьютерная механика,
- биомеханика,
- электромеханика и механика МЭМС,
- микро- и наномеханика,
- механика ауксетиков,
- механика интеллектуальных (умных) структур и систем,
- механика волновых и вибрационных процессов,
- механотермодинамика.

Каждый из указанных разделов механики специалисты смогут «развернуть» так, как это сделал автор для направ-

ления «механика металлополимерных систем» (рис. 1).

Ясно, что приведенная градация направлений и разделов механики не исчерпывающа и в значительной степени условна, не претендует на универсальность, но отражает, по нашему мнению, круг научных интересов отдельных ученых и конкретных сложившихся в Беларуси научных коллективов.

Финансирование исследований и разработок в области механики.

Первопроходцем грантового финансирования науки в Восточной Европе стал Фонд фундаментальных исследований (ФФИ) Белорусской ССР, основанный в мае 1991 г. как государственно-общественная организация. В апреле 1996 г. ФФИ был преобразован в Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований (БРФФИ) [9]. В условиях финансовой нестабильности он смог финансово поддерживать работы многих белорусских научных школ, в том числе и в области механики. Например, в рамках ряда его проектов под руководством тогда д.т.н. С.А. Чижика проведены комплексные исследования физики и механики поверхностей твердых тел, что впоследствии позволило сформировать в стране новую подотрасль приборостроения – атомно-силовые и сканирующие зондовые микроскопы, которые сегодня успешно эксплуатируются в ряде отечественных и зарубежных промышленных и научных центров, используются в учебном процессе.

Грантовая поддержка позволила впервые сформировать

в Беларуси ряд новых научных направлений (механика ауксетиков и адаптивных материалов, биомеханика сердечно-сосудистой и зубочелюстной систем и др.); профинансировать издание монографий, учебников и технических словарей (например, русско-белорусско-немецко-английский словарь по механике [10]); финансово обеспечить проведение первых, ставших впоследствии традиционными, семинаров и конференций по различным разделам механики (например, Белорусские семинары по сканирующей зондовой микроскопии). Таких примеров немало.

Важным источником финансирования исследований и разработок в области механики были и остаются государ-

ственные программы научных исследований. Начиная с 70-х гг. прошлого века Институт механики металлополимерных систем выступал головной организацией по программам фундаментальных исследований, выполнявшихся в отдельные пятилетки под шифрами «Системы», «Поверхность», «Материал». Они содержали значительное количество тем в области механики, исполнителями которых являлись многие академические институты и университеты Республики. Научную координацию программ в разные годы осуществляли В.А. Белый, А.И. Свириденко, Ю.М. Плескачевский.

Государственные программы с шифром «Механика» впервые стали форми-

роваться в Беларуси с приходом в Академию наук в качестве вице-президента М.С. Высоцкого. Именно Михаил Степанович предложил «увязать» в единый комплекс программы фундаментального и научно-технического характера. Приведем их названия полностью:

► Государственная научно-техническая программа «Создать новые модели конкурентоспособных автомобилей, тракторов, дизельных двигателей, выпускаемых ведущими предприятиями машиностроительного комплекса для нужд республики и экспорта» (шифр – «Белавто-тракторостроение») на 1996–2000 гг., а затем и до 2005 г.

► Государственная программа фундаментальных

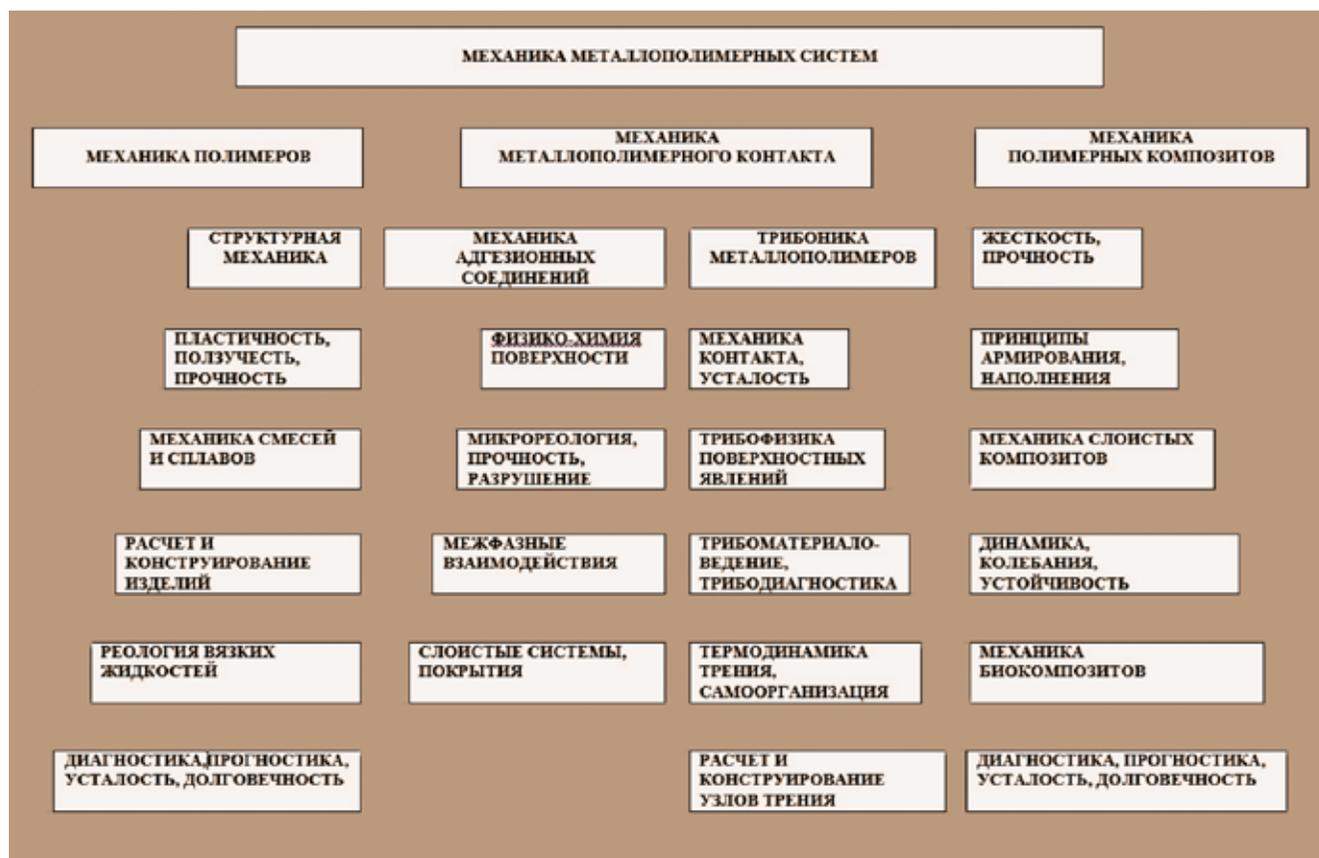


Рис. 1. Структура научного направления «Механика металлополимерных систем»

исследований «Развитие теории и расчета мобильных машин на основе идентификации критических состояний динамических конструкций, компьютерного и физического моделирования комплекса воздействий внешней среды, процессов внутренней динамики» (шифр – «Механика») на 1996–2000 гг. и на период до 2005 г.

В течение 1996–2000 гг. организационная структура выполнения программ совершенствовалась и приобрела вид, представленный на *рис. 2*.

Государственная программа фундаментальных исследований «Механика» стала научной базой Государственной научно-технической программы «Белавтотракторостроение».

В основном в рамках подобной структуры работы по различным разделам механики финансируются до сих пор. Головной организацией по этим

программам в наши дни выступает Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси (научный координатор – генеральный директор ОИМ к. т. н., доцент С.Н. Поддубко).

Отдельные работы научных коллективов и молодых ученых ежегодно поддерживаются финансово в рамках грантов Президента Республики Беларусь.

Республиканские периодические издания по механике.

До 2007 г. в Беларуси отсутствовало периодическое издание в виде специализированного журнала для механиков. В структуре международного научно-технического журнала «Материалы, технологии, инструменты» были два раздела: «механика материалов и конструкций» и «расчеты и моделирование». Но этого стало явно недостаточно. К 2007 г.

в республике широким фронтом развернулись изыскания и разработки в рамках Государственной программы фундаментальных исследований «Механика» и Государственной научно-технической программы «Белавтотракторостроение». Остро ощущалась необходимость в специализированном периодическом издании как информационном сопровождении названных и других близких по тематике программ. Эту идею поддержал директор ОИМ академик М.С. Высоцкий.

Министерство информации Республики Беларусь 5 июня 2007 г. зарегистрировало новый международный научно-технический журнал «Механика машин, механизмов и материалов». Главным редактором журнала был определен М.С. Высоцкий, его заместителями Ю.М. Плескачевский и П.Л. Мариев, ответственным

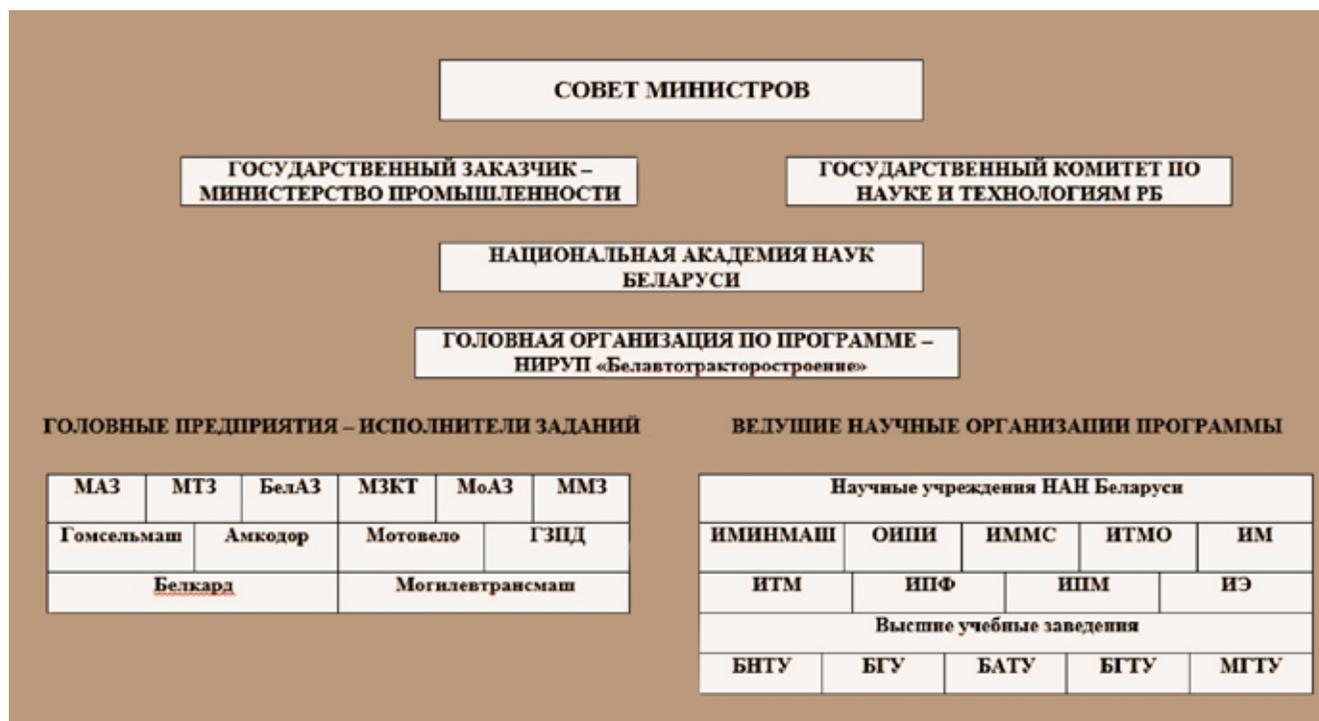


Рис. 2. Организационная структура ГНТП «Белавтотракторостроение» на 2001–2005 гг.

секретарем О.М. Еловой. В состав редколлегии и международного редсовета вошли наиболее авторитетные ученые – специалисты в области механики материалов, конструкций, механизмов и машин из Беларуси и ряда зарубежных государств. Первый номер журнала увидел свет 15 октября 2007 г. тиражом 500 экземпляров. С тех пор он выходит 4 раза в год, являясь авторитетным и единственным в нашей стране специализированным академическим изданием по широкому спектру фундаментальных и прикладных проблем и задач механики [11]. В настоящее время его главным редактором является генеральный директор ОИМ к.т.н., доцент С.Н. Поддубко.

Конгрессы и конференции. Первых два Белорусских конгресса по теоретической и прикладной механике («Механика-95» и «Механика-99») состоялись на базе Белорусской государственной политехнической академии (теперь БНТУ) по инициативе заведующего кафедрой теоретической и прикладной механики БГПА профессора А.В. Чигарева при активной поддержке вице-президента НАН Беларуси академика М.С. Высоцкого. Труды обоих конгрессов были изданы на базе Института механики металлополимерных систем НАН Беларуси. В последующие 8 лет по разным причинам конгрессы не проводились. Рубежом стал 2007 г., в котором ОИМ отмечал 50-летие. Предложение о возрождении традиции проведения белорусских конгрессов по механике, но уже на базе ОИМ в рам-

ках мероприятий по празднованию юбилея института М.С. Высоцкий поддержал безоговорочно. Программа пленарных и секционных заседаний конгресса «Механика-2007» выглядела весьма представительно. Столь же высокий уровень представительства был обеспечен и на конгрессе «Механика-2009». С тех пор Белорусские конгрессы по механике ОИМ проводит регулярно каждые три года [11], а с 2008 г. – также международную научно-техническую конференцию «Инновации в машиностроении» с изданием докладов в сборнике «Актуальные вопросы машиноведения», первый выпуск которого вышел в свет в декабре 2012 г.

На базе БНТУ ежегодно с 1969 г. проходит международная конференция «Моделирование и инжиниринг механических и мехатронных систем», а также республиканский научно-методический семинар «Применение методов компьютерной механики в инженерии, науке, образовании». Организовано 9 международных научно-технических конференций «Теоретическая и прикладная механика» с публикацией материалов докладов (по рекомендации оргкомитетов) в одноименном международном научно-техническом сборнике (основан в 1975 г., с 2023 г. издается в статусе журнала).

В 2003 г. состоялась международная научно-техническая конференция «Механика машин: теория и практика» (организаторы – Институт механики и надежности машин совместно с Отделением физико-технических наук НАН Беларуси и НИРУП «Белавто-тракторостроение» НАН

Беларуси). Заметным событием в жизни механиков Беларуси стала проведенная в 2013 г. на базе БГУ по инициативе профессора Г.И. Михасева международная конференция «Теория оболочек и мембран в механике и биологии: от макро- до наноразмерных структур», труды которой были опубликованы в издательстве «Springer».

Подготовка научных кадров.

Номенклатура специальностей научных работников Республики Беларусь по разделу «01.02.00 – механика» предусматривает возможности подготовки и защиты докторских и кандидатских диссертаций по физико-математическим и техническим наукам по следующим специальностям:

- 01.02.01 – теоретическая механика;
- 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела;
- 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы;
- 01.02.06 – динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры;
- 01.02.08 – биомеханика.

В Беларуси в настоящее время действуют следующие советы по защите диссертаций:

– **Совет Д.02.05.07** при БНТУ по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела; председатели в разные годы – профессора А.В. Чигарев и Ю.В. Василевич (за прошедшее десятилетие защищено 3 докторских и 15 кандидатских диссертаций);

– **Совет Д.01.15.01** при ОИМ по специальности 01.02.06 – динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры; председатели в разные годы – член-корреспондент О.В. Берестнев, академик М.С. Высоцкий,

профессор В.И. Моисе-
енко и член-корреспондент
Л.Г. Красневский (всего защи-
щено 20 докторских и 147 кан-
дидатских диссертаций);
– **Совет К.02.27.01** при
БелГУТ по специальности
01.02.04 – механика деформиру-
емого твердого тела; председа-
тель – профессор Э.И. Старовой-
тов (всего защищено 25 кан-
дидатских диссертаций).

Аспирантура и докторан-
тура по подготовке ученых-
механиков функционируют
при Белгосунiversитете,
БНТУ, ОИМ, БелГУТ, ИММС,
ГГУ им. Ф. Скорины и др.

**Международная олимпиа-
да по теоретической меха-
нике.** Организатором олимпиа-
ды является БелГУТ, кафедра
технической физики и теорети-
ческой механики, которой заве-
дует профессор А.О. Шиманов-
ский. Олимпиада проводится
ежегодно с 2005 г. с публика-
цией задач и итогов конкурсов
в сборнике «Механика. Иссле-
дования и инновации», вклю-
чает лично-командный кон-
курс и командный «Брейн-ринг».
Традиционно в ней прини-
мают участие 100–130 студен-
тов из 30–35 вузов Беларуси,
России, Китая, Польши, Шве-
ции, Турции, Израиля и других
государств. Победители олим-
пиады награждаются дипло-
мами и ценными подарками.

**Представительство в зару-
бежных изданиях, советах,
комитетах, обществах.** Призна-
нием вклада белорусских уче-
ных в развитие механики явля-
ется включение их в составы
редколлегий и редсоветов сле-
дующих зарубежных изданий
(в скобках указаны учредители
и белорусские ученые, входив-

шие ранее и входящие в настоя-
щее время в названные составы):

- *Mechanics of Composite Materials (Латвия, Инсти-
тут механики полимеров:*
В.А. Белый, О.Р. Юркевич,
Ю.М. Плещачевский,
Г.И. Михасев);
- *Механика композицион-
ных материалов и кон-
струкций (Россия, Инсти-
тут проблем механики*
РАН: Э.И. Старовойтов);
- *Вестник Санкт-
Петербургского государствен-
ного университета. Мате-
матика. Механика. Астроно-
мия (переводится в Springer*
как «Vestnik St. Petersburg
University, Mathematics»,
Россия: Г.И. Михасев);
- *Mathematics and Mechanics of*
*Solids (SAGE, США: Г.И. Миха-
сев – приглашенный*
редактор);
- *International Journal*
of Modern Studies in
Mechanical Engineering
(Индия: Г.И. Михасев);
- *American Journal of*
Mechanics and Applications
(США: С.В. Шилько);
- *Вестник Саратовского*
*университета. Матема-
тика и механика (Рос-
сия: Э.И. Старовойтов);*
- *Российский журнал биоме-
ханики (Пермский наци-
ональный исследователь-
ский политехнический уни-
верситет: Ю.М. Плещачевский, С.В. Шилько).*

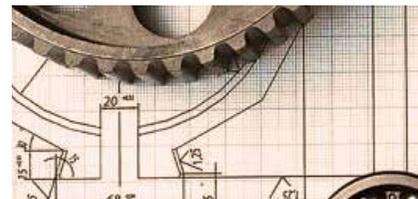
Ряд отечественных ученых
избраны в различные зарубеж-
ные научные сообщества: мно-
гие – в Российский националь-
ный комитет по теоретиче-
ской и прикладной механике;
М.А. Журавков – в Евразийскую
и Российскую академии гор-
ных наук; С.В. Шилько – в Евро-
пейское общество биомеха-

ников; в EUROMECH входят
В.В. Можаровский и Г.И. Миха-
сев; в Международную федера-
цию по содействию развитию
науки о механизмах и маши-
нах – А.Я. Григорьев, М.М. Канэ,
В.Е. Старжинский, С.В. Шилько.

