



ВОЧЫ ЗЯМЛІ:
СВЯТЫЯ
КРЫНІЦЫ

20

АНАЛИЗ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ
АСПЕКТОВ КАЧЕСТВА

26

ЭЛЕКТРОМОБИЛЬНОСТЬ:
ИССЛЕДОВАНИЕ
БУДУЩЕГО

42


РАМЕСНІЦКІЯ ЦЭХІ
ГАРАДОЎ
БЕЛАРУСІ

64

Наука и инновации

№8 (270)
АВГУСТ 2025

научно-
практический
журнал



УНИКАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ
РОДНИКОВЫХ
ЭКОСИСТЕМ

ISSN 1818-9857



9 771818 985001 08

ISSN 2412-9372 (online)



220072, г. Минск, ул. Академическая, 1-129
тел.: (+375 17) 351-14-46; факс: (+375 17) 379-16-12
e-mail: **nii2003@mail.ru**

00753
007532





ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД

Программа и билеты
на сайте scifest.by



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

Учредитель:

Национальная академия наук Беларуси

Редакционный совет:

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

Главный редактор:

Жанна Комарова

Ведущие рубрик:

Ирина Емельянович Наталья Минакова	Татьяна Жданович Юлия Василишина
---------------------------------------	-------------------------------------

Дизайн и верстка:

Татьяна Аверкова

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)
007 53 (индивидуальная)

Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 9,8. Тираж 455 экз.
Цена договорная.
Подписано в печать 15.08.2025.

Издатель: РУП «Издательский дом «Беларуская навука». Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013. г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ №782.

© «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: РОДНИКОВАЯ ЭКОСИСТЕМА

Виктор Галанов

Расширение рекреационного потенциала Беларуси за счет родников 4

По итогам комплексного анализа использования водных ресурсов нашей страны показана необходимость расширения рекреационного потенциала водных объектов республики.

Владимир Байчоров, Юрий Гигиняк, Елена Куликова

Биологическое и ландшафтное богатство природы 10

Представлены уникальные родниковые экосистемы, которые нуждаются во внимании и охране в отношении гидрохимического загрязнения и крениобиотной фауны.

Николай Гречаник, Оксана Грядунова

Условия образования и география родников Брестской области 14

Рассмотрено многообразие природных условий и исторически сформировавшейся гидрогеографической сети в части распределения родников по территории Брестской области. Актуализируются задачи их охраны, рационального использования и мониторинга состояния.

Тацяна Валодзіна

Вочы зямлі: святыя крыніцы Беларусі 20

Матэрыял прысвечаны шанаванню крыніц на беларускай зямлі і міфалагічным уяўленням аб надзвычайных уласцівасцях гэтага воднага аб'екта.

ЭКОНОМИКА КАЧЕСТВА

Лариса Скрипко

Эволюционный анализ развития экономических аспектов качества 26

В публикации рассмотрены современные тенденции развития экономики качества, сформировавшиеся в последние два десятилетия.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА

Анна Попкова

Механизм хакатона как эффективный способ поддержки проектов социального предпринимательства 32

Рассмотрены особенности и преимущества хакатона как нового механизма стимулирования инновационных решений социальных проблем. Предложено применить его в целях взаимодействия крупных предприятий и субъектов малого и среднего бизнеса.

ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ

Александр Брасс

Принятие решений в научной организации: классика и современность 37

Обозначены факторы, свидетельствующие о влиянии эмоций и интуиции на принятие людьми решений, в том числе и управленческих.

ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ

Валерий Гончаров, Наталья Янкевич

Экономика электромобильности: исследование будущего 42

На основании новейших исследований подробно анализируются потенциальные проблемы, могущие сопутствовать массовому внедрению электрического транспорта в разных странах мира. Обозначены причины их возникновения, направления решения спорных вопросов, подчеркнута необходимость продолжения мультидисциплинарных изысканий.

КИТАЙ – МОДЕЛЬ УСПЕХА

Наталья Лопатова

Стимулирование научно-исследовательской деятельности в университетах Китайской Народной Республики: перспективы адаптации для Республики Беларусь (продолжение) 48

В статье проведен анализ государственной политики Китайской Народной Республики по активизации научно-исследовательской и инновационной деятельности учреждений высшего образования.

АРХИТЕКТУРА ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Сун Синь

Технико-технологический компонент качества образовательного процесса 53

Разработаны показатели, характеризующие технико-технологический компонент качества образовательного процесса, и способ их расчета.

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Виктор Левкевич, Иван Кирвель

Новые технологии берегозащиты как элемент природоохраны 57

Приводится сравнительный анализ состояния береговой линии водохранилищ Беларуси и соседних стран и эффективности различных типов береговых укреплений. Предлагается инновационное решение для защиты берегов.

СПАДЧЫНА

Аляксандр Доўнар

Рамесніцкія цэхі гарадоў Беларусі – вытворчыя аб'яднанні XVI–XVIII стст. 64

Апісваюцца прычыны, мэты і прынцыпы ўтварэння першых прафесійных саюзаў на тэрыторыі Беларусі, на шматлікіх прыкладах паказваецца ўклад жыцця і напрамкі працы іх удзельнікаў, крытэрыі для прыняцця ў рамесніцкі цэх, а таксама роля гэтых арганізацый у развіцці прамысловасці.

ИНФОЛИНИЯ

Юлия Переверзева

Библиотечные технологии интеллектуального управления информацией и знаниями 70

Анализируется процесс развития технологий в деятельности научных библиотек как центров информационной поддержки исследовательской работы, аккумулирующих не только информационные ресурсы и поисковые системы, но и постоянно внедряемые и обновляемые ИТ-достижения.

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Михаил Герасименко, Богдан Малюк, Ирина Кандыбо, Ольга Шалатонина, Людмила Пашкевич, Мохаммад Тахер Мохаммади, Андрей Деменцов

Исследования регионарного кровотока при подготовке к ревизионному эндопротезированию коленного сустава 74

Показано, что проведение реовазографических и ультразвуковых доплерографических исследований у пациентов с асептической нестабильностью эндопротеза коленного сустава обеспечивает специалистов важной информацией об индивидуальном состоянии регионарного кровотока в предоперационном периоде, позволяет стратифицировать группы риска и планировать послеоперационное восстановление.

Юрий Вувукиян, Светлана Зайкова

Применение вейвлет-нейронных сетей для обработки медицинских изображений 79

Представлена авторская разработка – программное решение с применением вейвлет-нейронных сетей для ускоренной обработки визуальных данных и получения эффективного инструмента для высокоточной диагностики.



СТР. 20



СТР. 32



СТР. 64



СТР. 70



Виктор Галанов,
заместитель министра
природных ресурсов и
охраны окружающей среды
Республики Беларусь

Расширение рекреационного потенциала Беларуси за счет родников

В соответствии с Водным кодексом Республики Беларусь родники относятся к числу поверхностных водных объектов. Их масштабное изучение на территории нашей страны впервые проведено Минприроды силами ЦНИИ комплексного использования водных ресурсов в рамках Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 гг.

Первый цикл инвентаризации в 2017–2020 гг. подтвердил наличие 1183 родников, сведения о которых были включены в раздел «Реестр поверхностных водных объектов Республики Беларусь» Государственного водного кадастра и переданы в областные комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также в НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам для дальнейших исследований по изучению биологического и ландшафтного разнообразия уникальных родниковых экосистем, определения их гидрохимических характеристик, историко-культурного значения и разработки научного обоснования для объявления их памятниками природы.

Информация, полученная в результате полевых экспедиций, легла в основу книги «Родники Беларуси», изданной в 2020 г. и содержащей информацию обо всех известных на тот момент источниках в разрезе речных бассейнов территориально-адми-

нистративных единиц (рис. 1). Основная цель первого цикла работ заключалась в верификации разрозненных данных, составлении структурированного и выверенного на местности перечня родников с указанием их точного местоположения (область, район, населенный пункт, географические координаты), фотофиксации, гидрологических характеристик (дебит, ширина, глубина) и принадлежности к особо охраняемым природным территориям (ООПТ). Инвентаризация проводилась одновременно в территориально-административном и бассейновом разрезе (в 2017 г. – в Брестской обл. и бассейнах рек Припять и Западный Буг; в 2018 г. – в Гомельской обл. и бассейнах рек Припять и Днепр; в 2019 г. – в Гродненской, Могилевской обл. и бассейнах рек Неман и Днепр; в 2020 г. – в Витебской, Минской обл. и бассейнах рек Западная Двина, Припять и Днепр).

Наибольшее количество родников сосредоточено в Могилевской, Минской и Гродненской областях – 22%, 20% и 19% соответственно, меньше всего –

в Гомельской (13%) и Брестской (10%). На рис. 2 их распределение показано в административно-территориальном, на рис. 3 – в бассейновом разрезе.

По сведениям лаборатории озероведения БГУ, наибольшее количество источников находится в холмисто-моренных и эрозионных ландшафтах с высокой глубиной расчленения рельефа северной и центральной частей Беларуси. В равнинных и низменных территориях Предполесья и Полесья родников сравнительно немного, встречаются они преимущественно по долинам рек, что подтверждается экспедиционными исследованиями, по результатам которых на Гомельщине и Брестчине их вдвое меньше в сравнении с другими регионами.

В границах административно-территориальных единиц распределение родников неравномерно (рис. 4 а–е): в Брестской обл. их более всего в Барановичском – 48 (39%), Каменецком – 18 (15%) и Брестском – 12 (10%) р-нах; в Гродненской – в Гродненском – 52 (23%) и Слонимском – 33 (15%);



Рис. 1. Книга «Родники Беларуси»