Естественно, вышеприведен-
ные списки не всеобъемлющи,
но убедительно демонстри-
руют признание заслуг бело-
русских механиков мировой
научной общественностью. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Наука Беларуси в XX столетии / Нац. акад. наук Беларуси; ред. кол. Н.А. Борисевич [и др.]. – Минск, 2001.
2. Национальная академия наук Беларуси: Энцикл. справ. / Нац. акад. наук Беларуси: ред.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2017.
3. Белорусская академическая наука. 100 лет / под ред. В.Г. Гусакова. – Минск, 2022.
4. Довнар-Запольский М.В. История Беларуси / М.В. Довнар-Запольский. – 4-е изд. – Минск, 2016.
5. Ученые, прославившие Беларусь / Нац. акад. наук Беларуси, сост.: М.П. Ахремчик [и др.]; ред. кол.: В.Г. Гусаков [и др.] – Минск, 2017.
6. Гомельщина научная / сост. Ю.М. Плещачевский. – Гомель, 2020.
7. Национальная академия наук Беларуси: персональный состав, 1928–2018 / сост.: О.А. Гапоненко Н.Н. Костюкович; редсовет: В.Г. Гусаков [и др.] – Минск, 2018.
8. Люцко К.С. К истории подготовки инженерных кадров в области микросистемной техники в БНТУ / Люцко К.С., Сервачинский И.Ю., Сернов С.П., Щербакова Е.Н. // Приборостроение-2022: Матер. 15 МНТК (16–18 ноября 2022 года) – Минск: БНТУ. С. 453–454.
9. Первопроходец белорусского конкурсного финансирования науки (БРФФИ: 1991–2006) / Белор. респ. фонд фундаментальных исследований; под общ. ред. В.А. Орловича. – Минск, 2007.
10. Плещачевский Ю.М. Русско-белорусско-немецко-английский словарь по механике / Ю.М. Плещачевский, С.В. Шилько, В. Тамуж, К. Цируля. – Минск, 2005.
11. Ю.М. Плещачевский. Конгресс и журнал: история, факты, имена // Механика машин, механизмов и материалов. 2022. №3 (60). С. 11–12.



ПОЧИТАТЕЛИ СОЛНЦА



Анатолий КУЛАК, ведущий научный сотрудник лаборатории наземных беспозвоночных животных НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, кандидат биологических наук

Во время совместной российско-белорусской экспедиции в горы Тянь-Шаня в 2005 г. произошла сенсация. Был обнаружен новый, весьма необычный вид бабочки, чем-то напоминавший два других, знаменитых на весь мир и чрезвычайно ценимых коллекционерами. Разумеется, ученые были в неописуемом восторге. Никто и представить не мог, что в XXI веке все еще остались не известные науке сородичи этих бабочек. А им посчастливилось открыть вид одного из самых прекрасных обитателей нашей планеты, да еще – в ее труднодоступной части!

Бабочки... Сочетание узора, расцветки и формы крыльев этих созданий делают их одними из самых изящных и нежных творений в животном мире, приносящих эстетическое наслаждение от созерцания и вдохновляющих людей на шедевры творчества. Именно благодаря своей красоте бабочки – любимый объект коллекционирования и изучения энтомологов – ученых, связавших свою профессиональную деятельность с насекомыми. Но и среди крылатых красавиц есть свои «жемчужины», которые, к слову, ценятся не меньше редкостных ювелирных украшений. О некоторых из них, а именно о бабочках-аполлонах, и пойдет речь ниже.

Из мифов да в науку

Прекрасная крупная бабочка – обыкновенный аполлон (*Parnassius apollo* Linnaeus, 1758) (рис. 1), как и подавляющее большинство его сородичей, практически по всему ареалу тяготеет к горам. Данная особенность аполлонов отражена в их научном родовом названии (*Parnassius*, лат.). Парнас – часть горного массива, расположенного в Греции. Согласно древнегреческой мифологии именно эта гора является обителью Аполлона – бога солнца и красоты. Одна из крупнейших

дневных бабочек Европы, украшенная по чисто-белому фону черными пятнами, а на задних крыльях – и крупными красными пятнами с белым зрачком, окантованными черным кольцом, по величию и красоте, несомненно, может считаться божественным Аполлоном в мире европейских бабочек. Прозрачная периферийная зона на крыльях добавляет аполлону загадочности, будто он и вправду прилетел из эфемерного мира. Вслед за этим видом так стали называть и остальные близкородственные ему виды, хотя некоторые из них, как, например, мнемозина (*P. mnemosyne* Linnaeus, 1758) и аполлон Штуббендорфа (*P. stubbendorfi* Ménétrière, 1849), выглядят простушками-белянками. Кстати, этот вид назван в честь богини памяти Мнемозины – дочери Урана и Геи, матери девяти муз.



Рис. 1. Бабочка аполлон обыкновенный

Связь с солнцем у аполлонов отнюдь не мифическая – бабочки активны только в солнечную погоду, и даже негустая облачность, на непродолжительное время прикрывающая дневное светило, прерывает их лет.

Суровая «колыбель»

Аполлоны распространены преимущественно в Азии, и лишь несколько видов обитает в Европе и на западе Северной Америки (рис. 2). Большинство этих удивительных созданий встречается в горах – величественном каменном царстве, манящем, как птица сириш, но так часто неприветливо принимающем людей. Некоторые виды аполлонов заселяют горы до границы вечных снегов и льдов, где из людей могут пребывать только опытные альпинисты в специальном снаряжении. Например, аполлон Ханнингтона (*P. hanningtoni* Avinoff, 1916) обитает в окрестностях самого Эвереста, на высоте до 6000 м над уровнем моря!

Невероятно холодные зимы и жаркое лето, пугающие перепады суточных температур, стремительно меняющаяся погода, порой суровая даже в теплое время года, землетрясения, снежные лавины, ледники,



Рис. 2. Аполлон номион (Китай)

оползни и камнепады, разрушающие все на своем пути, – это и есть «колыбель» аполлонов! Вот они носились вдоль отвесных скал и каменистых обрывов в жарких лучах солнца, а спустя пару часов цепенеют под слоем внезапно нахлынувшего снегопада – и это норма.

Вот как описывал Леонид Каабак (1934–2021), доктор химических наук, член российского энтомологического общества, условия обитания аполлона *P. charltonius anjuta* Ju Ju Stshetkin & Kaabak, 1985, которого он обнаружил в высокогорьях Восточного Памира и назвал в честь своей матери: «Средняя температура июля не превышает здесь 8 градусов по Цельсию, в июне она обычно ниже 0 градусов [...]. Оказалось, выход ее (анюты – авт.) из куколки определяется первым приходившимся на период ее лёта снегопадом [...]. Если анюта не вылетит из куколки за несколько дней до него, она может просто исчезнуть с лица Земли».

Поэтому поиск многих видов аполлонов зачастую требует мужества и выносливости. Бабочки ценою в жизнь...

Поспешили подвести черту

Аполлоны всегда находились в центре внимания как ученых, так и страстных коллекционеров. Согласно одной из новейших сводок по аполлонам (Корб, 2012), их известно 72 вида, хотя по систематике данной группы до сих пор ведутся жаркие дебаты. К началу XX в. многие энтомологи считали, что все виды этого рода уже открыты, но мнение о стопроцентной изученности их распростране-

ния оказалось слишком самоуверенным. Еще недостаточно в то время были исследованы ущелья и склоны высокогорий Азии.

В суровых условиях высокогорий температурный режим и увлажнение даже близко расположенных, но имеющих разную экспозицию мест различаются очень сильно, из-за чего благоприятные для горных бабочек участки зачастую невелики по площади. Высокая активность солнечной радиации в горах действует как «катализатор» видообразования. Скажется и то, что для аполлонов характерна узкая пищевая специализация гусениц. Поэтому каждый вид этих бабочек тяготеет к месту произрастания «своего» растения. Все это обуславливает крайнюю спорадичность, разбросанность мест обитания аполлонов и, следовательно, трудности в их обнаружении.

Уже в 1901 г. на обрывистых склонах красивейшего в мире горного пика Хан-Тенгри (что означает «повелитель духов»), расположенного на границе Казахстана и Киргизии, на высоте около 3000 м над уровнем моря был найден прекрасный, белоснежный, украшенный мелкими черными, оранжево-красными и синими пятнышками аполлон локсис (*P. loxias* (Püngeler, 1901)). Всего лишь десятилетие спустя в горах все того же Тянь-Шаня на высоте около 4000 м был открыт другой высокогорный вид – аполлон патриций (*P. patricius* (Niepelt, 1911)). В те же годы А.Н. Авинов (1884–1949), большой знаток бабочек и лучший специалист по ним в России тех времен, из труднодоступных высокогорий Памира, Гималаев и Тибета описал целых 4 вида аполлонов: *P. kiritshenkoi* Avinoff, 1910, *P. jacobsoni*

Фото из сети Интернет



Фото автора

Рис. 3. А) самка аполлона автократора; Б) императорский аполлон

Avinoff, 1913, *P. maharaja* Avinoff, 1916, *P. hanningtoni* Avinoff, 1916.

Такому стремительному успеху в выявлении новых видов бабочек содействовал великий князь Николай Михайлович Романов (1859–1919) – дядя последнего русского царя Николая II. Он сыграл одну из ключевых ролей в становлении российской лепидоптерологии (науки, специализирующейся на изучении именно бабочек). Располагая недюжинными финансовыми возможностями, великий князь смог привлечь к сборам бабочек наиболее титулованных натуралистов, многократно организовывал научные экспедиции в разные части Российской империи и другие страны, проводил сборы бабочек самостоятельно. В 1881 г. Николай Михайлович заступил на должность президента Русского энтомологического общества. В 1900 г. он подарил свою коллекцию, состоящую из более чем 100 тыс. экземпляров, Зоологическому

музею Императорской академии наук в Санкт-Петербурге.

Полцарства за «бабочку-мечту»!

Самка аполлона из окрестностей поселка Ванча, что на Западном Памире, переданная Авинову сборщиком А. Гольбеком, была поистине необычным экземпляром, абсолютно не похожим на остальных известных сородичей. Его посчитали подвидом чарльтониуса (*P. charltonius* Gray, 1853), с которым он имел отдаленное сходство. На каждом заднем крыле этой великолепной бабочки вместо цепочки «чарльтониусных» красных пятен на темном фоне выступало по одному огромному (на всю ширину крыла!) оранжевому пятну, обрамленному снаружи черно-синими глазками (рис. 3). Желая подчеркнуть великолепие и величие «подвида», его назвали автократором, что в переводе с латинского означает «самодержец», «император», «единолично владеющий властью».

Лишь во второй половине 30-х гг. прошлого столетия в горах Афганистана были отловлены абсолютно уникальные по расцветке самцы автократора, после чего эта бабочка была признана самостоятельным видом.

Но до этого долгие годы богатые коллекционеры предлагали огромные деньги (вплоть до стоимости целых поместий) за экземпляр желанного автократора, или «бабочки-мечты», как ее тогда стали называть. Нездоровый ажиотаж на высокогорный раритет возымел и нездоровые последствия. В смутные для России годы,

когда Авинов вынужден был эмигрировать в США, а его коллекция была передана в Зоологический музей в Петрограде (название Санкт-Петербурга в 1914–1924 гг.), единственный на весь мир экземпляр самки автократора был выкраден и вывезен за границу. Однако на Дрезденском аукционе в Германии в 1928 г. то ли тот самый экземпляр автократора, то ли другой был выставлен для всеобщего обозрения. Эта сенсация привлекла внимание как специалистов и любителей, так и общественности. Разразился международный скандал, и решение о возврате бабочки в СССР принималось на правительственном уровне двух государств!

После этого богатые коллекционеры, мечтавшие увидеть автократора в личных коллекциях, с двойным азартом ринулись на поиски «бабочки-мечты». «Железный занавес» для иностранцев со стороны СССР закрывал им возможность попасть в место поимки автократора на Памире, указанное Авиновым, и ловцы отправились искать желанную бабочку в горы соседнего Афганистана.

Одним из таких энтузиастов был немецкий лепидоптеролог и путешественник Ганс Котч (1901–1950), после посещения вышеупомянутого аукциона просто заболевший автократором. В 1936 г. вместе с женой он отправился в пограничные с СССР горные районы Афганистана, где его ждала небывалая удача. «Бабочка-мечта» для Котча стала реальностью, лежащей в его походном рюкзаке в большом количестве! Поиманные бабочки доставили Котчу не только эйфорическую радость, но также славу (нало-

вив самцов, именно Котч доказал видовую самостоятельность автократора) и немалые деньги.

Видимо, во избежание конкуренции Котч не оставил подробных описаний своего путешествия за автократором. Тем не менее в 1963 г. новое поколение фанатов, теперь уже японцев, последовало по предположительному маршруту Котча. Мечты всегда витают высоко, но эта! В горах Гиндукуша, соединяющегося отрогами с памирской «колыбелью» автократора, на суровом, почти пустынном высокогорье (около 3500 м над уровнем моря) они обнаружили целую «Долину автократора» и его кормовое растение – хохлатку с желтыми цветками.

Однако на территории СССР повторно найти автократора удалось лишь в конце 1970-х гг. И опять же, речь идет о высотах, где эйфория возникает уже не столько от созерцания величия природы, сколько от кислородного голодания. Помимо обнаружения популяции в месте поймки первой «легендарной» самки автократора, его представителей нашли вблизи высокогорного Сарезского озера. Впоследствии, опираясь на данные ботаников о местах произрастания потенциального кормового растения автократора (еще одного вида хохлатки с желтыми цветками), энтомологам удалось обнаружить «бабочку-мечту» и в других районах Памира.

В наше время коллекционерам, которым «самодержец» вскружил голову, нет необходимости ее терять в рискованных путешествиях – на всемирной торговой площадке *eBay* каче-

ственная пара этих прекрасных бабочек теперь стоит около 500 американских долларов.

Тайны гор

Как ни парадоксально, открытия мира аполлонов продолжали поражать своей невероятностью и во второй половине XX в. Например, в конце 1960-х гг. на северо-востоке России удалось обнаружить одного из самых «экстремальных» и просто крошечного – арктического аполлона (*P. arcticus* (Eisner, 1968)). Своими размерами он сопоставим с некоторыми нашими голубянками, представители которых являются самыми мелкими дневными бабочками. Длина переднего крыла арктического аполлона составляет всего 20 мм! Отважные карлики приспособились обитать рядом с царством снега и льда – недалеко от полярного круга на высоте около 1500 м над уровнем моря. Этот вид – узкий эндемик гор Яно-Колымского водораздела, и в Республике Саха (Якутия) он объявлен национальным достоянием, а за его поймку установлен штраф в 40 тыс. долларов!

И вот – совсем недавняя сенсация! Пожалуй, еще более впечатляющая, чем находка автократора. Летом 2005 г. в ходе совместной российско-белорусской экспедиции на Тянь-Шане (хребет Молдо-Тоо) на высоте 2500 м был найден новый крупный и эффектный вид аполлона, по облику – ближайший родственник знаменитых автократора, чарльтониуса и локсиаса! Организатор этой экспедиции, известный российский энтомолог Сергей Чуркин, назвал его аполлоном Давыдова (*P. davydovi*



фото В. Пестнева



фото из сети Интернет

Рис. 4. Аполлон Давыдова

Churkin, 2006) (рис. 4). Первооткрыватели были на грани помешательства, поскольку никто из них всерьез не мог и вообразить, как, впрочем, и любой другой здравомыслящий бабочкист XXI в., что в природе существует подобное чудо, которое еще никому не попадалось на глаза. Ведь Тянь-Шань ежегодно бороздят многочисленные экспедиции энтомологов. Тем более, что место типовой серии аполлона Давыдова находится довольно близко к самой густонаселенной и трансформированной части Средней Азии – Ферганской долине. Удивительно и то, что в месте обитания бабочка оказалась не такой уж и редкостью – за пару дней было обнаружено около 40 экземпляров (на рис. 5 представлены фото из экспедиции).

Однако некоторое объяснение столь удивительной находке все же можно дать. Ферганская долина – это огромная



Рис. 5. Хребет Молдо-Тоо: А) ущелье р. Арумбаш; Б) серпантин на горном склоне. Фото участника научной экспедиции В. Плетнева

межгорная впадина протяженностью в 300 км и сравнимая по площади с Гродненской областью. Долина окружена высокими горными хребтами, возвышающимися над ней на километры. Поэтому климатические условия этого изолята сильно отличаются от условий соседних территорий гораздо большей мягкостью. Уже в марте здесь всюду цветут сады. Для фауны и флоры Ферганской долины даже сейчас, при ее сильнейшей сельскохозяйственной освоенности, характерна очень высокая степень эндемизма. Кроме того, что это следствие длительной геоло-

гической изоляции, это означает и то, что ее территория могла быть рефугиумом для биоты в суровое время последнего плейстоценового оледенения (20 000–12 000 лет назад).

Согласно исследованиям палинологического состава отложений Ферганской долины, проведенным узбекским ботаником Раисой Халмухамедовой, плейстоцен-голоценовая история данной территории весьма богата на различные изменения климата и растительности. Не исключено, что во время плейстоценового оледенения Ферганская долина послужила биоценотическим убежищем

и для аполлона Давыдова, который в голоцене по мере аридизации климата и обратного смещения растительных зон вверх по горам поднялся из долины на 2–3 км вслед за микроклиматическими условиями, комфортными для кормового растения его гусениц – хохлатки ковакской. Кстати, эта хохлатка, как еще один новый вид на нашей планете, была описана именно благодаря начавшемуся исследованию биологии аполлона Давыдова и тоже является эндемиком Кыргызстана.

Генетика в помощь

Исследования в современной зоологии невозможно представить без молекулярно-генетических методов. Особенно это касается энтомологии, изучающей разнообразие насекомых – класса живых организмов, по видовому богатству оставившего далеко позади себя всех остальных животных, вместе взятых. Особенно актуальны исследования генома при описании новых таксонов, включая феномен различий на популяционном уровне. Ведь при более чем миллионном видовом разнообразии среди насекомых встречается немало видов, внешне не отличимых друг от друга, вплоть до их принадлежности к разным семействам. И наоборот, их внутривидовая изменчивость зачастую настолько «зашкаливает», что изначально у некоторых видов самцы и самки были описаны как разные виды! Сейчас же с помощью ДНК-методов разобраться в этом «хаосе» гораздо проще.

Внутривидовая филогеография (*intraspecific phylogeography*) может оценить географическое

распределение (растекание) внутривидовых генных потоков по ареалу вида. Так, на основании анализа ДНК-штрихкодирования в 2020 г. российскими исследователями во главе с Романом Яковлевым была описана как самостоятельный подвид (а не как самостоятельный вид, или как номинатив вида) изолированная популяция арктического аполлона из гор Момского хребта (северо-восток Саха, Якутия) – *P. arcticus arbugaevi* Yakovlev & Shapoval, 2020.