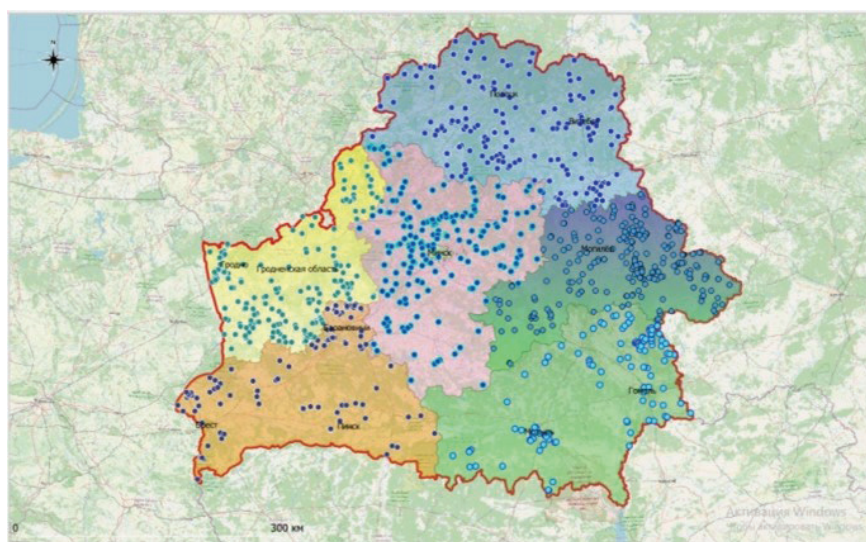


Рис. 2. Распределение родников в административно-территориальном разрезе

в Минской – в Минском – 40 (17%) и Логойском – 23 (10%); в Гомельской обл. – в Чечерском – 36 (24%) и Мозырском – 27 (18%). Отмечена относительно равномерная география по Витебской и Могилевской областям.

В среднем плотность источников составляет 0,57 на 100 км² территории республики, на 100 тыс. человек приходится 12,7 родника.

Важным показателем, характеризующим состояние источника, является производительность, или дебит, – объем воды, источаемой за единицу времени. Преобладающее большинство – 1129 (95%) – относится к малodeбитным с расходом, не превышающим 1 л/с. Так, источник Голубая криница в Славгородском р-не Могилевской обл. является крупнейшим по данному признаку: суммарный дебит всех выходов подземных вод, расположенных на дне родникового озера (120 грифонов), составляет 60 л/с.

Дифференцирование родников по этому показателю (рис. 5) свидетельствует о том, что самые мощные из них сосредоточены в Минской – 18 (8%), Могилевской – 12 (5%) и Гродненской обл. – 11 (5%), небольшие 0,1–1,0 л/с –

в Гродненской обл. – 96 (42%). Наиболее многочисленная группа во всех областях – родники с незначительной мощностью 0,01–0,1 л/с: в Брестской обл. – 73 (60%), Витебской – 89 (46%), Гродненской – 86 (38%), Минской – 101 (43%), Могилевской – 106 (41%).

Зная распределение объектов по дебиту, несложно рассчитать, что средний суммарный выход воды из всех составляет 51 043 392 л/с. Таким образом, суточное потребление питьевой воды из родника на одного жителя республики составляет 4,1 л (в случае пригодности для данных нужд 75% источников).

Большинство родников – 815 (69%) – обустроены и благоустроены, расположены в селитебной и рекреационной зонах. Немалая часть – 368 (31%) – остается в своем естественном состоянии и не изменена (рис. 6). Определены 104 источника (рис. 7), которые не требуют благоустройства в связи с тем, что находятся в труднодоступной местности (лес, пойма реки, болото), удалены от населенных пунктов, а также расположены вблизи (или непосредственно на территории) сельско-

хозяйственных (мелиорированных) земель.

Обустройство родников требует комплексного подхода с учетом всех прилегающих объектов, а также таких характеристик, как уровень залегания грунтовых вод, структура и свойства почв, расположение лесов, элементов инфраструктуры, строительных и иных объектов, распаханность полей и т.д. В случае неправильного обустройства может измениться качество воды в источнике, нарушиться его дебит вплоть до полного высыхания.

Актуализация сведений о родниках на территории нашей страны осуществляется по результатам оценки в соответствии с инструкцией «О порядке инвентаризации поверхностных водных объектов и использовании ее результатов», утвержденной постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды от 28.10.2022 г. №53.

В 2022–2024 гг. в ходе полевых исследований подтверждено отсутствие на местности 44 родников, в то же время обнаружено и верифицировано 37 новых. Таким образом, по состоянию на май 2025 г. раздел «Реестр поверхностных водных объектов Республики Беларусь» Государственного водного кадастра содержит сведения о 1176 источниках. Уникальность данных природных объектов можно рассматривать как с точки зрения их формирования, так и их роли в сохранении ландшафтного и биологического разнообразия и возможностей использования. Зачастую родники дают начало рекам и ручьям, являясь их истоками, имеют важное значение в поддержании стабильности гидрологического режима водоемов и водотоков, активно используются людьми в качестве нецентрализованных источников водо-

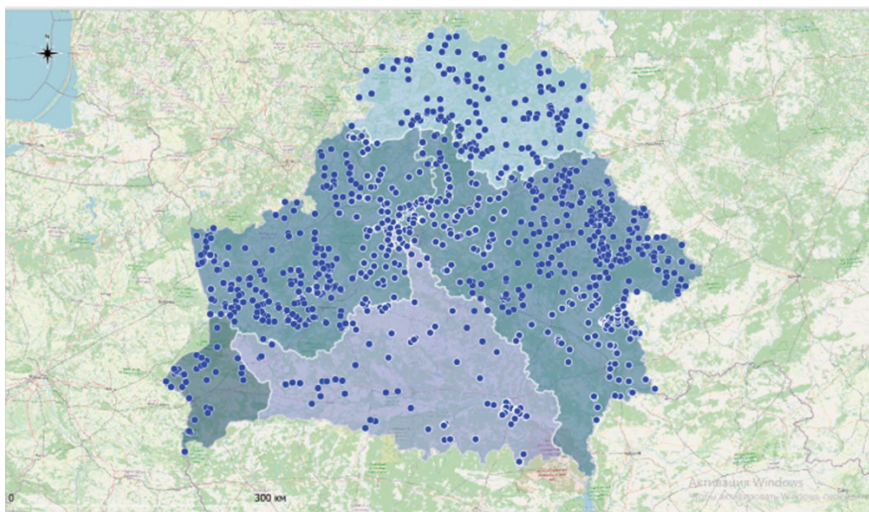


Рис. 3. Распределение родников в бассейновом разрезе

снабжения. По предварительным данным, вода около 40% источников может квалифицироваться как питьевая.

Образование родников обусловлено пересечением водоносных горизонтов отрицательными формами рельефа (например, речными долинами, балками, оврагами, озерными котловинами),

геологически структурными особенностями местности (наличием трещин зон тектонических нарушений, контактов изверженных и осадочных пород), фильтрационной неоднородностью водовмещающих пород и др.

У родника имеется жерло (грифон), откуда изливается вода, родниковая воронка, фор-

мирующая иногда небольшой водоем (родниковую ванну), и изливающийся дальше ключ. По характеру выхода подземных вод на поверхность различают два типа родников: нисходящие (рис. 8) и восходящие (рис. 9). Первые образуются в результате выклинивания на земную поверхность безнапорных водоносных

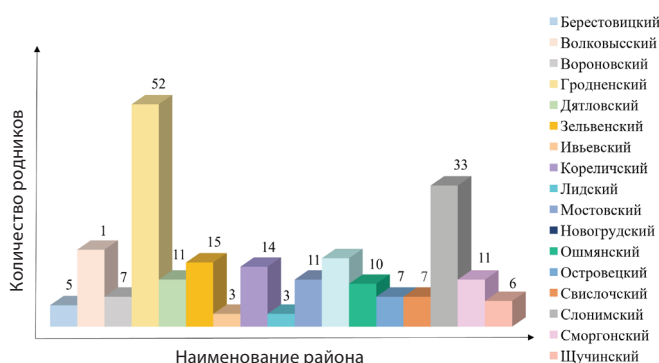


Рис. 4 а. Распределение родников в границах Брестской обл.

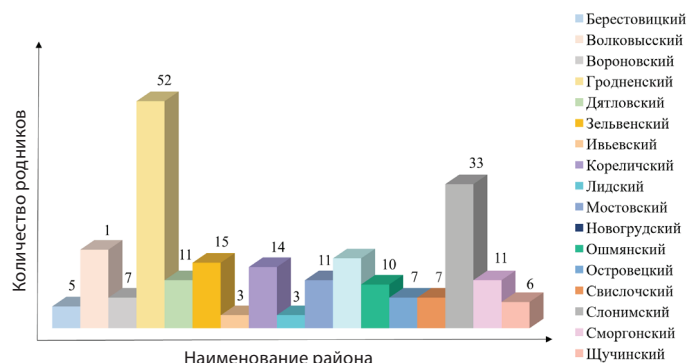


Рис. 4 б. Распределение родников в границах Гродненской обл.

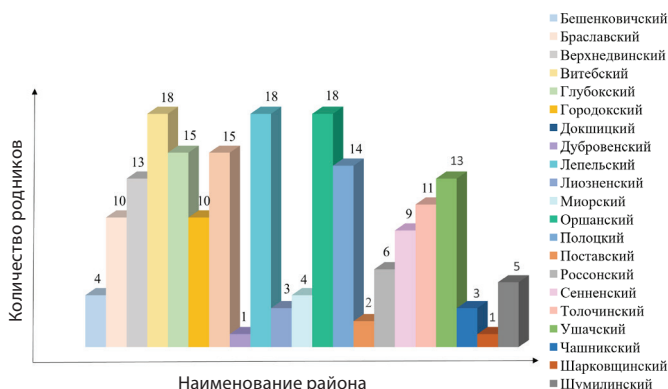


Рис. 4 в. Распределение родников в границах Витебской обл.