Но многие спорные вопросы относительно систематики таинственных горных аполлонов с помощью генетики еще предстоит разрешить. Не исключение и *P. dongalaicus* Tytler, 1926, собранный офицером британской индийской армии, а по натуре – страстным натуралистом Гарри Кристофером Титлером (1867–1939). Уже более столетия его находка бередит умы энтомологов относительно систематического положения того экземпляра самки, собранного «на пути к горе Эверест».

Видимо, горы таят еще немало больших и маленьких открытий для любителей аполлонов.

Под защитой Красной книги

На карте мира области распространения многих видов аполлонов по площади сопоставимы с маленькой кляксой. Для сравнения, большинство наших местных видов бабочек заселило и Европу, и Азию, причем на тысячи километров в широтном направлении. Учитывая своеобразие условий обитания аполлонов, становится понятным, почему они уяз-

вимы и почему многие их виды включены в Красные книги. Это относится даже к таким широко распространенным видам, как упомянутые выше обыкновенный аполлон и еще более обычный в Европе черный аполлон, или мнемозина (рис. 6).

Черный аполлон в Беларуси локально распространен по всей территории, а местами на лугах вдоль небольших лесных рек даже не редок. Без сомнения, главными причинами сокращения численности и исчезновения отдельных популяций мнемозины стало изменение среды ее обитания из-за хозяйственного освоения территорий: уничтожения лесов, распашки и застройки лугов, осушения болот, спрямления русел малых рек. После этого отдельные островные популяции легко уходили в небытие из-за перевыпаса скота, интенсивного сенокоса, а в настоящее время, при упадке традиционного уклада жизни сельских жителей, – из-за зарастания лугов.

Обыкновенный аполлон если и обитал раньше на территории нашей страны, то давно вымер. Ближайшая от нас точка поимки обыкновенного аполлона находится в Псковской области России приблизительно в 20 км от Беларуси. Именно там в 1916 г. энтомологом-любителем Петром Доновым (1887–1973) был пойман 1 экземпляр этой прекрасной бабочки. К сожалению, большинство равнинных популяций обыкновенного аполлона на просторах Европы исчезло, как, например, почти по всей Польше, в Смоленской, Московской, Ярославской, вероятно, Ленинградской и Воронежской областях России. Причиной этого могло быть потепление климата в XX в. после так называемого малого лед-



Рис. 6. Мнемозина

никового периода XIV–XIX вв.: ведь многие аполлоны – это криофильные (от греч. κρύος – холод) экстремалы!

И если широко распространенные виды аполлонов так реагируют на изменения условий обитания, то тем более – горные узколокальные аполлоны. Площадь единственного известного местообитания *P. charltonius anjuta* на Восточном Памире, «заброшенного» на 4200 м, составляет всего лишь около 25 га. Пара неудачных по погоде лет подряд – в довесок к широко распространенной в отношении аполлонов варварской, алчной добыче со стороны коммерциализированных энтомологов – вполне могут вычеркнуть и эту жемчужину поднебесий из перечня обитателей нашей планеты.

Если вам посчастливится когда-нибудь увидеть замечательных аполлонов в природе, медленно подберитесь поближе и полюбуйтесь их грациозным полетом, понаблюдайте за тем, как они погружают свои черные хоботки в нектароносные цветки, как, извозюкавшись в желтой пыльце, загорают под «жестким ультрафиолетом» пылающего лета. Однако не будем забывать, что защитить эти уязвимые создания сможет не покровительство мнимых бога Аполлона и богини Мнемозины, а мы с вами, любящие свой край всем сердцем. 🇧🇪

МОНИТОРИНГ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА В БЕЛАРУСИ И ЕГО РОЛЬ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 502.175:[502.211:582](476)

Александр Судник,

зав. лабораторией оптимизации и мониторинга экосистем Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, кандидат биологических наук, доцент

Ирина Вознячук,

ведущий научный сотрудник лаборатории оптимизации и мониторинга экосистем Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, кандидат биологических наук, доцент

Наталья Грищенко,

ведущий научный сотрудник лаборатории оптимизации и мониторинга экосистем Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, кандидат географических наук, доцент

Александр Пугачевский,

зав. лабораторией проблем экологии леса и дендрохронологии Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, кандидат биологических наук

Последние десятилетия, ставшие переломными для человечества в социально-политическом и технологическом отношениях, принесли с собой множество изменений и в сферу природопользования и охраны природы. Существующие тенденции подтверждают необходимость системы наблюдений за состоянием окружающей среды, в том числе ее важной составляющей – растительного мира. Его трансформация, невзирая на заметное снижение уровня техногенного воздействия на леса, болота, луга, водоемы за последние 25–30 лет, продолжается в результате изменения климата, глобализации, расширения транспортной инфраструктуры, инвазий чужеродных организмов, изменений в структуре землепользования, гибели лесов. И эти процессы, различные по интенсивности, масштабам, направленности, требуют постоянного наблюдения и своевременного реагирования на их негативные проявления.

Экологический мониторинг стал одним из главных инструментов контроля состояния природных экосистем, и в частности растительности, в целях прогноза их развития и изменений под воздействием природных и антропогенных факторов, обеспечения государственных органов, заинтересованных юридических лиц, общественности полной, досто-

верной и своевременной информацией в области сохранения биоразнообразия и его рационального использования.

В нашей стране экологический мониторинг проводится в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС), которая в 2023 г. отмечает свое 30-летие. Организацию и координацию этой работы осуществляет Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды), а одним из ее видов является мониторинг растительного мира (МРМ) [1].

Он представляет собой целостную взаимосвязанную упорядоченную систему наблюдений за динамикой состояния как отдельных объектов растительного мира, так и среды их произрастания. Получаемые данные – основа для прогноза их потенциальных изменений с учетом природных и антропогенных факторов. Важнейшая функция данного вида мониторинга состоит в своевременном выявлении негативных тенденций для разработки и обоснования комплекса мероприятий по снижению уровня антропогенного воздействия, предотвращению расширения зон экологического риска.

История развития. Работы по МРМ проводятся в Беларуси с 1998 г. Первые 5–7 лет были посвящены



Кандидат биологических наук И.П. Вознячук маркирует место наблюдения за охраняемыми видами растений



Доктор биологических наук И.М. Степанович закладывает пункт мониторинга луговой растительности



Кандидат географических наук Н.Д. Грищенкова и И.А. Рудаковский отслеживают изменения водной растительности



Кандидат биологических наук А.В. Судник и Р.М. Голушко оценивают состояние защитных древесных насаждений

разработке концепции и системы мониторинга, методов, критериев оценки и показателей состояния растительности, информационного обеспечения, поиску и обоснованию источников финансирования. В этот период разработаны и приняты основные правовые акты, регулирующие порядок функционирования МРМ в составе НСМОС [1–4], создан Информационно-аналитический центр мониторинга растительного мира, преобразованный в 2016 г. в Информационно-аналитический центр мониторинга растительного мира и комплексного монито-

ринга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях (ИАЦ МРМ и КМЭ ООПТ). Для обеспечения сбора, обработки, анализа и представления данных разработаны порядок и механизмы информационного обмена между системой МРМ и всей системой НСМОС (рис. 1).

Практические работы по развертыванию сетей наблюдений и проведению полевых работ начались с 2000 г. в рамках первой Государственной программы Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь на 1997–2005 гг.

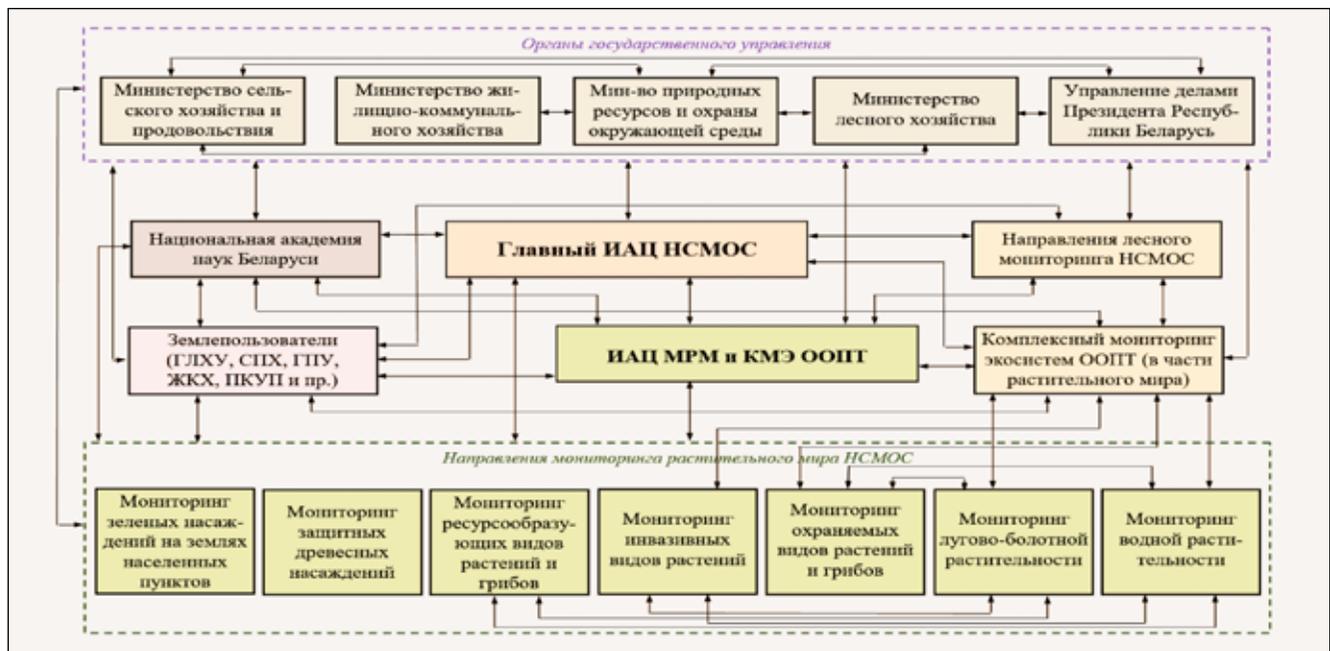


Рис. 1. Схема организационных и информационных связей в подсистеме НСМОС «Мониторинг растительного мира»



Рис. 2. Направления мониторинга растительного мира в структуре НСМОС

(в настоящее время работы по МРМ ведутся уже в рамках пятой госпрограммы, обеспечивающей проведение и развитие НСМОС в 2021–2025 гг.).

Мониторинг изначально включал систему наблюдений за состоянием лесной, водной, луговой растительности. Впоследствии по мере принятия ряда новых законов в сфере обращения с растительным и животным миром, особо охраняемыми природными территориями, новых лесного, земельного, водного кодексов, уточнения и разделения функций органов государственного управления система мониторинга была оптимизирована и в ходе ряда реорганизаций приведена к ее современной структуре.

В результате проведение мониторинга лесов возложено на Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь, а остальных направлений мониторинга растительного мира – на Национальную академию наук Беларуси [4]. С 2006 г. в систему наблюдений включены новые направления: мониторинг охраняемых видов растений и грибов, а также ресурсобразующих видов ягодных растений и съедобных грибов; с 2007 г. отдельно отслеживается состояние защитных древесных насаждений и зеленых насаждений на землях населенных пунктов; с 2011 г. проводится наблюдение за инвазивными видами растений (рис. 2).

Порядок проведения. Проведение МРМ возложено на НАН Беларуси в соответствии с Законом Республики Беларусь «О растительном

мире» (ст. 67) [4], Положением о порядке проведения в составе НСМОС мониторинга растительного мира и использования его данных (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14.04.2004 г. №412 в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь от 25.10.2011 г. №1426) [2]. Инструкция о порядке проведения мониторинга растительного мира в составе НСМОС (утверждена постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 12.10.2012 г. №52) [5] определяет порядок проведения работ, количество и места расположения пунктов наблюдений МРМ, технологию его организации и проведения, перечень обязательных параметров наблюдений, организации, осуществляющие мониторинг, порядок и сроки представления его результатов. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе НСМОС утверждена постановлением Бюро Президиума НАН Беларуси от 27.07.2009 г. №405 [6].

В системе МРМ действуют постоянные пункты наблюдений, ключевые участки и мониторинговые маршруты, соответствующим образом оборудованные, задокументированные и обозначенные на местности.

Совокупность пунктов наблюдений по каждому из направлений МРМ образует сеть мониторинга по данному направлению, которые все вместе, в свою очередь, составляют сеть мониторинга растительного мира Республики Беларусь (рис. 3).

Количество и местонахождение пунктов наблюдений МРМ определяются отдельно по каждому направлению мониторинга, исходя из целей, задач и потребностей в информации соответствующего характера. На 1 января 2023 г. сеть МРМ включает 920 таких пунктов: 112 – мониторинга луговой и лугово-болотной растительности (формирование сети завершено); 98 – водной растительности (сеть сформирована); 273 – охраняемых видов растений и грибов (128 видов; сеть сформирована на 47% от проектной мощности); 36 – ресурсобразующих видов растений и грибов (на 56%); 126 – инвазивных видов растений (18 видов; 30%); 188 – защитных древесных насаждений (43%); 87 – зеленых насаждений на землях населенных пунктов (в 5 городах; 35%). На каждый пункт наблюдений МРМ составлен соответствующий паспорт [6].

Наблюдения в рамках МРМ проводятся с периодичностью от 1 до 5 лет в зависимости от потребности, которая определяется состоянием исследуемого объекта, его важности и потребности в оперативной информации. При необходимости период наблюдений может изменяться в зависимости от состояния

объекта мониторинга: сокращаться при ухудшении состояния и увеличиваться – при улучшении.

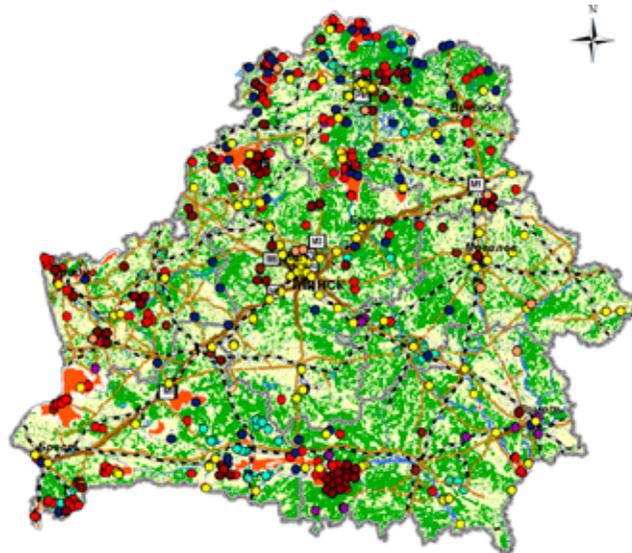
Осуществление программы МРМ по разным направлениям, расширение и обслуживание локальной сети постоянных пунктов наблюдения во многом состоялось в результате привлечения специалистов различных структурных подразделений Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси, региональных профильных учреждений и вузов республики (Института леса НАН Беларуси и БГУ), а также совместных работ с научными отделами государственных природоохранных учреждений, осуществляющих управление ООПТ. Это стало возможным благодаря объединению работ в рамках единой программы и проведению их по общей методике, что обеспечило преемственность наблюдений, единство критериев и показателей состояния популяций, сравнимость данных, полученных на различных объектах в разные годы разными исполнителями.

Информационное обеспечение. В ИАЦ МРМ и КМЭ ООПТ создан банк информации о состоянии и разнообразии растительного мира, включающий 13 баз данных, зарегистрированных в Государственном регистре информационных ресурсов (№№1341001035–1341001044, 1341505699–1341505701), что подтверждено соответствующими свидетельствами.

Создан и функционирует интернет-сайт ИАЦ МРМ и КМЭ ООПТ – <https://monitoring.basnet.by>. Здесь содержится информация о структуре подсистем НСМОС «Мониторинг растительного мира» и «Комплексный мониторинг естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях», о направлениях МРМ, а также об основных текущих результатах мониторинговых исследований.

Ежегодно в Главный информационно-аналитический центр (ГИАЦ) НСМОС подаются обобщенные сведения о состоянии объектов растительного мира на пунктах наблюдений МРМ. Итоговые данные мониторинга ежегодно публикуются в научном обзоре «Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений», размещаемом на сайте ГИАЦ НСМОС (<https://www.nsmos.by>).

За все время наблюдений по результатам мониторинговых исследований либо с их использованием опубликовано более 200 печатных работ. Кроме того, их данные обобщены в коллективной монографии «Мониторинг растительного мира в Республике Беларусь: результаты и перспективы» (2019 г.) [7] и научном издании «Мониторинг растительного



- мониторинг луговой и лугово-болотной растительности;
- мониторинг водной растительности;
- мониторинг охраняемых видов растений и грибов;
- мониторинг ресурсообразующих видов растений и грибов;
- мониторинг инвазивных видов растений;
- мониторинг защитных древесных насаждений;
- мониторинг зеленых насаждений на землях населенных пунктов

Рис. 3. Сеть пунктов наблюдений мониторинга растительного мира в Беларуси

мира в Беларуси: 25 лет наблюдений» (2022 г.) [8]. Эти работы доступны для скачивания на сайте ИАЦ МРМ и КМЭ ООПТ (<https://monitoring.basnet.by>) в разделе «Публикации».

Сотрудники ИАЦ МРМ и КМЭ ООПТ имеют опыт проведения пяти международных научных конференций по данной тематике (в 1998, 2003, 2008, 2013, 2018 гг.). Они были организованы с целью подведения итогов исследований состояния растительного покрова обширного региона в центре Европы, выявления наиболее острых экологических проблем, определения путей их решения. Важным направлением этой работы стало обобщение результатов мониторинга растительности, обсуждение перспектив, возможностей и проблем его развития, эффективного применения в практике природопользования и охраны окружающей среды. В 2023 г. на базе национального парка «Припятский» состоится очередная, VI Международная научная конференция «Мониторинг и оценка состояния растительного мира».

Использование результатов. Потребителями информации МРМ являются органы государственного управления, ответственные за охрану растительного мира, состояние защитных и городских зеленых насаждений, землепользователи и субъекты хозяйствования, научные организации, общественность. Предоставление данных, полученных в результате проведения МРМ, а также

их распространение осуществляются в соответствии с законодательством об охране окружающей среды и рациональном использовании природных ресурсов, а также законодательством об информации и информатизации. Многолетние наблюдения за состоянием, динамикой объектов растительного мира и среды их произрастания позволяет готовить прогноз их изменений под воздействием природных и антропогенных факторов. Тем самым система наблюдений МРМ максимально приближается к практическим потребностям земледельцев, а также органов, осуществляющих государственный контроль в области сохранения биоразнообразия и рационального потребления растительных ресурсов.