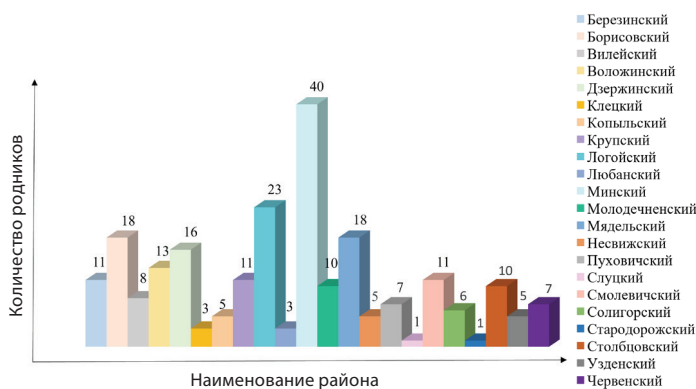


Рис. 4 г. Распределение родников в границах Минской обл.

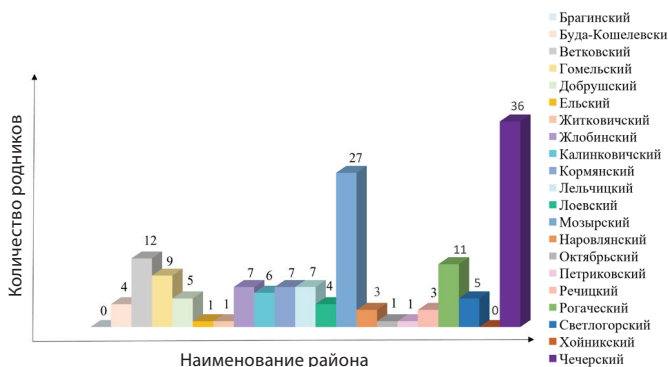


Рис. 4 д. Распределение родников в границах Гомельской обл.

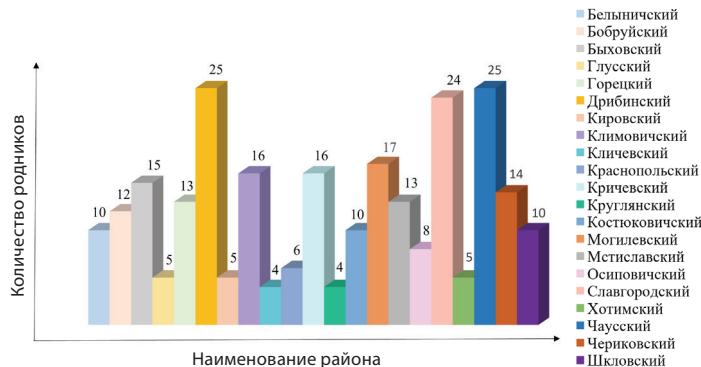


Рис. 4 е. Распределение родников в границах Могилевской обл.

пластов, находящихся на водопорных горизонтах, и характеризуются свободным и непрерывным истечением или высачиванием воды. При этом она движется сверху вниз от площади питания водоносного слоя к месту выхода на поверхность, которое всегда находится гипсометрически ниже области питания водного горизонта. В Беларуси преобладают родники нисходящего типа. Самый крупный из них – Болцковский в Мядельском р-не, на территории Национального парка «Нарочанский» (дебит – 20 л/с).

Восходящие родники с вертикальным движением воды под напором образуются при проникновении в поверхностные слои грунта напорных вод из нижележащих пластов в результате размыва покрывающих их водонепроницаемых пород. Источники такого типа чаще всего расположены на равнинной местности и могут способствовать формированию увлажненной окружающей территории с обильной растительностью. Классифицировать объект как родник крайне затруднительно, если вода в нем не имеет

постоянного дебита. Самый большой источник Беларуси – Голубая криница – относится к восходящему типу.

По периодичности истечения воды родники бывают постоянно и временно действующими (сезонными), по температурному режиму – холодные, теплые, горячие и кипящие. В нашей стране распространены источники с относительно низкой температурой, изменяющейся в течение года в сравнительно узких пределах. Ее годовые колебания в первую очередь обусловлены глубиной залегания водоносного слоя (чем глубже расположен, тем ниже температура подземных вод и, соответственно, в роднике) и дебитом (чем он выше, тем меньше пределы годовых амплитуд).

Как правило, температура воды в большинстве родников зимой составляет 0–3,5 °С, летом – 6–12 °С. Поэтому источники с достаточно высокими дебитами не замерзают даже в холодные зимы.

Количество родников в Беларуси в силу различных причин (мелиоративные мероприятия, вырубка лесов, строительные и дорожные работы и др.) сокращается. К ухудшению их состояния и зачастую к последующему исчезновению приводит нерациональная хозяйственная деятельность человека. Как правило, информация о качестве воды в источнике носит эпизодический характер, поскольку регулярный отбор проб не проводится.

О загрязнении прилегающих территорий, в том числе вследствие сельскохозяйственных работ, свидетельствует превышение некоторых показателей качества родниковой воды. Наиболее часто фиксируется увеличение значений ПДК по содер-

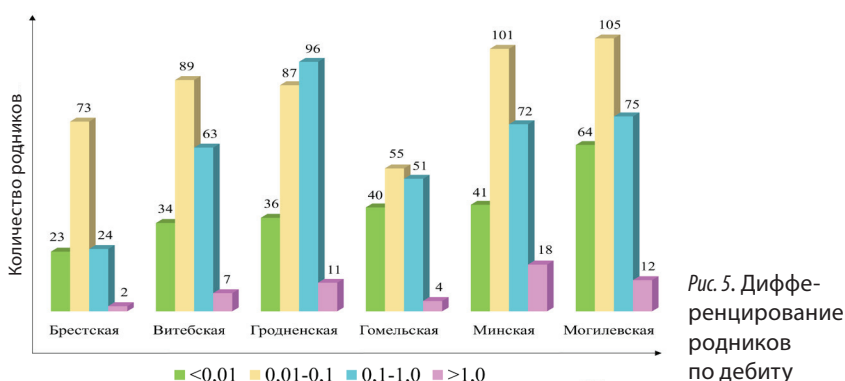


Рис. 5. Дифференцирование родников по дебиту



Рис. 6. Распределение родников по обустроенности

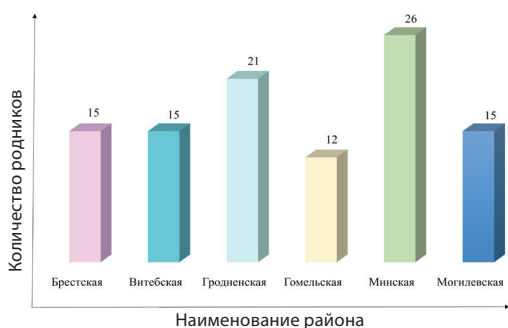


Рис. 7. Распределение родников, не требующих обустройства

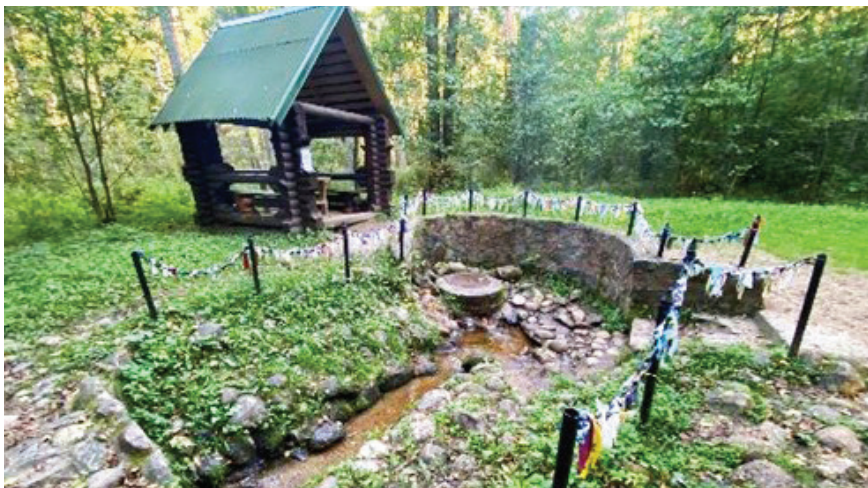


Рис. 8. Родник Окменица нисходящего типа в Браславском р-не



Рис. 9. Родник Голубая Криница восходящего типа в Славгородском р-не

жанию нитратов и нитритов в период весеннего снеготаяния, когда вымываются загрязнения с полей. Ближе к лету качество воды по содержанию органических веществ, как правило, нормализуется.

Некоторые источники, расположенные в зонах рекреации, часто посещают люди. При этом такие объекты являются центральным компонентом окружающих их ландшафтов, повышая их привлекательность.

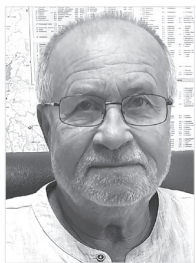
Родники – уникальные водные объекты как с точки зрения эстетических свойств, так и экологич-

ности – могут способствовать развитию экотуризма, созданию экологических троп, особо охраняемых природных территорий. Так, экологическая тропа «Святые криницы» в Минском р-не известна своими родниками, образующими небольшие водопады; от источника берет начало велотропа «Родник Красный» в Столбцовском р-не, пролегающая по лесным дорогам.

Эффективным механизмом охраны биологического и ландшафтного разнообразия выступают особо охраняемые природные территории. Законом Респуб-

лики Беларусь от 15.11.2018 г. №150-З «Об особо охраняемых природных территориях» определены правовые основы их объявления, функционирования, преобразования, прекращения функционирования, охраны и использования. На 01.01.2025 г. система включает 1355 объектов: 1 заповедник, 4 национальных парка, 378 заказников и 972 памятника природы республиканского и местного значения, 126 из которых – родники. Общая площадь ООПТ составляет более 1,9 млн га, или 9,2% территории страны. Беларусь обладает существенным туристическим потенциалом в данных рекреациях. В соответствии с постановлением Совета Министров от 02.07.2014 г. №649 определен перечень из 39 перспективных для развития экологического туризма ООПТ. Организация туристической, рекреационной, оздоровительной деятельности в таких местах – задача государственных органов, в ведение которых они переданы (райисполкомы, природоохранные учреждения и т.д.). В республике создано 30 ГПУ для управления 41 ООПТ – Березинским биосферным заповедником, 4 национальными парками, 29 заказниками республиканского и 6 заказниками местного значения, республиканским памятником природы – источником Голубая криница.