Результаты МРМ легли в основу при подготовке или разработке:

- Пятого и Шестого национальных докладов о выполнении Республикой Беларусь Конвенции о биологическом разнообразии;
- аналитического доклада о состоянии луговой и лугово-болотной растительности в Совет Министров Республики Беларусь;
- аналитической записки с предложениями об улучшении состояния естественных сенокосов и пастбищ, адресованной Министерству сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь;
- прогноза динамики продуктивности и качества травостоев кормовых угодий;
- рекомендаций по восстановлению, оптимизации, охране и рациональному использованию кормовых угодий Беларуси;
- предложений по регулированию и минимизации негативной антропогенной нагрузки на водные экосистемы;
- методики оценки ресурсной значимости водной растительности Беларуси;
- оценки кормовой базы растительных рыб для РУП «Институт рыбного хозяйства»;
- 4-го издания Красной книги Республики Беларусь [9];
- 36 планов действий по сохранению редких видов растений для их практической реализации;
- прогнозных показателей для Минприроды «Состояние и прогноз сохранения дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь»;
- планов управления для ряда ООПТ;
- оперативного прогноза урожайности ягодных растений (черника, брусника, клюква, голубика) и грибов (белый гриб, подберезовик, подосиновик, лисичка) с рекомендациями по установлению ограничений или запретов. Прогноз разрабатывается ежегодно к сезону заготовок и направляется в Минприроды;
- корректировки допустимых объемов и установления сроков начала заготовок пищевых видов ягодных растений и съедобных грибов в порядке промыслового сбора структурными подразделениями Минприроды;
- Национальной стратегии и плана действия Республики Беларусь по борьбе с борщевиком Сосновского и другими наиболее опасными инвазивными видами растений;
- для осуществления практических мероприятий по ограничению распространения чужеродных растений в г. Минске, на ООПТ, а также в ряде регионов страны;
- при подготовке аналитической записки «Состояние защитных древесных насаждений вдоль автомобильных дорог, полезащитных лесных полос и других объектов растительного мира на землях сельскохозяйственного назначения и предложения по их рациональному использованию» в адрес Минприроды и Совета Министров Республики Беларусь;
- аналитических записок «О воздействии строительства и содержания автомобильных дорог на придорожную растительность» и «Риски создания и подходы к содержанию зеленых насаждений вдоль автомобильных дорог» в адрес Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь;
- аналитических записок, содержащих сравнительный анализ состояния защитных древесных насаждений с момента закладки до проведения повторного наблюдения, характеристику основных тенденций и причин ухудшения состояния и выполнения ими защитных функций, предложения по улучшению их функциональной эффективности, в адрес 14 райисполкомов;
- оперативных управленческих и проектных решений в области оптимизации качества урбанизированной среды средствами зеленого строительства и научно обоснованных рекомендаций по их эксплуатации;
- Инструкции по определению аварийности и жизненного состояния деревьев в составе зеленых насаждений на землях населенных пунктов;
- нормативных и технических документов: ТКП 17.05–01–2014 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Растительный мир. Правила охраны дикорастущих растений, относя-

щихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь, и мест их произрастания; ТКП 17.02–14–2014 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Правила и порядок подготовки, изложения, оформления, содержания и утверждения планов действий по сохранению видов дикорастущих растений и диких животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, а также видов, подпадающих под действие международных договоров Республики Беларусь; ТКП 480–2013 (02191) Оценка воздействия на окружающую среду при проектировании возведения и реконструкции автомобильных дорог; ТКП 337–2017 (33200) Автомобильные дороги. Правила благоустройства и озеленения; ТКП 17.05–03–2020 (33140) Требования к проведению работ по ограничению распространения и численности инвазивных растений (борщевика Сосновского, золотарника канадского, эхиноцистиса лопастного и других инвазивных растений) различными методами;

- в учебном процессе вузов при чтении лекционных курсов, проведении практических занятий, руководстве курсовыми и дипломными работами.

Только за последние 5 лет результативность МРМ подтверждена 45 актами внедрения НИР в производство и 21 аналитической запиской.

В перспективе развития системы мониторинга растительного мира предусмотрено:

- завершение формирования сетей наблюдений по всем направлениям МРМ;
- усовершенствование методов прогнозирования на основе данных мониторинга;
- организация более тесного взаимодействия с потребителями мониторинговой информации;
- вовлечение в международный информационный обмен и гармонизация направлений и методик МРМ с применяемыми в других странах;
- расширение технических возможностей и привлечение современных полевых методик с применением приборов и оборудования нового поколения для оценки состояния растений;
- интеграция дистанционных методов оценки объектов растительного мира, основанных на использовании космических снимков высокого разрешения и материалов с беспилотных летательных аппаратов.

Заключение. Таким образом, мониторинг растительного мира в рамках НСМОС – целостная взаимосвязанная упорядоченная система наблюдений за состоянием растений и средой их произрастания, дающая возможность прогнозирования дальнейших изменений под воздействием природных и антропогенных факторов. По итогам работы МРМ уже полу-

чено немало результатов, имеющих большое практическое и научное значение, отражающих современную динамику отечественной флоры и растительных ресурсов. В перспективе эта система мониторинга в сочетании с государственным кадастром растительного мира станет основным инструментом информационного обеспечения принятия решений в области сохранения биоразнообразия и рационального использования растительных ресурсов.

При этом важной проблемой остается отсутствие как авторского надзора в области сохранения биоразнообразия и выполнения природоохранных мероприятий, так и правовой ответственности за нереализацию землепользователями рекомендаций и мероприятий, разработанных по результатам мониторинговых наблюдений. Решение данного вопроса, в том числе путем внесения соответствующих дополнений в законодательство, – необходимое условие успешного функционирования и целесообразности системы контроля состояния окружающей среды в нашей стране. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Совета Министров от 14.07.2003 г. №949 «О Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» // <https://pravo.by/document/?guid=3961&p0=C20300949>.
2. Постановление Совета Министров от 14.04.2004 г. №412 «Об утверждении положений о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь мониторинга растительного мира, геофизического мониторинга и использования их данных» (в ред. постановления СМ Республики Беларусь от 25.10.2011 г. №1426 // <https://etalonline.by/document/?regnum=C21101426>).
3. Постановление Бюро Президиума НАНБ от 7.07.2004 г. №390 «Положение об Информационно-аналитическом центре мониторинга растительного мира НСМОС Республики Беларусь» (в ред. постановления Бюро Президиума НАН Беларуси от 28.06.2016 г. №307) // <https://monitoring.basnet.by/wp-content/uploads/Polozhenie-ob-IAC-MRM-i-KME-postanovlenie-307.pdf>.
4. Закон Республики Беларусь «О растительном мире» от 14 июня 2003 г. №205-з // <https://etalonline.by/document/?regnum=h10300205>.
5. Инструкция о порядке проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (постановление Бюро Президиума НАН Беларуси от 12.10.2012 г. №52) / под ред. А.В. Пугачевского; Ин-т эксперимент. ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2017.
6. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (постановление Бюро Президиума НАН Беларуси от 27.07.2009 г. №405) / под ред. А.В. Пугачевского; Ин-т эксперимент. ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2011.
7. Мониторинг растительного мира в Республике Беларусь: результаты и перспективы / И.В. Бордок [и др.]; науч. ред. А.В. Пугачевский, А.В. Судник; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперимент. ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси; под общ. ред. А.В. Пугачевского, А.В. Судника. – Минск, 2019.
8. Мониторинг растительного мира в Беларуси: 25 лет наблюдений / под ред. А.В. Пугачевского; сост.: А.В. Судник, И.П. Вознячук, Н.Д. Грищенко; Ин-т эксперимент. ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2022.
9. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск, 2015.

Родаваарыентаваныя ўяўленні ў традыцыйнай культуры беларусаў і асаблівасці іх даследавання ч.1



Вольга Шарая,
вядучы навуковы супрацоўнік
аддзела нарадазнаўства Цэнтра
даследаванняў беларускай
культуры, мовы і літаратуры
НАН Беларусі, доктар
філалагічных навук

Анотацыя. У артыкуле з улікам даных комплексных палявых даследаванняў, праведзеных аўтарам, прадстаўлены вынікі вывучэння родаваарыентаваных уяўленняў, якія з’яўляюцца важнай часткай традыцыйнай культуры беларусаў, а іх даследаванне – самастойным навуковым напрамкам.

Ключавыя словы: родаваарыентаваныя ўяўленні, культ продкаў, патрылінейнасць, сямейная рэлігійнасць, Дзяды, гістарычныя формы сям’і і сістэмы роднасці.

Для цытавання: Шарая В. Родаваарыентаваныя ўяўленні ў традыцыйнай культуры беларусаў і асаблівасці іх даследавання.

Ч. 1 // *Наука і інновацыі*. 2023. №5. С. 66–71.
<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2023-05-66-71>

У складаных грамадствах роднасць з’яўляецца толькі невялікай часткай сацыяльных адносін. У мінулым яна адыгрывала значную ролю ў сацыялізацыі індывідаў і, як адзначаюць даследчыкі, з’яўлялася фактарам парадку, які быў надзвычай стабільным у адносінах да гістарычных зменаў праз міжпакаленнюю сацыялізацыйную сувязь. Роднасць была важнейшай за шлюб і за жыццёвую супольнасць [14]. У простых грамадствах роднасныя адносіны былі настолькі шырокімі і значнымі, што маглі ўтвараць сацыяльную сістэму. Даследчыкі падкрэсліваюць спецыфіку рэгіёнаў адносна розных рыс, якія датычацца сям’і і роднасці, у Заходняй, Цэнтральнай і Усходняй Еўропе.

Гістарычныя сацыяльныя структуры зніклі, але культурныя феномены, абумоўленыя імі, сталі часткай традыцыйнай культуры. Перш за ўсё гэта датычыцца народаў Усходняй і Паўднёва-Усходняй Еўропы, у якіх доўга

захоўвалася патрылінейная сістэма роднасці з раўнапраўным мужчынскім спадкаемствам [10–12]. Такі парадак у традыцыйнай культуры, важным складнікам якой былі родаваарыентаваныя ўяўленні, праяўляўся ва ўшанаванні продкаў роду па мужчынскай лініі [10, 11]. У многіх еўрапейскіх рэгіёнах яно рана было выцеснена праз хрысціянізацыю [15].

Цікавае да праблемы культу продкаў як формы рэлігіі з’явілася ў навуковай літаратуры ў другой палове XIX ст. У працах Э. Тайлара і Г. Спенсера ўшанаванне продкаў разглядалася з пазіцыі універсальнасці гэтай формы рэлігіі. Аднак наступныя даследаванні рэлігійных вераванняў не пацвердзілі гіпотэзы аб універсальнасці культу продкаў. Вывучэнне рэлігійных вераванняў старажытных грэкаў і рымлян, якое ажыццявіў Фюстэль дэ Куланж, выявіла цесную сувязь рэлігійных уяўленняў, характэрных для культу продкаў, з сацыяльнай асновай грамадства, важнасць кроўнароднасных адносін у такой сістэме вераванняў, адрозненне яе ад універсальных сусветных рэлігій. З улікам даных аб рэлігійных вераваннях у аддаленых рэгіёнах свету Э. Дзюркгейм зрабіў выснову, што культ продкаў – з’ява не ўніверсальная [13].

Найбольшую цікавасць у даследчыкаў выклікалі пытанні, звязаныя з сістэмай роднасці і структурамі сям’і на Балканах, што было абумоўлена добрай захаванасцю ў традыцыйнай культуры балканскіх народаў архаічных родаваарыентаваных уяўленняў і значным масівам эмпірычных даных, сабраных пачынаючы з XIX ст. Гэтыя пытанні разглядаліся ў пра-

цах В. Караджыча, В. Чайкановіча, М. Васіч, М. Філіповіча, Д. Марынава, Р. Пешавай і інш.

У рэгіёнах Паўднёва-Усходняй Еўропы хрысціянізаванай формай культу продкаў было балканскае свята хатняга патрона. Найбольш распаўсюджаная назва свята ў паўднёvasлавянскіх мовах – Слава, хаця яна шырока ўжывалася толькі з XIX ст. праз школьнае выкладанне. Да сярэдзіны XIX ст. існавалі яго розныя рэгіянальныя найменні: «krsno ime», «krasna slava», «Sveti», «Svetac», «Svetoga», «светыц», «служба» і інш. [16, 17].

Сямейныя і роднасныя адносіны, якія склаліся гістарычна, з характэрнымі рэлігійнымі ўяўленнямі аб ушанаванні продкаў, захоўваліся дастаткова доўга ў некаторых рэгіёнах Усходняй Еўропы, але ў XIX ст. яны заставаліся маладаследаванымі. У далейшым да пачатку 90-х гг. XX ст. іх вывучэнне заставалася недастатковым.

З пазіцыі сацыяльнай гісторыі сям’і ў еўрапейскіх народаў аўстрыйскі вучоны М. Мітэрауэр з сярэдзіны 70-х гг. XX ст. праз разгляд балканскага свята хатняга патрона з уласцівымі яму формамі памяці продкаў стаў распрацоўваць праблему рэлігіі сям’і. Ён звяртаў асаблівую ўвагу на рэлігійныя аспекты патрылінейна-комплексных сямейных структур, у прыватнасці на культ продкаў, як важную асаблівасць гістарычных формаў сям’і і сістэм роднасці на Балканах [15].

Ва ўсходнееўрапейскай прасторы павышаная цікавасць да праблемы ўшанавання продкаў адзначалася ў канцы XIX – пачатку XX ст. Вывучаючы распаўсюджанасць вялікасямейнай патрыярхальнай абшчыны ва ўсходніх славян, М. Кавалеўскі прыйшоў да высновы, што «если бы мы не имели все время в виду религиозный характер, который присущ древней семейной общине в эпоху патриархата, то мы, в конце концов, ничего бы не поняли в ее внутренней организации» [5]. Упершыню было пастаўлена пытанне пра неабходнасць разгляду родавай абшчыны ва ўсходніх славян у сувязі з уласцівай ёй рэлігіяй. Аднак у далейшым даследаванні культу продкаў ва ўсходніх славян не атрымала развіцця.

С.А. Токараў адзначаў, што культ продкаў – не ўніверсальная з’ява, ён у вузкім сэнсе «історычна вядомы толькі ў славянскіх народах, істэрычна вядомы толькі ў славянскіх народах» [9]. Пачынаючы з XIX ст. даследчыкі традыцыйнай духоўнай спадчыны ўсходніх славян адзначалі сярод іх вера-

ванняў культуры прыроды, вышэйшых божстваў, продкаў, веру ў ніжэйшую дэманалогію.

У XIX ст. матэрыялы аб традыцыі ўшанавання продкаў у беларусаў былі прадстаўлены ў публікацыях М. Чарноўскай, Я. Тышкевіча, О. Кольберга, М. Федароўскага, М. Дзмітрыева, П.В. Шэйна, А.Я. Багдановіча і інш.

У XX ст. працягвалася назапашванне даных аб беларускім абрадзе Дзяды, у якім выразна праяўляўся культ продкаў. Некаторыя звесткі аб абрадзе разглядаліся ў працах Е. Раманава, Я. Карскага, К. Машынскага, Ч. Пяткевіча, В. Ластоўскага, С. Станкевіча, Ул. Васілевіча і інш. У часопісе «Lud» у 1926 г. была апублікавана работа Ю. Галомбака «Дзяды беларускія». П. Фларэнскі адзначаў, што культ продкаў – адзін з элементаў, якія ляглі ў аснову рускага праваслаўя. Аднак пры прызнанні важнасці культуры продкаў у традыцыйнай культуры народаў Усходняй Еўропы сістэмнае гісторыка-антрапалагічнае даследаванне гэтага сацыяльна-культурнага феномена да 90-х гадоў XX ст. адсутнічала.

Звесткі, якія з’яўляюцца важнымі для вывучэння культуры продкаў і звязаных з ім праяўленняў у традыцыйнай духоўнай культуры беларусаў, доўгі час заставаліся фрагментарнымі, што не спрыяла правядзенню сістэмнага даследавання гэтага феномена культуры.

Некаторыя даныя аб родаваарыентаваных уяўленнях беларусаў у традыцыйных каляндарных і сямейных абрадах былі прадстаўлены ў кнігах серыі «Беларуская народная творчасць», якія выйшлі ў 70–80-х гг. мінулага стагоддзя – «Чарадзеіныя казкі» (1973), «Пахаванні. Памінкі. Галашэнні» (1986), «Вяселле. Песні. Кн. 3» (1983). У томе «Пахаванні. Памінкі. Галашэнні» выйшаў артыкул Ул. Васілевіча «Беларускія жалобныя абрады і галашэнні», былі прадстаўлены вядомыя з літаратурных крыніц, пачынаючы з XIX ст., тэксты аб абрадзе Дзяды, а таксама невялікая колькасць эмпірычных даных, якія раней не публікаваліся. Як адзначаў аўтар, «Дзяды – сямейнае свята, і яно вымагае ад усіх членаў сям’і прысутнічаць у гэты дзень у роднай хаце» [8]. Л. Малаш ва ўступным артыкуле да тома «Вяселле. Песні. Кн. 3» адзначала, што «багацце беларускіх сірочых вясельных песень тлумачыцца галоўным чынам развіццём культуры продкаў у беларусаў» [2].

У традыцыйнай культуры беларусаў родаваарыентаваныя ўяўленні былі абумоўлены асаблівасцямі доўгага захавання гістарычных сямейных структур – яшчэ ў XIX ст. у асобных



Вячэра на вясеннія Дзяды. Лунінецкі павет. Фота Ю. Абрэмбскага

рэгіёнах значнай была доля вялікіх непадзеленых сем'яў. У народнай свядомасці слова «род» – адна кроў, адзін карань. Ва ўспрыманні дадзенага канцэпту істотную ролю адыгрывае яго асацыяцыя з мужчынскім пачаткам, чаму і адпавядае граматычная катэгорыя мужчынскага роду. Лексема «род» шырока выкарыстоўваецца для абазначэння сацыяльнай групы (сям'і, шэрагу пакаленняў адзінага паходжання).

Новы імпульс вывучэнне родаваарыентаваных рэлігійных уяўленняў атрымала ў канцы 90-х гг. XX ст. – першым дзесяцігоддзі XXI ст.

жывых нашчадкаў па мужчынскай лініі прадвызначала неабходнасць адпаведных каляндарных абрадаў ушанавання продкаў і сімвалічных ахвяраванняў ім, што, паводле народных уяўленняў, магло ўплываць на жыццяздольнасць сямейна-родавай супольнасці [10].

Яркае праява родавых уяўленняў мела месца ў абрадзе культы продкаў Дзяды, які з'яўляецца адметнай рысай традыцыйнай духоўнай культуры беларусаў. Арэал гэтага каляндарнага памінальнага абраду ахопліваў тэрыторыю сучаснай Беларусі, частку ўкраінскага Палесся, воб-

ласць пражывання беларусаў ва ўсходняй Польшчы [11].