Вследствие усиления проводимой туристско-рекреационной политики государства, обусловленной формированием стратегии природопользования, геополитическими, климатическими и другими обстоятельствами, актуальным является расширение рекреационного потенциала водных объектов республики, в том числе за счет родников. ■



Владимир Байчоров,
главный научный
сотрудник сектора
мониторинга и кадастра
животного мира
НПЦ НАН Беларуси
по биоресурсам,
доктор биологических
наук



Юрий Гигиняк,
ведущий научный
сотрудник сектора
мониторинга и кадастра
животного мира
НПЦ НАН Беларуси
по биоресурсам,
кандидат биологических
наук



Елена Куликова,
старший научный
сотрудник
сектора
мониторинга
и кадастра
животного мира
НПЦ НАН Беларуси
по биоресурсам



Биологическое и ландшафтное богатство природы

В Беларуси насчитывается более тысячи родниковых экосистем — уникальных естественных водоемов, являющихся частью биологического и ландшафтного мира. Это не только истоки ручьев и рек, а разнообразные гидрологические комплексы, имеющие большое значение для питания водных объектов, поддержания баланса и стабильности окружающих наземных биоценозов, центральные компоненты окружающих рельефов [1].

В 1999 г. по заданию Президиума НАН Беларуси в Институте зоологии НАН Беларуси под руководством доктора биологических наук, профессора Н. Хмелевой была разработана Концепция охраны и рационального использования родников Витебской области в условиях антропогенной трансформации природной среды. По сути, это была первая попытка создания целостной системы обращения с источниками [3]. Многие положения, которые были задекларированы и лишь затронуты в документе, позже получили свое развитие в природоохранной политике государства и реализованы на практике в соответствующих законодательных актах. Родники как ценные биотопы защищают путем объявления их памятниками природы, что регламентируется Законом Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях» от 15.11.2018 г. №150-3 и ТКП 17.12-06-2021 33140, где определены правила выявления, паспортизации и охраны типичных и редких биотопов и естественных ландшафтов.

По особенностям выхода вод на земную поверхность в нашей стране зарегистрировано 5 типов родников: реокрены (родниковые ручьи), лимнокрены (родниковая ванна с бьющими на дне грифонами), гелокрены (на поверхности земли имеется кренополе с множественными родниковыми выходами, которые сливаются в один ручей), мадидные (многочисленные выходы воды, когда она сочится по наклонной плоскости, образуя тонкий, до 5 мм, слой) и подводные (ключ расположен на дне рек или озер) [3].

Велико значение родников и в социальной среде как источников нецентрализованного водоснаб-



Реокрен



Лимнокрен



Гелокрен



Подводный родник



Мадидный родник

жения [4] для значительной части населения деревень, поселков, небольших городков, мест рекреации, при проведении народных праздников и религиозных обрядов. Возле некоторых родников возведены архитектурные сооружения (церкви, часовни и др.), имеющие историческую и культурную ценность. С родниками связан целый ряд исторических событий и народных легенд.

Воды многих родников отличаются чистотой, высокими вкусовыми качествами и лечебными свойствами. По существу, это резерв чистой питьевой воды, который должен рассматриваться как один из важнейших возобновляемых природных ресурсов, имеющий первостепенное стратегическое значение для обеспечения экологической безопасности государства.

Во многих странах Европы охрана родников является составной частью национальных стратегий сохранения биологического разнообразия природных экосистем. В Скандинавии на законодательном уровне утверждено положение о необходимости сохранения естественных биоценозов при ведении лесного хозяйства. Например, в Лесном кодексе Финляндии лесные родники, ручьи, небольшие лесные озера, влажные и заболоченные территории, упавшие стволы деревьев, мертвые стволы деревьев с дуплами и т.п. определены как «биотопы особой значимости».

В Швеции такие природные объекты считаются «ключевыми биотопами» (key habitats), или «местами, где обитают или потенциально могут обитать редкие и исчезающие виды животных и растений». При проведении всех видов лесозаготовительных работ, включая сплошную рубку и выжигание, лес вокруг таких

рекреаций должен быть в обязательном порядке сохранен [3].

Подобный подход может применяться и в условиях Беларуси. Несмотря на то что большинство имеющихся у нас родников малолетние, у всех них общая важная особенность: специфический температурный и гидрологический режим – постоянно низкую температуру воды, которая в течение года изменяется от 1–2 °С зимой и до 6–8 °С летом. Это обуславливает наличие специфической стенотермной холодолюбивой фауны, в которую входят так называемые региональные кренобионты – выходцы из северных или высокогорных водоемов Центральной Европы, которые не выживают в других условиях. Ряд видов пресноводных беспозвоночных на территории нашей страны способны существовать только в чистых и холодных водах источников [2].

Уникальность родников по сравнению с другими водными объектами позволяет считать их ключевыми биотопами, требующими особой защиты. Более 100 объявлены памятниками природы местного и республиканского значения, рекордсмены по их числу – Витебская и Минская области, где насчитывается 33 охраняемых источника [4]. Их паспортизация и картирование только набирают силу. За 7 лет сотрудниками НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам разработаны пакеты документов на объявление 40 родников памятниками природы местного значения.