Слова «дзяды» ў дачыненні да беларускай абрадавай традыцыі заўсёды ўжываецца ў множным ліку. Кола асноўных значэнняў гэтага слова ў кантэксце народнай беларускай каляндарнай традыцыі: 1) традыцыйны сямейна-родавы абрад ушанавання памерлых продкаў, які праводзіўся ў доме ў строга вызначаныя дні года; 2) душы памерлых продкаў, рытуальнае запрашэнне якіх на абрадавую вячэру было лейтматывам дадзенага абраду; 3) дзень або дні ў годзе, калі праводзіўся каляндарны сямейна-родавы абрад Дзяды.



Гаспадар, які сядзіць на покуці. Лакалізацыя невядомая. Фота Ю. Абрэмбскага

Параўнальнае даследаванне ў міжкультурным кантэксце паказала шмат агульнага ў свяце хатняга патрона на Балканах і беларускім абрадзе Дзяды, якія прысвечаны ўшанаванню продкаў роду [10, 11]. Абрад Слава на Балканах у большай ступені, чым абрад Дзяды, быў хрысціянізаваны. Гэты абрад адбываўся адзін раз на год у дзень памяці святога, які лічыўся заступнікам сям'яў пэўнага роду. Абрад Дзяды ў беларусаў у розных лакальных традыцыях мог праводзіцца некалькі разоў на год.

У некаторых варыянтах абраду Слава рытуальныя дзеянні пачыналіся ў царкве (у праваслаўных) з удзелам святара. У гэтым абрадзе на пачатковым этапе сваю ролю галава дома дзеліць са святаром (верцяць і ламаюць пірог, кладуць абедзве палавіны адну на другую, п'юць віно, цалуюць адзін аднаго). У абрадзе Дзяды прысутнасць святара выключалася, абрад заўсёды адбываўся ў доме, пры тым, што рытуальныя функцыі заўсёды выконваў толькі галава сям'і. У абрадзе Слава важнае значэнне мае святы дома, ікона святога, які лічыцца заступнікам роду, заўсёды прысутнічае ў хаце і мае асаблівае значэнне. У абрадзе Дзяды мела месца непасрэднае рытуальнае звяртанне з запрашэннем душ продкаў роду на трапезу у іх гонар, сімвалічнае выдзяленне для іх часткі рытуальных страў [10].

Падчас балканскага абраду Слава, як і ў беларускім абрадзе Дзяды, успаміналі памерлых дома, пералічвалі іх імёны. Кульмінацыяй Славы з'яўляецца піцца ў час трапезы ў гонар Бога і святога дома. У абрадзе Дзяды, асабліва на пачатку яго правядзення, важнымі з'яўляюцца хрысціянскія малітвы; у той жа час, акрамя сімвалічных элементаў (свечак, рытуальных страў), мела месца непасрэднае запрашэнне душ продкаў роду на трапезу ў іх гонар і большае адчуванне непасрэднай іх прысутнасці. На Дзяды гатавалі адмысловую памінальную страву. У розных лакальных традыцыях гэта «куцця», «канун», «сыта», «коліва». Для балканскага свята хатняга патрона, у якім выражаны культ продкаў, таксама характэрна наяўнасць памінальнай стравы – «коліва» [16, 17].



Сям'я каля калыскі, 1937 г. Фота Ю. Шыманчыка

Роднасныя сувязі заставаліся найбольш моцнымі ў патрылінейна-комплексных сям'ях, якія на Балканах яшчэ ў XIX ст. былі распаўсюджаныя. На беларускім Палессі ў сярэдзіне XIX ст. доля вялікіх непадзеленых сям'яў была большай за нуклеарныя (56%) [6]. Як было сказана вышэй, патрылінейная сістэма роднасці, якая была арыентаваная на ўшанаванне продкаў па мужчынскай лініі, доўга захоўвалася ў рэгіёнах Усходняй і Паўднёва-Усходняй Еўропы.

Дзяды – сямейна-родавае ўшанаванне продкаў. Асаблівасцю гэтага абраду было тое, што ён звязаны з прасторай дома. На Дзяды збіралася ўся сям'я. Абрад прысвячаўся ўсім памерлым членам сям'і, продкам роду.

У асобных лакальных традыцыях на паўночным захадзе Расіі быў зафіксаваны аналагічны абрад, але без назвы Дзяды. Тэрмін «дзяды», як беларускае запазычанне, выкарыстоўваўся ў некаторых абрадавых практыках прадстаўнікоў літоўскай этнічнай групы ў Беларусі і літоўцаў на тэрыторыях, памежных з Беларуссю [11]. Абрад Дзяды праводзіўся ў строга вызначаныя дні календара, але колькасць дзён у годзе, прысвечаных памерлым продкам роду, у розных лакальных традыцыях была неаднолькавай. У беларусаў найбольш вядомыя: 1) мясаедныя, зімовыя, велікапосныя, маслянныя; 2) траецкія; 3) восеньскія Дзяды – перад Дзмітравым днём, Міхайлавым днём. У адпаведнасці з мясцовай традыцыяй Дзяды маглі адзначацца два разы на год або тры-чатыры.

Пачынаючы з XIX ст. назапашаны значны масіў эмпірычных даных аб абрадзе Дзяды, сабраных у населеных пунктах розных рэгіёнаў Беларусі.

Да пачатку ўрачыстай вячэры на Дзяды ў хаце і на падвор'і ўсё павінна быць прыбрана. Асаблівая атмасфера часу напярэдадні абраду (або на наступны дзень) была звязана з прыходам у сяло старцаў (жабракоў), якія, пераходзячы ад хаты да хаты, выконвалі прынятыя для гэтага часу памінальныя малітвы. Старцам перадаваўся спіс памерлых, імёны якіх належала агучыць у малітоўным памінанні, за што яны атрымлівалі міласціну ад гаспадароў. Памінальныя тэксты старцаў на Дзяды былі такімі ж, як пры каляндарных памінаннях на могілках, куды, у адпаведнасці з мясцовай традыцыяй, старцы таксама маглі прыходзіць.

Падчас такіх наведванняў выконваліся духоўныя песні, але асаблівае месца займала памінанне старцамі памерлых родзічаў гаспадара дома. Пасля такога пайменнага памінання старац выконваў агульны памінальны спеў: «Й пымяни, Божа, вы чарьсты, ды ў раи своей прасветлы, Ды ўсё у быццыйку вясёлым, ды ўсё ў жиццыйку провольным, Каб и сросничкыв чували, каб й молитывку прыймали, Каб ды й з неба суглидали, хлеба й соли зысылалі!...» [7]. Гэты памінальны спеў утрымлівае архаічны элемент – чаканне нашчадкамі спрыяння ад сваіх родавых продкаў, што не адпавядае хрысціянскай традыцыі. Трэба адзначыць, што ў пайменных памінаннях старцаў не вытрымліваўся паслядоўна прынцып патрылінейнасці, яны мелі сінкрэтычны характар, што з'яўлялася сінтэзам архаічных і хрысціянскіх уяўленняў.

У абрадзе Дзяды, які праводзіўся ў строга вызначаныя дні календара, быў яўна выражаны патрылінейны характар родавай супольнасці. Пры патрылінейнай сістэме роднасці панаваў строгі прынцып старшынства. Сярод удзельнікаў абраду дамінантная роля належала мужчынам, шанаваліся продкі роднай групы па мужчынскай лініі. Галоўная роля падчас урачыстай вячэры надавалася старэйшаму з мужчын, які (звычайна гаспадар хаты) быў у цэнтры абрадавай цырымоніі – ён чытаў малітву, запрашаў душы продкаў за памінальны стол [10]. Гаспадар садзіўся за сталом на самым ганаровым месцы – у куце пад абразамі, іншыя мужчыны паводле старшынства побач з ім, жанчыны на процілеглым баку стала [4].

Галава сям'і на пачатку памінальнай вячэры запальваў свечку, прымацоўваў яе на куце

і пачынаў малітву. Сярод малітваў часта была «Ойча наш». Пасля садзіліся за стол, устаўлены стравамі, і гаспадар пры ўсеагульнай увазе і глыбокай пашане звяртаўся да продкаў, запрашаў іх на вячэру: «Святыя дзяды, завем вас, Хадзіце да нас! Ёсць тут усё, што Бог даў, Што я для вас ахвяраваў, Чым толькі хата багата. Святыя дзяды, просім вас, Хадзіце, ляціце да нас» [3]. Стараславянскае «svetu» у сваім дахрысціянскім значэнні адносілася да аб'ектаў, якія валодалі звышнатуральнай сілай [1].

У тэкстах запрашэнняў у абрадзе Дзяды душы памерлых родзічаў, запрошаных на трапезу, – гэта «дзяды», «дэды», «радзіцелі», «душачкі» і інш. Многія вакацыўныя формулы ў рытуале запрашэння памерлых продкаў пачынаюцца з эпітэта «святыя»: «Святыя дзяды! Прыдзіце сюды...»; «Святыя дзяды, хадзіце к нам, на што Бог даў».

Паводле народных уяўленняў, душы продкаў прыходзяць на Дзяды ў свае хаты ў пэўны час, спажываюць прыгатаваныя для іх стравы. Сумесная вячэра сям'і, удзельнікі якой верылі ў нябачную прысутнасць запрошаных продкаў роду, выражала рэлігійны характар абраду.

Гаспадар дома і ўдзельнікі памінальнай вячэры частку ад кожнай стравы спачатку адкладвалі душам продкаў, а пасля елі самі. Гаспадар першы браў памінальную страву, спачатку адкладваў Дзядам, а потым за ім гэта рабілі члены сям'і.

У хрысціянскім народным светапоглядзе Дзяды займаюць асобую пазіцыю – «са святымі»: «Помяны, Божэ, нашых святых дэдўв, пошлы йім рай просвётлы, царство нэбэснэ. Нэхай воні со святымы спочывають, а нам хліб-суль посылають» (в. Мокрая Дуброва Пінскага раёна Брэсцкай вобласці); «Хай воні ужэ со святымы опочывають, а нэхай воні ужэ нам здорóвья попрыяють» (в. Глінка Столінскага раёна Брэсцкай вобласці)¹.

Рытуальным элементам вячэры з'яўляўся хлеб, ад якога душы продкаў (Дзяды) атрымлівалі сваю долю ў выглядзе гарачай пары: «На Дэды у нас хліб пэчуть, лóмять, да пар ідэ, кажутъ: “Хай дўшэчкы хватаютъ”» (в. Спорава Бярозаўскага раёна Брэсцкай вобласці). Важна было прытрымлівацца асобых правіл, напрыклад нельга было рэзаць хлеб нажом. Адначасова з вымаўленнем тэксту запрашэння душ памерлых продкаў на вячэру выканаўца мог адчыняць дзверы ці акно.

¹ У артыкуле выкарыстаны матэрыялы, атрыманыя аўтарам у выніку палявых даследаванняў

Члены сям'і ў час абрадавай вячэры паводзілі сябе адпаведна традыцыі. Прынята было адведаць кожнай стравы, якая была на стале. У час вячэры прыгадвалі памерлых продкаў, называлі іх імёны. Характар рытуалу не дапускаў забаў, гульняў, спеваў, што лічылася б абразай для душ памерлых. У цэлым для памінальнай гутаркі ў дзень Дзядоў характэрны быў вусны калектыўны ўспамін аб продках, пры гэтым з рознай ступенню паглыбленасці згадваліся адметнасці характару нябожчыкаў і асобных эпізодаў іх жыцця, што асабліва запамніліся ці мелі значнасць для родавага падання, якое вусна перадавалася з пакалення ў пакаленне. На Дзяды атмосфера была сумная і строга, характэрна стрыманасць у прамовах і паводзінах.

Прызначаную для душ ежу не прыбіралі са стала, казалі: «Гэта дзедава засталася вячэра, прыйдучь мёртвыя і павячэраюць. Гэта мы іх памянулі, а яны прыйдучь» (в. Калоднае Столінскага раёна Брэсцкай вобласці, інфармант – перасяленец з-пад Наваградка); хлеб і іншыя рэшткі заставаліся адкрытымі на стале на працягу ўсёй ночы для Дзядоў.

Ва ўяўленнях удзельнікаў абраду гэта была сумесная вячэра дзвюх частак роду, аб чым сведчаць матэрыялы, зафіксаваныя ў розных лакальных традыцыях. Акрамя адкладвання абрадавай ежы Дзядам, аб чым гаварылася вышэй, нябачная прысутнасць душ продкаў абазначалася – ім пакідалі месцы на лаўках за сталом; колькасць лыжак на стале была большай, чым колькасць асоб за сталом, што сімвалічна азначала іх прыналежнасць душам памерлых родзічаў, якія, згодна з народнымі ўяўленнямі, маглі прысутнічаць у доме.

Пасля заканчэння памінальнай вячэры адбываўся абрад провадаў Дзядоў. Пры гэтым таксама мог выкарыстоўвацца вакатыў «святыя»: «Святыя дзяды! Вы сюды прыляцелі, пілі і елі. Ляціце цяпер да сябе! Скажыце, чаго яшчэ вам трэба, А лепіў ляціце да неба...» [3].

У абрадзе Дзяды памінаюцца продкі дадзенага роду незалежна ад таго, як даўно яны памерлі. У зборным звароце «Дзяды» імпліцытна існуе думка, што ў доме прысутнічаюць душы не толькі тых з іх, пра каго памятаюць, але і больш аддаленых продкаў роду. Абрад садзейнічаў захаванню і падтрыманню высокага ўзроўню духоўнасці і веры ў пасмяротнае існаванне душы, яе мажлівасць у пэўныя дні вяртацца ў дом сваіх блізкіх, веру ў тое, што духоўная сувязь жывых і памерлых членаў роду не перываецца. У народных традыцыйных уяўленнях

ушанаванне продкаў падразумявала іх магчымасць уплываць на жыццё сваіх нашчадкаў.

Абрад Дзяды прадстаўляў архаічную народную традыцыю, якая ў працэсе хрысціянізацыі захавалася і аказалася глыбока інтэграванай у традыцыйную культуру сельскага насельніцтва. Як паказалі даследаванні, найбольш поўна абрад быў прадстаўлены ў культуры сельскага праваслаўнага насельніцтва Беларусі. ■

Працяг будзе

■ **Summary.** The article, taking into account the data of complex field researches conducted by the author, presents the results of the study of kin-oriented representations, which are an important part of the traditional culture of Belarusians, and their research is an independent scientific direction.

■ **Keywords:** kin-oriented representations, ancestor worship, the patri-lineage, the family religiosity, Dzyady, the historical family forms and the kinship systems.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2023-05-66-71>

СПІС ВЫКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

1. Бенневист Э. Словарь индоевропейских социальных терминов: Пер. с фр. / Общ. ред. и вступ. ст. Ю. С. Степанова. – М., 1995.
2. Васелле. Песні ў 6-ці кн. / Склад. Л. А. Малаш; Муз. дадат. З. Я. Мажэйка. – Мінск, 1983. Кн. 3.
3. Дмитриев М. А. Описание похорон и дзядов в Новогрудском уезде // Памятная книжка Виленского генерал-губернаторства на 1868 год. – СПб. 1868. С. 84–88, 216.
4. Довнар-Запольский М. В. Очерки семейственного обычного права крестьян Минской губ. // Этнографическое обозрение. 1897. №1.
5. Ковалевский М. Очерк происхождения и развития семьи и собственности / Пер. с франц. С. П. Моравского; Под ред. с предисл. и примеч. М. О. Косвена. – М., 1939.
6. Курьлович Г. М. Семейны уклад жыцця // Беларусы. Сям'я / Рэдкал.: В. К. Бандарчык і інш.; Ін-т мастацтвазнаўства, этнаграфіі і фальклору НАН Беларусі. Т. 5. – Мінск, 2001. С. 13–107.
7. Никифоровский Н. Я. Очерки Витебской Белоруссии. I. Старцы. – М., 1892.
8. Пахаванні. Памінікі. Галашэнні / Укладанне тэкстаў, уступ. артыкул і камент. У. А. Васілевіча. – Мінск, 1986.
9. Токарев С. А. Ранние формы религии. – М., 1990.
10. Шарая О. Н. Ценностно-нормативная природа почитания предков. – Минск, 2002.
11. Шарая В. М. Родавая свядомасць у традыцыйнай духоўнай культуры народаў Усходняй і Паўднёва-Усходняй Еўропы // Мовазнаўства. Літаратуразнаўства. Фалькларыстыка: XIV Міжнародны з'езд славістаў (Охрыд, 2008): Докл. бел. дэлегацыі / НАН Беларусі; Беларускі камітэт славістаў. – Мінск, 2008. С. 321–334.
12. Шарая В. М. Родаваарыентаваныя ўяўленні ў традыцыйнай духоўнай культуры беларусаў // Нарысы гісторыі культуры Беларусі // У 4 т. Т. 3. Культура сяла XIV – пачатку XX ст. Духоўная культура / А. І. Лакотка [і інш.]; навук. рэд. А. І. Лакотка. Кн. 2. – Мінск, 2016. С. 458–481.
13. Durkheim E. Die elementaren Formen des religiösen Lebens. Übers. von Ludwig Schmits. 2. Aufl. – Frankfurt a. M., 1998.
14. Jeggel U. Kiebingen. Eine Heimatgeschichte. Zum Prozess der Zivilisation in einem schwäbischen Dorf. – Tübingen, 1977.
15. Mitterauer M. Historisch-anthropologische Familienforschung: Fragestellungen und Zugangsweisen. – Wien, Köln, 1990.
16. Schneeweis E. Grundriß des Volksglaubens und Volksbrauchs bei den Serbokroaten. – Celje, 1935.
17. Чапкановић В. Стара српска религија и митологија. – Ниш, 2003.

РЫТУАЛ «ПЛЯЦЕННЕ ВЕЛЬЦЭ» У ВЯСЕЛЬНОЙ АБРАДНАСЦІ БРАГІНСКАГА РАЁНА



Алена Паўлава,
навуковы супрацоўнік
аддзела фалькларыстыкі
і культуры славянскіх
 народаў Цэнтра
даследаванняў
беларускай культуры,
мовы і літаратуры НАН
Беларусі

Вясельны абрад – складаная і адначасова ўстойлівая з’ява традыцыйнай духоўнай культуры беларусаў. У рытуалах і песнях, датычных да гэтага свята, прасочваюцца архаічныя элементы народных вераванняў, звычайў сямейна-шлюбнай скіраванасці.

У структуры народных традыцый, звязаных з вяселлем, вылучаюцца тры асноўныя перыяды: *давясельны, уласнавясельны і паслявясельны*, на кожным з якіх адбываліся пэўныя рытуальныя дзеянні.

На тэрыторыі Брагінскага раёна ў г.п. Камарын намі зафіксаваны звесткі пра адметны рытуал вясельнага абраду пад назвай «пляценне вельца», якому надаваўся сакральны сэнс. Гэты звычай, які можна аднесці да такога абрадавага этапу, як «зборная субота», вылучаецца сваёй унікальнасцю і мясцовай непаўторнасцю. Адзначым, што ён у асноўным захоўваецца на Палессі і мае таксама падабенства з аналагічнай украінскай вясельнай традыцыяй [1].

Сярод мноства агульных рысаў вылучаецца наступная: калі сяброўкі нявесты рыхтавалі вянкi, то перш чым прыступіць да работы, яны «прасілі ў бацькоў нявесты благаславіць іх вянкi віць» [2]. У апісаннях вясельных традыцый Гомельшчыны сустракаюцца сціплыя звесткі пра «пляценне вельца». Зафіксавана інфармацыя пра тое, што «на Гомельшчыне дзяўчаты “*вілі елку*” – упрыгожвалі каляровымі кветкамі, саломянымі крыжыкамі і г.д. галінку елкі ці вішні» [2].

Паводле ўспамінаў жыхароў г.п. Камарын Брагінскага раёна Гомельскай вобласці, «плесці вельца звычайна пачыналі ў чацвер. Сама назва гэтага рытуальнага дзеяння паходзіць ад дзеяслова “**віць**”. З самай раніцы ў лес адпраўлялі жанатых мужчын, якія былі шчаслівы ў шлюбе, дзеля таго, каб вырубіць з пладовага дрэва так званае вельцэ. Дзявочае дрэўца павінна было мець тры галінкі: “*на мужа, на жонку, і штоб прыплод быў*”» (Запісана ад Глывко Тамары Міхайлаўны, 1950 г.н., в. Камарын Брагінскага раёна, Гомельскай вобласці, Паўлавай Аленай у 2013 г.).

Да непасрэднага ўдзелу ў віцці вельца запрашалі абавязкова жанчын замужніх, паспяховых у сямейным жыцці, што з’яўлялася неабходнай умовай і падчас выканання рытуалаў караванай абраднасці.

Перад самым пачаткам абрадавых дзеянняў жанчыны прасілі бласлаўлення ў бацькоў нявесты:

- *Ацец і маць, благаславіце вельцэ віць начаць!*
- *Бог блаславіць (3 разы).*

Далей гэты рытуал суправаджаўся выкананнем спецыяльна для яго прызначаных песень:

*Сабраліся жанчыны ціхонечка,
У гэты вечар мы песні спяём.
Мы пляцём гэта вельцэ для Волечкі,
У гэты вечар мы песні пяём.
Сабраліся жанчыны ля вогнішча,*

У гэты вечар мы песні пяём.
Наша Волечка будзе прыгожанька,
У гэты вечар мы песні пяём.
Наша Волечка будзе, як сонейка,
У гэты вечар мы песні пяём...

(Запісана ад Карташ Варвары Мікалаеўны, 1931 г.н., в. Камарын Брагінскага раёна, Гомельскай вобласці, Паўлавай Аленай у 2013 г.).

Як бачым, вобраз нявесты ў прыведзеным песенным тэксце атаясамліваецца з сонейкам, што сімвалізуе пачатак новага этапу ў жыцці дзяўчыны.

Паводле сведчанняў інфарматараў, вельцэ вілі як у хаце жаніха, так і ў хаце нявесты. Злучалі яго пры дапамозе адной ніткі, пры гэтым перавага аддавалася чырвонаму колеру – сімвалу вернасці ў каханні. Упрыгожвалі вельцэ каласамі, галінкамі каліны, рознымі кветкамі, што сімвалізавала багацце, сямейны дабрабыт.

Памер вельца прыблізна дасягаў да 60 сантыметраў. «Калі ўжэ вельцэ было сплечена, то казалі: «Ацец і маць, прынімайце нашу работу»» (В.М. Карташ, 1931 г.н.). З успамінаў жыхароў вынікае наступная цікавая інфармацыя: «На канцы кожнага вельца прымотвалі палатно, каб трымаць рукамі, гэта рабілі для таго, каб не забывалі маладыя, што нужно работаць, надаўчыцца, не забываць ткаць, і гэта быў натуральны лён, каторый нясе здароўе ў сям'ю» (Запі-



сана ад Петрусевіч Тамары Уладзіміраўны, 1955 г.н., в. Камарын Брагінскага раёна, Гомельскай вобласці, Паўлавай Аленай у 2013 г.).

Падрыхтаванае вельцэ ставілі ў каравай, у які папярэдне насыпалі соль. Сам каравай выносілі на рушніку – звычайна гэта рабіла маці кагосьці з маладых – або жаніха, або нявесты – са словамі:

«Благаславі, Божа, вельцэ маладога, каб жылося маладым добра і шчасліва».

(Т.У. Петрусевіч, 1955 г.н.).

Абрадавае дрэўца пад назвай «вельцэ» суправаджала маладых на працягу многіх традыцыйных этапаў вяселля. Напрыклад, калі жаніха з нявестай садзілі за стол, то вельцы абодвух ставілі ў чырвоным куце. Першае з іх, згодна з традыцыяй, на другі дзень вяселля нёс хросны бацька маладога, а дру-



гое – хросны бацька маладой. Звычайна прыбіваюць кожнае з іх пры ўваходзе ў будынкі: вельцэ жаніха – над дзвярыма хаты маладога, вельцэ нявесты – над дзвярыма яе жылга.

Але даволі часта гэты абрадавы элемент урачыстасці прыбівалі і ў іншым месцы – над акном. Такім чынам, па наяўнасці вельца ўможна было пазнаць, у якім доме на працягу апошняга часу



стварылася маладая сям'я. Калі, зыходзячы з успамінаў інфарматараў, «сустрэкаліся на доме два вельца, гэта азначала, што ў гэтай хаце двое дзяцей узялі шлюб» (В.М. Карташ, 1931 г.н.).

Як адзначаюць інфарматары, «калі прыбівалі вельцэ, на канцы прымотвалі бутэльку гарэлкі, лічылася, што яе трэба зняць толькі тады, калі нарадзіцца дзіця ў сям'і; калі ж у маладой пары дзяцей не было, то праз год яе знімалі і выпівалі» (В.М. Карташ, 1931 г.н.).

Зсяродзім увагу на тэкстах вясельных песень, якімі суправаджаўся рытуал «пляцення вельца». Вобраз нявесты сімвалічна суадносіцца з вобразамі такіх дрэў, як бярозка, вярба, калінка і інш. Паводле меркаванняў Я. Крука, «бярозка сімвалізавала сабой жаночы пачатак» [3].

*Да белая бярозка
Звілася.
З кім наша Ганначка
Зляглася?
З табою, Іванка,
З табою.
Пад зялёнаю вярбою.
Вараныя конікі
Пасучы,
Дарагія гасцінцы
Даручы...[4].*

У тэкстах вясельных песень, звязаных з рытуалам падрыхтоўкі абрадавага дрэўца, вобраз каліны сімвалізуе маладую, а маладога – вобраз дуба:

*Хораша, хораша, да й на нашы вярбіна,
Хораша, хораша, да й ў садзе каліна,
Мы каліну зрубім, за дуб аддадзім,
Будзе Вася цалаваць, недацалуецца...
(В.М. Карташ, 1931 г.н.).*

Падчас прыбівання вельцаў выконваліся песні, у якіх цэнтральнае месца адводзілася вобразам-персанажам маладой, маладога, дружак, бацькоў маладых:

*Вось прыбілі мы на хаце, (2)
Вельцэ маладое, (2)
Маладой і маладому, (2)
Шчасця нажадаем, (2)
Каб жылося ім заўсёды
Шчасліва да багата
(В.М. Карташ, 1931 г.н.).*

У такіх песнях бацькі жаніха і нявесты выступалі як добрыя гаспадары, шчодрія людзі, якія ганарыліся выхаваннем сваіх дзяцей:

*Бацька з маткай ў рад сядзяць,
У рад сядзяць, (2)
На Паўлінку ўсё глядзяць.
Усё глядзяць. (2)
А Паўлінка, дзякуй бацьку,*

*Выхавана добра,
А Паўлінка, дзякуй мамцы,
Гаспадыня добра...
(В.М. Карташ, 1931 г.н.).*

Жаніха таксама стараліся паказаць з найлепшага боку. У песні гаворыцца аб тым, што ён мужны, фізічна магутны, добры гаспадар у сваёй хаце:

*Наш Іванька – багатыр,
Наш Іванька – гаспадар,
Як асілак – мужны,
Гаспадар умелы...
(Т.М. Глывко, 1950 г.н.).*

Трэба адзначыць, што не толькі на тэрыторыі Беларусі, але і ў многіх вёсках Украіны ў мінулыя стагоддзі вясельнае дрэўца маладой аздаблялі галінкамі, кветкамі або чырвонымі ягадамі каліны. Па слухнай заўвазе даследчыцы І.А. Швед, «вільцэ з’яўляецца сімвалам злучэння дваіх у адно цэлае». Згодна з ёй, дрэўца гэтае мела назву «вільцэ» («гільцэ», «вільцэ», «вілечко»), яго ўпрыгожвалі сяброўкі нявесты і ставілі на святочны стол перад жаніхом і нявестай у дзень вяселля [5].

Фальклорна-этнаграфічныя звесткі пра рытуал «пляцення вельца», які зафіксаваны на тэрыторыі Брагіншчыны, сведчаць пра ўнікальнасць захаваных у дадзеным рэгіёне абрадавых дзеянняў. Праведзены намі аналіз вобразаў-персанажаў вясельных песень, якія суправаджалі гэтыя дзеянні, сведчыць аб тым, што цэнтральнае месца ў большасці выконваемых твораў заканамерна адводзілася жаніху і нявесце – галоўным удзельнікам вясельнай цырымоніі.

У лакальнай традыцыі беларускай Брагіншчыны выразна прасочвалася сувязь вяселля (як пачатку новага жыцця двух маладых людзей, якое вяло да прадаўжэння роду абодвух) са з’явамі прыроды, у прыватнасці раслінным светам, прадстаўнікі якога сімвалізавалі мужчынскі і жаночы пачатак і вечны рух усяго наперад, яго пастаяннае адраджэнне і бясконцае імкненне да сонца, у будучыню. ■

СПІС ВЫКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

1. Вёсельні пісні: у 2-х кн. Кн. 1 / упоряд. М.М. Шубравска. – Київ, 1982.
2. Вяселле: Абрад / уклад. К.А. Цвірка, А.С. Фядосік. – Мінск, 1978. С. 19.
3. Крук Я. Сімволіка беларускай народнай культуры / Я. Крук. – Мінск, 2011. С. 379.
4. Архіў ЦДБКМЛ, філіял ІМЭФ НАН Беларусі, матэрыялы фальклорнай экспедыцыі 1977 г. – Ф. – 8. – воп. – 77. – спр. – 137. С. 36.
5. Швед І.А. «У лузе каліна – усё краса мая. . .». Каліна як сімвал усходнеславянскага традыцыйнага фальклору. // Роднае слова. Часопіс. 1998. №3. С. 149–158.

ПРООКСИДАНТНО-ОКСИДАНТНЫЙ БАЛАНС У КРЫС С ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ИШЕМИЕЙ

Елизавета Бонь,
доцент кафедры
патологической
физиологии
Гродненского
государственного
медицинского
университета,
кандидат
биологических наук,
доцент;
asphodela@list.ru

**Наталья
Максимович,**
заведующий
кафедрой
патологической
физиологии ГрГМУ,
доктор медицинских
наук, профессор;
mne@grsmu.by

Иосиф Дремза,
доцент кафедры
патологической
физиологии
ГрГМУ, кандидат
биологических наук,
доцент;
idremza@rambler.ru

Татьяна Каваленя,
аспирант кафедры
биохимии ГрГУ;
t.kovalenya93@gmail.com

**Мария
Лычковская,**
студентка 4-го курса
педиатрического
факультета ГрГМУ;
lychkovskaya.m@gmail.com

Александра Койко,
студентка 3-го курса
педиатрического
факультета ГрГМУ;
alexandrakoiko@yandex.by

Виолетта Шевчук,
студентка 3-го курса
педиатрического
факультета ГрГМУ;
violetta.shev00@mail.ru

Аннотация. В статье показана важность процесса генерации активных форм кислорода для жизнедеятельности клеток организма в целом и головного мозга в частности и указана опасность их избыточной выработки, которая может приводить к повреждению мембран, накоплению продуктов окисления липидов, белков и нуклеиновых кислот, дефициту восстановленных пиридиннуклеотидов и фосфолипидов митохондриальных мембран, а затем – к электролитному дисбалансу, набуханию митохондрий, разобщению процессов окисления и фосфорилирования и гибели нейронов при ишемии. В представленном исследовании были изучены показатели дыхания митохондрий гомогенатов головного мозга крыс с его тотальной и субтотальной ишемией спустя 1 час и 1 сутки, отмечены нарастающие с течением времени нарушения прооксидантно-антиоксидантного баланса и усугубление дефицита антиоксидантных механизмов.

Ключевые слова: окислительный стресс, церебральная ишемия, нейроны.

Для цитирования: Бонь Е., Максимович Н., Дремза И., Каваленя Т., Лычковская М., Койко А., Шевчук В. Прооксидантно-оксидантный баланс у крыс с церебральной ишемией // Наука и инновации. 2023. №5. С. 75–78. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2023-05-75-78>

При ишемии головного мозга (ИГМ) развивается цепь патогенетических нарушений в его структурах, среди которых одно из ведущих – энергодефицит, ведущий к развитию клеточной патологии из-за изменения гомеостаза, активности ферментов, целостности мембран [8–10]. Избирательно повреждаются и механизмы синаптической передачи, что способствует расстройству ауторегуляции местного кровотока, развитию вазоспазма и внутрисосудистого стаза, усилению агрегации тромбоцитов, усугубляет гипоксию и энергодефицит [12, 13, 16]. Нарушается работа ферментов, в том числе натрийкалиевой АТФазы, приводя к дисбалансу ионов и отеку головного мозга (ГМ) [1–3, 5].

Образование активных форм кислорода (АФК) играет важную роль в жизнедеятельности клеток головного мозга и организма в целом. В небольших количествах кислородные радикалы выполняют

функции мессенджера, отвечая за нейрональную активность, регулируют мозговой кровоток, апоптоз и другие процессы. Однако их избыток ведет к повреждению мембран, накоплению продуктов окисления липидов, белков и нуклеиновых кислот (альдегидов, кетонов), дефициту восстановленных пиридиннуклеотидов и фосфолипидов митохондриальных мембран, а затем – к электролитному дисбалансу, набуханию митохондрий, разобщению процессов окисления и фосфорилирования и гибели нейронов при ишемии. Повреждение АФК незащищенной гистонами митохондриальной ДНК приводит к ингибированию синтеза белков – переносчиков электронов [7, 11]. В связи с этим исследование окислительного стресса, активности антиоксидантной системы имеет важное значение.

Цель данной работы – изучить изменения прооксидантно-оксидантного баланса у крыс

с ишемическим повреждением головного мозга различной степени тяжести с субтотальной (одномоментной двухсторонней перевязкой обеих общих сонных артерий, ОСА) и тотальной (полным прекращением мозгового кровотока) ИГМ.

Материалы и методы исследования

Эксперименты выполнены на 24 самцах беспородных белых крыс массой 260 ± 20 г с соблюдением требований Директивы Европейского парламента и Совета №2010/63/EU от 22.09.2010 г. о защите животных, использующихся для научных целей.

Моделирование ИГМ осуществляли в условиях внутривенного тиопенталового наркоза (40–50 мг/кг): тотальную ишемию головного мозга (ТИГМ) – путем декапитации животных, субтотальную (СИГМ) – одномоментной перевязкой обеих общих сонных артерий (ОСА). Забор головного мозга проводили спустя 1 час и 24 часа после декапитации [1]. Контрольную группу составили ложно оперированные крысы аналогичных пола и веса.

Для оценки прооксидантно-антиоксидантного состояния ГМ в его гомогенатах (20%-ное разведение в PBS, pH – 7,2) определяли активность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ), содержание продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБКРС), концентрацию восстановленного глутатиона (GSH), общих тиоловых групп (TSH) и активность глутатионпероксидазы.

ТБКРС возникают в организме при деградации полиненасыщенных жиров активными формами кислорода, служат маркером активности ПОЛ и окислительного стресса. Для определения их содержания к исследуемому образцу 10%-ного гомогената головного мозга (0,3 мл) последовательно добавляли 2,4 мл 0,07 N раствора серной и 0,3 мл 10%-го раствора фосфорновольфрамовой кислот. К дважды отмытому, растворенному в 3,0 мл бидистиллированной воды осадку добавляли 1 мл 0,85%-ного водного раствора тиобарбитуровой кислоты (ТБК), растворенной в 25 мл уксусной кислоты с добавлением 5 мл H_2O . Цветная реакция протекает в герметически закрытых пробирках при температуре $96^\circ C$ в течение 60 мин. После их охлаждения в воде в течение 5 мин определяли оптическую плотность отцентрифугированного супернатанта на спектрофотометре PV 1251C (Солар, Беларусь) при длинах волн 532 нм и 580 нм.

Концентрацию ТБКРС рассчитывали по формуле: $TBKPC = (E_{532} - E_{580}) / 0,156 \times K$, где E – экстинкция при соответствующих длинах волн,

V_1 – объем раствора ТБК;

V_2 – объем исследуемого образца;

K – коэффициент разведения образца ГМ (147,7).

Расчет осуществляли с использованием коэффициента поглощения для образующегося продукта $\epsilon_{532} = 1,56 \times 10^5 \text{ M}^{-1} \times \text{cm}^{-1}$ и выражали в наномоль на грамм белка (грамм ткани).

При измерении концентрации GSH к 1 мл 15%-ного гомогената ГМ добавляли 0,2 мл 25%-ной трихлоруксусной кислоты, встряхивали и центрифугировали при 5000 об/мин. в течение пяти мин. К полученному супернатанту (0,2 мл) добавляли 1,2 мл 0,5 M фосфатного буфера (pH – 7,8) и 50 мкл реактива Элмана. Концентрацию GSH рассчитывали с учетом коэффициента молярной экстинкции ($\epsilon_{412} = 13600 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) путем определения оптической плотности исследуемых образцов при $\lambda = 412$ нм на спектрофотометре PV 1251C.

Концентрацию TSH устанавливали следующим образом. Добавляли 30 мкл 3%-ного раствора натриевой соли додецилсульфата к 60 мкл гомогената головного мозга, отбирали 25 мкл полученной смеси и соединяли с 1,2 мл 0,5 M фосфатного буфера (pH – 7,8) и 50 мкл реактива Элмана, через 10 мин. инкубации при комнатной температуре определяли оптическую плотность на спектрофотометре PV 1251C при $\lambda = 412$ нм с учетом коэффициента молярной экстинкции. Коэффициент молярной экстинкции при определении содержания TSH составляет $13600 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$.

Для измерения активности глутатионпероксидазы к 0,8 мл Трис-НСl буфера (pH – 7,25), содержащего 0,012 M азида натрия, 0,001 M этилендиаминтетрауксусной кислоты и 4,8 mM GSH, добавляли 0,1 мл гомогената головного мозга и 20 mM трет-бутилгидропероксида, инкубировали 10 мин. при температуре $37^\circ C$. Реакцию останавливали, присоединяя 0,02 мл раствора 25%-ной трихлоруксусной кислоты; для получения нулевой точки аналогичную процедуру проводили сразу после введения трет-бутилгидропероксида. Пробы центрифугировали (5000 об/мин., 5 мин.), к 1 мл фосфатного буфера (pH – 7,8) добавляли 30 мкл полученного супернатанта и 30 мкл реактива Элмана, измеряли оптическую плотность при $\lambda = 412$ нм и $\lambda = 700$ нм [6].

Результаты и обсуждение

В результате исследований получены количественные непрерывные данные. Так как в эксперименте использованы малые выборки, которые имели ненормальное распределение, анализ проводили

Группы	SH, ммоль/л	GSH, ммоль/л	ГП, ммоль GSH/мин.хл	ТБКРС, ммоль/л
Контроль	5,5 (5,4; 5,6)	4,6 (4,4; 4,8)	70 (70; 72)	19,9 (13,8; 22,7)
ТИГМ 1 час	1,0 (1,0; 1,1) *	1,1 (1,0; 1,2) *	0 (0; 0) *	12,3 (11,7; 14,1)
ТИГМ 1 сутки	0,7 (0,6; 0,7) *+	0,5 (0,2; 0,7) *+	0 (0; 0) *	5,9 (2,1; 10,9) *

Таблица 1. Показатели прооксидантно-антиоксидантного баланса ГМ крыс с тотальной церебральной ишемией, Me(LQ;UQ)
Примечание: * – p<0,05 по сравнению с контрольной группой, *+ – p<0,05 по сравнению с 1-часовой ТИГМ

методами непараметрической статистики с помощью лицензионной компьютерной программы Statistica 10.0 для Windows (StatSoft, Inc., США). Данные представлены в виде Me (LQ; UQ), где Me – медиана, LQ – значение нижнего квартиля; UQ – значение верхнего квартиля. Различия между группами считали достоверными при p<0,05 (тест Крускаллы-Уоллиса с поправкой Бонферони) [4].

Базовый прооксидантно-антиоксидантный статус коры головного мозга характеризовался параметрами, установленными в контрольной группе (табл. 1).

По сравнению с контрольной в группе ТИГМ продолжительностью 1 час отмечали статистически значимое уменьшение показателей неферментативных механизмов защиты – общих SH-групп белков и глутатиона на 82 (79; 87)%, p<0,05, концентрации GSH – на 75 (71; 81)%, p<0,05, а также нулевую активность глутатионпероксидазы, что указывает на несостоятельность антиоксидантных механизмов. Содержание ТБКРС не изменялось, так как для его наработки необходим определенный уровень оксигенации.

При 1-суточной ТИГМ, по сравнению с контрольной группой, произошло уменьшение общих SH-групп белков и глутатиона на 88 (81; 91)%, концентрации GSH на 87 (79; 92)%. Активность глутатионпероксидазы была нулевой, как и в группе ТИГМ продолжительностью 1 час, что, возможно, связано с повреждением и инактивацией фермента

активными формами кислорода. Содержание ТБКРС уменьшилось на 70 (65; 75)%, p>0,05.

В условиях 1-суточной ТИГМ отмечено более значительное, чем при 1-часовой ТИГМ, уменьшение общих SH-групп белков и глутатиона – на 34 (29; 38)%, концентрации GSH – на 55 (48; 61)% и ТБКРС – на 53 (47; 59)%, p<0,05.

Таким образом, по мере удлинения ишемического периода у крыс с ТИГМ происходит усугубление нарушений показателей прооксидантно-антиоксидантного баланса – уменьшение общих SH-групп белков и глутатиона, концентрации GSH и активности глутатионпероксидазы. Снижение содержания ТБКРС связано с отсутствием притока кислорода при тотальной ишемии головного мозга.

Низкий уровень неферментативной и ферментативной защиты указывает на общее снижение функциональной активности нейронов и невозможность запуска компенсаторных функций при ТИГМ.

При изучении показателей прооксидантно-антиоксидантного баланса ГМ в группе СИГМ продолжительностью 1 час по сравнению с контрольной отмечали уменьшение показателей неферментативных механизмов защиты – общих SH-групп белков и глутатиона на 56 (49; 61)%, p<0,05, концентрации GSH – на 57 (51; 63)%, p<0,05, а также повышение активности глутатионпероксидазы – на 12 (9; 18)%, p<0,05, отражающие высокую напряженность ферментативных механизмов и увеличение

Группы	SH, ммоль/л	GSH, ммоль/л	ГП, ммоль GSH/мин.хл	ТБКРС, ммоль/л
Контроль	5,5 (5,4; 5,6)	4,6 (4,4; 4,8)	70 (70; 72)	19,9 (13,8; 22,7)
СИГМ 1 час	2,4 (2,3; 2,4) *	1,94 (1,7; 2,0) *	80 (80; 82)*	29,4 (28,7; 30,5)*
СИГМ1 сутки	1,0 (0,9; 1,1) *+	1,4 (1,3; 1,5) *+	18 (12; 18)* +	35,1 (34,3; 35,8)* +

Таблица 2. Показатели прооксидантно-антиоксидантного баланса головного мозга крыс с субтотальной церебральной ишемией, Me (LQ; UQ)

Примечание: * – p<0,05 по сравнению с группой контроля, *+ – p<0,05 по сравнению с 1-часовой СИГМ

содержания ТБКРС – на 32 (27; 38)%, являющихся маркером окислительного стресса (табл. 2).

При 1-суточной СИГМ произошло уменьшение общих SH-групп белков и глутатиона на 82 (77; 90)%, концентрации GSH – на 70 (68; 79)%. Активность глутатионпероксидазы была ниже на 74 (67; 81)%, а содержание ТБКРС – выше на 43 (37; 51)%, $p < 0,05$. Данные изменения свидетельствуют о выраженных оксидативных процессах (повышение содержания МДА), причем механизмы антиоксидантной защиты (снижение SH, GSH, активности глутатионпероксидазы) выражены слабо.

В условиях 1-суточной СИГМ отмечено более значительное, чем при 1-часовой СИГМ, уменьшение общих SH-групп белков и глутатиона – на 58 (51; 64)%, концентрации GSH – на 29 (19; 35)%, $p < 0,05$. Повысилось содержание ТБКРС на 17 (11; 23)%, что указывает на большую активность окислительного стресса при продолжительности СИГМ 1 сутки.

Изменения активности глутатионпероксидазы были в данных моделях разнонаправленными: при 1-часовой СИГМ она повышалась на 12 (9; 18)% по отношению к контролю, а при 1-суточной – снижалась на 74 (67; 81)%.

При 1-часовой СИГМ, по сравнению с показателями в группе ТИГМ 1 час, содержание общих SH-групп белков и глутатиона было больше на 60 (54; 65)%, концентрации GSH – на 42 (39; 56)%. Повысилось содержание ТБКРС на 59 (51; 63)%, $p < 0,05$. По сравнению с показателями в группе ТИГМ 1 сутки при 1-суточной СИГМ содержание общих SH-групп белков и глутатиона было больше на 36 (29; 45)%, концентрации GSH – на 63 (59; 75)%. Возросло содержание МДА – на 83 (78; 91)%, $p < 0,05$. Активность глутатионпероксидазы при ТИГМ была равна нулю.

Данные изменения свидетельствуют о меньшей выраженности окислительного стресса при СИГМ, чем при ТИГМ.

Таким образом, у крыс с СИГМ при продолжительности ишемического периода 1 сутки отмечались более выраженные нарушения прооксидантно-антиоксидантного баланса (уменьшение общих SH-групп белков и глутатиона, концентрации GSH и увеличение содержания ТБКРС), чем при 1-часовой СИГМ. Изменения активности глутатионпероксидазы были разнонаправленными – при 1-часовой СИГМ ее активность повышалась, а при 1-суточной – снижалась, что отражает усугубление дефицита антиоксидантных механизмов при данном способе моделирования церебральной ишемии. ■

■ **Summary.** The formation of reactive oxygen species is important in the life of the cells of the whole organism, including the brain. However, an excess of their production can lead to membrane damage, accumulation of products of lipid, protein and nucleic acid oxidation (aldehydes, ketones), deficiency of reduced pyridine nucleotides and phospholipids of mitochondrial membranes, and then to electrolyte imbalance, swelling of mitochondria, uncoupling of oxidation and phosphorylation processes, and death of neurons during ischemia. Damage to mitochondrial DNA unprotected by histones leads to inhibition of the synthesis of electron carrier proteins. In connection with the above, the study of oxidative stress, the activity of the antioxidant system is important. In the study, the parameters of respiration of mitochondria of rat brain homogenates with its total and subtotal ischemia were studied. It was found that in rats with subtotal ischemia, with the duration of the ischemic period of 1 day, there were more pronounced disorders of the prooxidant-antioxidant balance than with a 1-hour subtotal. Changes in the activity of glutathione peroxidase were multidirectional: with 1-hour subtotal ischemia, its activity increased, and with 1-day ischemia, it decreased, which reflects the aggravation of the deficiency of antioxidant mechanisms in this method of modeling cerebral ischemia.

■ **Keywords:** oxidative stress, cerebral ischemia, neurons.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2023-05-75-78>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Е.И. Бонь, Н.Е. Максимович. Способы моделирования и морфофункциональные маркеры ишемии головного мозга // Биомедицина. 2018. №2. С. 59–71.
2. Е.И. Бонь, Н.Е. Максимович. Сравнительный анализ морфологических нарушений нейронов теменной коры и гиппокампа крыс при различных видах экспериментальной ишемии головного мозга // Оренбургский медицинский вестник. 2021. №2. С. 29–36.
3. А.А. Бутин. Закономерности изменений сосудисто-капиллярной сети коры большого мозга в ответ на острую церебральную ишемию // Омский научный вестник. 2004. №26. С. 46–57.
4. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. – М, 2003.
5. Семченко В.В. Постановочическая энцефалопатия. – Омск, 1999.
6. Барковский Е.В. [и др.]. Современные проблемы биохимии: методы исследований. – Минск, 2013.
7. Adipose oxidative stress and protein carbonylation / A.K. Hauck [et al.] // J. Biol. Chem. 2019. V. 294, №4. P. 1083–1088. doi:10.1074/jbc.R118.003214.
8. J.A. Clemens. Cerebral ischemia: gene activation, neuronal injury, and the protective role of antioxidants // Free Radic. Biol. Med. 2000. №28. P. 1526–1531.
9. Q. Gao. Oxidative Stress and Autophagy // Adv Exp Med Biol. 2019. V.1206. P. 179–198. doi:10.1007/978–981–15–0602–4_9.
10. R. Li, S. Guo, S. Lee. Neuroglobin protects neurons against oxidative stress in global ischemia // J. Cereb. Blood Flow Metab. 2010. V.30. P. 1874–1882.
11. Oxidative / Nitrosative Stress and Preeclampsia / Taysi S. [et al.] // Mini Rev Med Chem. 2019. V.19, №3. P. 178–193. doi:10.2174/1389557518666181015151350.
12. Oxidative stress and aging / A.D. Romano [et al.] // J. Nephrol. 2010. V.15. P. 29–33.
13. Oxidative Stress and Renal Fibrosis: Mechanisms and Therapies / H. Su [et al.] // Adv Exp Med Biol. 2019. V.1165. P. 585–604. doi:10.1007/978–981–13–8871–2_29.
14. Oxidative stress, eryptosis and anemia: a pivotal mechanistic nexus in systemic diseases / R. Bissinger [et al.] // FEBS J. 2019. V.286, №5. P. 826–854.
15. Relationship of Oxidative Stress as a Link between Diabetes Mellitus and Major Depressive Disorder / G.Z. Réus [et al.] // Oxid Med Cell Longev. 2019. №3. P. 863–970. doi:10.1155/2019/8637970.
16. The Naked Mole Rat: A Unique Example of Positive Oxidative Stress / F. Saldmann [et al.] // Oxid Med Cell Longev. 2019. P. 5258–5265.

Статья поступила в редакцию 08.12.2022 г.

Стресс-тест белорусской валюты в условиях внешнего шока



Александр Козлов,
заместитель
генерального директора
НПЦ НАН Беларуси по
материаловедению,
кандидат
экономических наук



В условиях международной политической и экономической турбулентности граждане Республики Беларусь озабочены вопросом сбережения своих денежных средств, овеществляющих их труд. Поскольку универсального способа, позволяющего решить эту нетривиальную задачу, нет, рассмотрим наиболее часто встречающиеся варианты сохранения накоплений и проведем их анализ. Сразу отметим, что данное исследование не предполагает сравнения полученных результатов с уровнем инфляции, а преследует цель определить конкурентоспособность белорусского рубля при выборе модели сбережения и приумножения капитала.

Вопросам исследования инфляции и девальвации с позиции разных аспектов посвящены отдельные работы автора [3] и многих известных белорусских ученых: В. Гусакова, А. Дайнеко, П. Лемещенко, А. Лученка, С. Солодовникова, В. Тарасова и др. [2, 5], а также российских – Л. Абалкина, В. Андрианова, Л. Красиной, М. Малкиной, Г. Пановой и др. [1, 8].

Большое количество научных трудов затрагивает вопросы оптимизации инвестиционных рисков. Первопроходцем в этом вопросе является Нобелевский лауреат по экономике Г. Марковиц, который в 1952 г. опубликовал статью под названием «Выбор портфеля» [11]. По сути, он сформулировал современную портфельную теорию как метод выбора активов, целью которого является получение максимальной прибыли при минимальных рисках. Проблемами оптимального распределения инвестиций также занимались нобелевцы У. Шарп, Ф. Модильяни и М. Миллер.

Широкое распространение имеет классический способ хранения денег – размещение средств в банковских вкладах, который считается одним из самых надежных. Как показывает практика последних 5 лет, те граждане Беларуси, которые разместили свои средства на депозитах и не поддались отдельным паническим движениям на рынке, не только сберегли их, но и существенно приумножили. Значительный

вклад в обеспечение стабильности на валютном рынке делает главный регулятор – Национальный банк Республики Беларусь, который, изменяя ставку рефинансирования, сглаживает различного рода негативные последствия от инфляции и девальвации. Так, за последние 10 лет ставка рефинансирования колебалась от 32 до 8,75% годовых. Национальный банк повышал ее с 01.03.2022 г. до 12% годовых, но уже в 2023 г. трижды снижал: в январе до 11,5% годовых, марте до 11% годовых и с апреля до 10,5% [9]. В целом на десятилетнем промежутке задан тренд на снижение ставки рефинансирования.

Не менее жизнеспособно, актуально наличное хранение денег. Но это весьма опасный вариант, поскольку граждане часто становятся жертвами злоумышленников и искателей легкой наживы, к тому же он не позволяет увеличить свои капиталы. Так что если и решено сберегать наличные деньги, то лучше их хранить в специальных банковских ячейках.

Приобретение мерных слитков из драгоценных металлов – еще одна возможность выгодного вложения, основанная на классических и вечных ценностях ограниченных в природе ресурсов – золота и серебра, платины. По причине нестабильности валютного рынка в последние годы именно ей отдают предпочтение все больше людей.

Альтернативным современным подходом к сохранению капитала является приобретение облигаций, акций и криптовалюты. Если первые известны белорусскому населению давно, то возможность инвестировать в акции появилась относительно недавно. Пока данные инструменты не получили широкого распространения, поскольку в нашей стране идет формирование национального фондового рынка и его интеграция в международный.

Что касается криптовалют, то, по мнению автора, это достаточно рискованный вариант. Хотя сегодня довольно сложно представить мировую экономику без цифровых знаков, и в первую очередь биткойна, говорить, что это ноу-хау станет чем-то прорывным в мире финансов, преждевременно. Полагаем, что они могут дополнить современные деньги, но никак не заменить их, если только сами государства не станут осуществлять эмиссию национальной валюты в виде «условного биткойна». По мнению ряда исследователей и практиков, непрозрачность биткойнов и токенов связана прежде всего с отсутствием сведений

о конечном бенефициаре и наличии потенциальной возможности обезличенно манипулировать ценой актива на рынке в своих интересах.

Особого внимания для сбережения средств заслуживает действующий государственный подход к формированию стоимости национальной валюты. Длительный период времени мультивалютная корзина учитывала стоимость российского рубля, доллара и евро, доли которых до недавнего времени распределились в пропорции 50:30 и 20%. Национальный Банк Республики Беларусь с 15.07.2022 г. включил в валютную корзину китайский юань, сократив за счет него долю евро в 2 раза, то есть до 10%, а с конца года и вовсе исключил евро из расчета валютной корзины в пользу российского рубля [6]. Таким образом, ныне существующая модель формирования стоимости белорусского рубля учитывает 3 валюты: российский рубль, доллар США и китайский юань. Действуя по такому же принципу, граждане (и инвесторы) за счет личного мультивалютного портфеля могут обеспечить себе защиту от турбулентности на валютном рынке.

Возможным вариантом решения вопроса может стать включение в личный портфель не только названных иностранных валют, но и самого белорусского рубля. Целесообразно даже взять его за основу в объеме 50% портфеля, оставшиеся 50% распределить между российским рублем, долларом и евро. При этом белорусский и российский рубли в совокупности с учетом их наибольшей связи могут составить 60%, а резервные мировые валюты – 40%, например доллар и евро в равных долях – по 20%. Таким образом, может получиться некий портфель, который на 60% будет состоять из национальной денежной единицы и единицы Союзного государства, а на 40% – из мировых резервных валют. По усмотрению инвестора в личную мультивалютную корзину можно включить и китайский юань, например за счет доли евро, но, по мнению автора, в настоящее время целесообразно проявить сдержанность и понаблюдать за поведением данной валюты несколько лет либо дождаться, когда она наберет обороты в международных расчетах, потеснив доллар США.

Рассмотрим практическую сторону вопроса и на конкретных примерах покажем, как изменяется итог в зависимости от выбора того или иного способа сбережения. С этой целью проанализируем 4 модели, ответив на несколько

Дата изменения	Размер ставки рефинансирования (%)	Период применяемой ставки (дни)	Промежуточные коэффициенты роста
20.03.2023 г.	11	–	–
01.03.2023 г.	11	19	1,0057
23.01.2023 г.	11,5	37	1,0117
01.03.2022 г.	12	328	1,1078
21.07.2021 г.	9,25	223	1,0565
21.04.2021 г.	8,5	91	1,0212
01.07.2020 г.	7,75	294	1,0624
20.05.2020 г.	8	42	1,0092
19.02.2020 г.	8,75	91	1,0218
20.11.2019 г.	9	91	1,0224
14.08.2019 г.	9,5	98	1,0255
27.06.2018 г.	10	413	1,1132
14.02.2018 г.	10,5	133	1,0383
18.10.2017 г.	11	119	1,0359
13.09.2017 г.	11,5	35	1,0110
19.07.2017 г.	12	56	1,0184
14.06.2017 г.	13	35	1,0125
19.04.2017 г.	14	56	1,0215
15.03.2017 г.	15	35	1,0144
15.02.2017 г.	16	28	1,0123
18.01.2017 г.	17	28	1,0130
17.08.2016 г.	18	154	1,0759
01.07.2016 г.	20	47	1,0258
01.05.2016 г.	22	61	1,0368
01.04.2016 г.	24	30	1,0197
09.01.2015 г.	25	448	1,3068
13.08.2014 г.	20	149	1,0816
16.07.2014 г.	20,5	28	1,0157
19.05.2014 г.	21,5	58	1,0342
16.04.2014 г.	22,5	33	1,0203
10.06.2013 г.	23,5	310	1,1996
15.05.2013 г.	25	26	1,0178
17.04.2013 г.	27	28	1,0207
20.03.2013 г.	28,5	28	1,0219

Таблица 1. Исходные данные для расчета коэффициент роста базового актива (BYN) за последние 10 лет

Источник: авторская разработка по данным [9]

вопросов: какой финансовый результат, получит гражданин, хранивший дома в «стеклянной банке» доллары, евро, российские рубли или золото и компенсировала ли процентная ставка по сбережениям в белорусских рублях негативные результаты девальвационных процессов?

За основу расчета для начисления процентов возьмем ставку рефинансирования, которая, как правило, является минимальной для среднесрочных и долгосрочных депозитов. Для объективности исследования анализ проведем на временных промежутках – за последние 10 и 5 лет, 3 и 1 год. За точки отсчета возьмем 20.03.2013 г., 20.03.2018 г.,

Актив	Коэффициент роста за период			
	1 год (20.03.2022 – 20.03.2023 гг.)	3 года (20.03.2020 – 20.03.2023 гг.)	5 лет (20.03.2018 – 20.03.2023 гг.)	10 лет (20.03.2013 – 20.03.2023 гг.)
BYR	1,12	1,32	1,44	4,09
USD/BYN	0,86,	1,12	1,45	3,32
EURO/BYN	0,83	1,1	1,26	2,73
RUB/BYN	1,19	1,18	1,10	1,34
GOLD/USD	1,02	1,32	1,50	1,23

Таблица 2. Коэффициент роста базового актива за последние 10 лет (2013–2023 гг.)

Источник: авторская разработка на основе данных из открытых источников

20.03.2020 г., 20.03.2022 г. Следует отметить, что ранее автор уже проводил подобное исследование, но за дату отсчета в 2022 г. была взята дата подготовки публикации – 20 июня [7]. Тогда белорусский рубль превзошел все ожидания и стал самым привлекательным инструментом, как для сбережения, так и для инвестирования на промежутках от года до 10 лет. В настоящей статье автор решил проверить крепость белорусского рубля в более экстремальных условиях турбулентности, обусловленных внешними обстоятельствами.

В период с февраля по апрель 2022 г. на валютном рынке наблюдались всплески и падения российского рубля и, соответственно, белорусского. Случалось, что, следуя за российским рублем, белорусский терял до 50% своей стоимости и достигал соотношения 3,80 руб. за 1 долл., но к июню, на момент проведения вышеуказанного исследования, ситуация на валютном рынке нормализовалась.

Исходные сведения для расчетов приведены в *табл. 1*, они взяты из открытых источников и представляют собой статистические сведения Нацбанка. В четвертом столбце содержатся коэффициенты роста базового актива в промежутках, когда изменялась ставка рефинансирования (белорусский руб.).

В *табл. 2*, в строке 1 собраны данные уже накопленного роста базового актива за определенный период – 1 год, 3, 5 и 10 лет. Этот расчет произведен с учетом применения ставки рефинансирования к условному вкладу, чтобы уточнить, насколько она компенсирует девальвацию белорусского рубля. Как видно из *табл. 2*, по итогам 10 лет накопленный рост составил 4,09. Это означает, что рубль, размещенный в банке 10 лет назад под ставку рефинансирования и даже не под банковский процент, который, как правило, выше ее, вырос до 4 руб. 09 коп., т.е. более чем в 4 раза.

Для того чтобы понять, много это или мало, соотнесем цены других базовых активов – таких мировых валют, как доллар, евро, российский рубль, и золота. В *табл. 3* указаны их цены 1, 3 года, 5 и 10 лет назад. Достаточно большие временные промежутки взяты исключительно для того, чтобы получить объективную картину на финансовом рынке. После систематизации данных из *табл. 3* в *табл. 2* внесены уже расчетные показатели об изменении цены базовых активов к текущей дате, то есть на 20.03.2023 г.

В итоге получаем наглядное сопоставление того, как изменилась их стоимость. Доллар в пересчете на белорусские рубли за 10 лет подорожал в 3,32, евро – в 2,73, а российский рубль –

Актив	Цена на дату				
	20.03.2013 г.	20.03.2018 г.	20.03.2020 г.	20.03.2022 г.	20.03.2023 г.
USD/BYR	0,86	1,9636	2,5414	3,2976	2,8513
EURO/BYR	1,113	2,4084	2,7610	3,6460	3,0355
RUB/BYN*	2,79	3,4116	3,1806	3,1470	3,7472
GOLD/USD**	1607,50	1311,00	1494,40	1935,80	1969,35

Таблица 3. Изменение цены базового актива за последние 10 лет (2013–2023 гг.)

* цена указана из расчета за 100 российских рублей;

** цена указана за тройскую унцию по данным Лондонской биржи металлов (LME)

Источник: авторская разработка на основе данных из открытых источников [4, 10]

в 1,34 раза. Таким образом, за указанный период белорусский рубль, хранящийся в любом отечественном банке, за счет роста обеспечил бы стабильность финансовой модели частного домохозяйства. На полученную сумму можно было бы купить долларов в 1,23, евро в 1,5, российских рублей в 3, а золота – в 3,3 раза больше, нежели сумма самих этих активов, хранящихся в кубышке. Следует обратить внимание на то, что данная оценка не учитывает возможность альтернативного хранения валютных средств на депозите в банке под небольшой (2–3% годовых), но все же процент. Справедливости ради следует сказать и то, что белорусский рубль приводился к текущей стоимости также не по более выгодной ставке срочного банковского депозита, который, как правило, превышает ставку рефинансирования на те же несколько процентов годовых.

Проведенный расчет свидетельствует, что в 10-летнем интервале сберегать свои деньги лучше в банке. При этом белорусский рубль оказался самым доходным по сравнению с другими валютами и даже золотом. Такая же тенденция наблюдается в 3-летнем периоде. В 5-летнем доллар и золото оказались по доходности сопоставимы с белорусским рублем, несущественно превысив расчетную стоимость по предложенной выше методике. В краткосрочном лаге за последний год с учетом того, что белорусский и российский рубль в моменте были сильно обесценены, эти денежные единицы продемонстрировали наибольший показатель сохранности. На первом месте расположился российский рубль, на втором – белорусский. Здесь также проявились скрытые резервы белорусской валюты, и те, кто правильно оценил ситуацию и не поменял долгосрочную стратегию, получили выигрыш от сбережений в ней за 1 год в 1,3 раза больше, чем от сбережений в долларах и евро. Следовательно, по совокупности факторов самым выгодным источником сбережений является белорусская национальная валюта. При этом ее курсовая устойчивость и пониженная волатильность на рынке – заслуга финансовых операторов, которые связали стоимость белорусского рубля с валютной корзиной. Это позволило сдерживать спекулятивные мотивы участников рынка.

Промежуточные коэффициенты роста в *табл. 1* показывают, как прирастает базовый актив белорусского рубля в случае нахождения на условном депозите под ставку рефинансирования с учетом количества дней.

В *табл. 2* приведены расчетные данные о том, как изменился бы базовый актив за разные промежутки 10-летнего периода. При этом в отношении доллара, евро и золота не учитываются возможности роста на размер процентной ставки.

В *табл. 3* приведена стоимость иностранной валюты, выраженная в белорусских рублях на указанную дату, цена золота указана в долларах за тройскую унцию.

Таким образом, в Республике Беларусь для инвесторов – граждан и юридических лиц создан достаточно эффективный инструмент хранения свободных денежных средств, о чем свидетельствует исследование на различных временных интервалах. В случае разумной диверсификации инвестиции в белорусский рубль могут стать достаточно выгодными в будущем и составить серьезную альтернативу золотовалютным сбережениям. Проведенный анализ по сути является стресс-тестом для национальной валюты: он показал, что даже в условиях глобальной международной нестабильности белорусский рубль остается достаточно надежным средством не только для сбережения, но и умножения накоплений. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грязнова А.Г. Инфляция и антиинфляционная политика в России / А.Г. Грязнова, Л.И. Абалкин, Т.В. Парамонова и др.; под ред. Л.Н. Красавиной. – М., 2000.
2. Гусаков В.Г. Социально-экономическая модель: становление и развитие: монография / В.Г. Гусаков, А.Е. Дайнеко, И.А. Грибоедова // <https://znanium.com/catalog/product/1066215/>.
3. Козлов А.В. Инновационность национальной экономики и инфляция / А.В. Козлов, В.И. Тарасов, И.А. Карачун // *Банковский вестник*, 2014. №8. С. 25–29.
4. Курсы валют // Национальный банк Республики Беларусь // <https://www.nbrb.by/statistics/rates/ratesdaily/>.
5. Лемещенко П.С. Деньги как институт: от созидания к разрушению / П.С. Лемещенко / *Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы: сборник научных статей. В 2 т. Т. 1 / Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси; ред. кол.: В.Л. Гурский [и др.]*. – Минск, 2018.
6. Об изменении с 12 декабря 2022 г. перечня валют, входящих в состав корзины иностранных валют. Пресс-релиз Национального банка Республики Беларусь // Национальный банк Республики Беларусь // <https://www.nbrb.by/press/12969/>.
7. Козлов А.В. Как приумножить свои финансы / А.В. Козлов // *Финансы. Учет. Аудит*. 2022. №12 (347). С. 36–37.
8. Панова Г.С. Инфляция в России: аналитический обзор причин и мер по преодолению / Г.С. Панова // *Банковское дело*. 2008. №5. С. 23–38.
9. Ставка рефинансирования // Национальный банк Республики Беларусь // <https://www.nbrb.by/statistics/monetarypolicyinstruments/refinancingrate/>.
10. Золото (Лондон, USD, PM) // Invest Funds. Независимый источник данных для частного инвестора России // <https://investfunds.ru/indexes/354/>.
11. Markowitz H.M. Portfolio Selection // <https://www.hmarkowitz.com/wp-content/uploads/2015/02/Markowitz-1952-Article-PORTFOLIO-SELECTION.pdf>.

Iryna Yemelyanovich

"A digit" for improving the quality of the herd 5

There has been presented an overview of digital technologies for a smart farm, promising significant effects and gains by their use.

Gennady Volnisty, Viktor Dravitsa, Ivan Korol, Evgeny Yakushkin

Traceability of products from farm to counter is a path to the consumer safety 10

The article describes the "from farm to counter" technology of electronic traceability and safety of food, developed on the basis of information systems, resources and services of GIS AITS, ePASS and VET.EPASS, using international standards for identification and electronic data interchange.

Dmitry Bogdanovich, Vladimir Timoshenko, Andrey Muzyka

Promising directions for improving milk production technology 16

The authors consider a new generation farm as a biotechnical complex with a flexible self-adaptive system of machines, the parameters and modes of which are linked with the productivity of animals and the full automation of production processes.

Vladimir Perednya

Intelligent robotic way of milking cows 21

The author shows the necessity of developing an innovative intelligent robotic method of milking cows, which would allow to obtain high-quality milk at low cost with sufficient productive longevity of animals.

Stanislav Karpovich, Dmitry Komlach,

Evgeny Zhilich, Yulia Rogalskaya

Software and hardware complex for identification and control of the animals' physiological condition 24

The authors present the domestic software and hardware complex of the identification and control of the animals' physiological condition system used for automatic collection of information, analysis of the data and giving recommendations, which allows real-time control of the necessary processes on the farm.

Valery Baynev, Sergei Makarevich

Resource-utility approach to ensuring the technological security of the Republic of Belarus 27

The article considers the development of a resource-utility approach to the analysis and management of socio-economic systems by extending it to the research, scientific, technical, and innovation spheres.

Borys Gusakov, Vadim Loiko

Allocative value of design and technological know-how 33

The authors study the problem of allocative (distributive) cost of design and technological know-how formation, and propose a system of innovative technologies and products scoring.

Petr Vityaz, Valery Fedosyuk, Kazimir Yanushkevich

Rare earth elements in production and materials science: analysis of mining and use 38

The article considers the discovering history and rare earth metal practice, the state of their world market, as well as the significance of these elements used in modern high-tech industries.

Yury Pleskachevsky

On the history of mechanics in Belarus 44

It is the first in its way research that analyzes the formation of theoretical and applied mechanics in our country, the contribution of Belarusian scientists to this process in the past and at present, the departments formation in the leading universities of the republic and other aspects related to this area of physical science.

Anatoly Kulak

Admirers of the sun 54

The article considers the discovering history of Apollo, one of the most amazing species of butterflies, living in specific natural conditions and out-of-the-way places, as well as their role in the development of world entomology and the participation of Belarusian and Russian researchers in this process.

Aliaksandr Sudnik, Iryna Voznyachuk,

Natallia Hryshchankava, Aliaksandr Puhacheuski

Vegetation monitoring in Belarus and its role in the bio-diversity conservation and the use of natural resources 60

The article provides an information about the principles of continuous monitoring of flora, as an essential element of the natural environment, within the framework of the unified state monitoring system.

Volha Sharaya

Kin-oriented ideas in the Belarusian traditional culture and peculiarities of their research (Part 1) 66

The article examines the specific traits of kinship ties and associated with them customs of Belarusians and other peoples of Europe, their role and regional features, as well as the history of research and setting this part of culture into a separate scientific branch on the border of several scientific disciplines.

Alena Paulava

The ritual of «weaving the veltse» in the wedding rite 72

The author describes one of the brightest local wedding customs of Belarusians based on the analysis of data obtained during field research in the Braginsky district of the Gomel region.

Elizaveta Bon, Natalia Maksimovich, Iosif Dremza,

Tatyana Kavalenya, Maria Lychkovskaya,

Alexandra Koiko, Violetta Shevchuk

Prooxidant-oxidant balance in rats with cerebral ischemia 75

The study shows the importance of generating reactive oxygen species for the vital activity of body cells in general, and the brain in particular, and also the danger of their excessive production.

Alexander Kozlov

Stress test of the Belarusian currency in the face of external shock 79

The article considers the ways to save money in present-day situation; the calculations and a comparative analysis of alternative models for investing in gold, Belarusian and Russian roubles, US dollars and euros have been made. The author shows and justifies the advantages of keeping money in the national currency.



Духоўна-культурная спадчына Гарадоцкага краю : з электронным дадаткам / уклад.: Т. К. Цяпкова, Г. І. Цяпкова ; падрыхт. аўдыядыска І. А. Васільевай. – Мінск : Беларуская навука, 2023. – 484 с. : іл. + 1 электрон. апт. дыск (CD=ROM). – (Фальклор нашага краю). ISBN 978-985-08-3002-9.

У кнізе змешчаны фальклорна-этнографічныя матэрыялы, сабраныя ў Гарадоцкім раёне Віцебскай вобласці ў другой палове XX – пачатку XXI ст. Яны ахопліваюць усё багацце традыцыйнай культуры Гарадоцкага краю: каляндарную і сямейную абраднасць, пазаабрадавую лірыку, замоўныя практыкі, вусныя апавяданні і інш.

Адрасуецца фалькларыстам, этнографам, дыялектолагам, краязнаўцам, сацыёлагам, філосафам, работнікам устаноў культуры і агульнаадукацыйнай сферы, а таксама шырокаму колу чытачоў, якія цікавяцца народнымі традыцыямі.

Да кнігі дадаецца кампакт-дыск, на якім змешчаныя ў зборніку песні прадстаўлены ў жывым гучанні.

Этнокультурные процессы Белорусского Поднепровья (Могилевщины) в прошлом и настоящем / А. Вл. Гурко [и др.] ; науч. ред. А. Викт. Гурко ; Нац. акад. наук Беларуси, Центр исслед. белорус. культуры, языка и лит., Ин-т искусствоведения, этнографии и фольклора имени Кондрата Крапивы. – Минск : Беларуская навука, 2023. – 463 с. : ил. ISBN 978-985-08-2978-8.

Коллективная работа белорусских этнологов дает комплексное представление об этнической истории и традициях, особенностях материальной (жилище, одежда, традиции питания), социальной (семейные отношения, общественные объединения) и духовной культуры (этноконфессиональная структура, календарные праздники и обряды, театральная культура) населения Могилевщины. Впервые в научный оборот вводятся материалы полевых этнографических исследований, архивные источники.

Книга адресована историкам, краеведам, студентам учреждений высшего образования, организаторам регионального туризма, будет полезна широкому кругу читателей, интересующихся историей родного края.

Наземные и дистанционные методы оценки состояния экосистем особо охраняемых природных территорий / Д. Г. Груммо [и др.] ; под общ. ред. Д. Г. Груммо, А. В. Судника ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича. – Минск : Беларуская навука, 2023. – 351 с. ISBN 978-985-08-2985-6.

В монографии приводится концепция, представлены наземные и дистанционные методы оценки состояния экосистем и угроз биологическому разнообразию при проведении комплексного мониторинга естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. При ведении данного вида мониторинга НСМОС обеспечивается контроль по немногочисленным простым и недорогим в определении параметрам, используемым для оценки региональных тенденций и трендов в развитии экосистем ООПТ, а также особенностей пространственного проявления этих процессов. Практической целью работ является регулярный сбор данных о состоянии естественных (лесных, луговых, болотных и водных) экосистем, о степени и интенсивности их повреждения природными и антропогенными факторами, а также о динамике выявленных угроз функционированию экосистем и биоразнообразию ООПТ на основе данных дистанционного зондирования Земли.

Книга предназначена для работников органов государственного управления, специалистов в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов, научных работников и преподавателей вузов, работающих в области биологии и экологии, читателей, интересующихся проблемами экологии.

РУП «ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «БЕЛОРУССКАЯ НАУКА»

предлагает литературу

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

принимает заказы на печать

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

Получить информацию об изданиях и оформить заказы можно по телефону: (+37517) 396-83-27, 370-64-17, 267-03-74.
Адрес: ул. Ф. Скорины, 40, 220084, г. Минск, Республика Беларусь
belnauka@mail.ru
www.belnauka.by



30 лет

НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (НСМОС)
ВКЛЮЧАЕТ 13 ВИДОВ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, СРЕДИ НИХ:

- земель;
 - радиационный;
 - поверхностных вод;
 - геофизический;
 - подземных вод;
 - локальный;
 - атмосферного воздуха;
 - комплексный мониторинг естественных экологических систем на особо охраняемых природных территориях;
 - озонового слоя;
 - комплексный мониторинг торфяников.
 - растительного мира;
 - лесов;
 - животного мира;
- Подробности здесь:*
<https://www.nsmos.by/content/news/item/id/1230>

Организацию и координацию функционирования НСМОС осуществляет
Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды

Информационно-аналитический центр мониторинга
растительного мира и комплексного мониторинга
естественных экологических систем
на особо охраняемых природных территориях
Институт экспериментальной ботаники
им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси
Тел.: (017) 224 18 54; (017) 272 16 95
E-mail: monitoring@biobel.bas-net.by