Сформировавшиеся вокруг них растительные сообщества отличаются повышенным видовым разнообразием. Здесь можно встретить многие редкие и исчезающие виды, в том числе включенные в Красную Книгу Республики

Беларусь. Наличие уникальной фауны и флоры позволяет рассматривать ее как элемент экологического образования населения, учащихся, объект защиты и изучения для ученых и работников природоохранных организаций. На публичной кадастровой карте создан слой, содержащий информацию о 1253 родниках.

Этот особый тип естественных водоемов населен специфической фауной – одним из важных компонентов общего биологического разнообразия. Ее ядро образуют виды, проявляющие кренофильные, реофильные и оксифильные свойства, некоторые из животных являются очевидными реликтами ледниковой эпохи. Пути их проникновения в современную фауну нашей страны до конца не выяснены, однако можно предположить, что многие из них, вероятно, сохранились здесь с окончания последней фазы оледенения.

Фауна изученных водных беспозвоночных животных родников Беларуси относительно богата и представлена редкими и охраняемыми видами не только для Беларуси, но и Европы. Выявлены более 50 низших определяемых таксонов (НОТ), относящихся к 4 типам водных беспозвоночных: *Platyhelminthes*, *Mollusca*, *Annelida* и *Arthropoda*. Наиболее многочисленной группой оказались насекомые – более 60% от всех коллектированных представителей макрозообентоса. Их численность достигает более 90% от собранных гидробионтов [5–8]. Особо высокое таксономическое разнообразие наблюдается среди *Plecoptera*, *Ephemeroptera* и *Trichoptera*, являющихся индикаторами чистых вод. Их количество достигало 40% от общего числа представленных НОТ.

Работа НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, направленная на исследование макрозообентоса, оказалась первым комплексным изучением биоты родниковых экосистем в истории гидробиологических исследований в стране.

Среди обнаруженных в родниках водных беспозвоночных следует отметить бокоплава *Synurella ambulans*, веснянку *Nemurella pictetii* и моллюска *Pisidium personatum*, имеющих реофильные и оксифильные свойства и представляющих собой виды-индикаторы родниковых экосистем. Зарегистрированы охраняемые у нас и в некоторых государствах Европы представители макрозообентоса: бокоплав *Synurella ambulans*; ручейники *Plectrocnemia conspersa*, *Sericostoma personatum* и *Beraea pullata*; жук *Agabus guttatus*.

Родники формируются, как правило, на тех участках, где подземные горизонты грунтовых вод (чаще всего это первый от поверхности – безнапорный) вскрываются процессами геологической эрозии в долинах рек, оврагах, у подножья крутых склонов и т.д. Нередко источники находятся в мелиоративных каналах, котлованах и карьерах, то есть могут иметь искусственное происхождение.

По химическому составу воды родники достаточно разнообразны. В основном их характеризует гидрокарбонатный магниево-кальциевый состав, присущий грунтовым водам Беларуси. Их минерализация изменяется от 30–100 до 500–800 мг/л, редко более. В карьере «Микашевичи» выявлены источники с минерализацией воды до 7–22 г/л (солевые и сильносоленые хлоридного натриевого состава). Известны также родники с повышенным содержанием в воде сероводорода

(до 5,1 мг/л в источнике у д. Видзы-Ловчинские в Браславском р-не) и железа (до 3,6–5,8 мг/л в источниках у оз. Барковщина в Ушачском р-не и др.), имеющие бальнеологическое значение. В XVIII–XIX вв. на их базе функционировали водолечебницы.

В последние десятилетия вследствие активной экономической деятельности во все больших масштабах проявляется сельскохозяйственное и коммунально-бытовое загрязнение подземных вод, в первую очередь грунтовых, которые и питают родники. Как следствие, источники, на водосборной площади которых имеются аграрные угодья или территории населенных пунктов, практически всегда имеют признаки загрязнения. Это выражается в превышениях уровней естественного гидрогео-

химического фона, характерного для грунтовых вод республики, по таким компонентам, как $(\text{NO}_3)^-$, Cl^- , $(\text{SO}_4)^{2-}$, Na^+ и K^+ . Наибольшую опасность представляют нитратные компоненты. В ряде случаев содержание $(\text{NO}_3)^-$ достигает 80–140 мг/л, что выше уровня предельно допустимой концентрации. Не исключена и опасность микробиологического загрязнения.

Сохранение качества родниковых вод может быть достигнуто только путем выделения на водосборной площади источников водоохранных зон. Используемые в питьевых целях объекты должны быть оборудованы надежными каптажными сооружениями.

Пресные подземные воды, питающие родники, относятся к категории возобновляемых при-

родных ресурсов, поэтому проведение комплекса природоохранных мероприятий способно обеспечить не только сохранение, но и восстановление качества вод тех источников, которые в предыдущие годы испытали интенсивное антропогенное загрязнение [9, 10].

Таким образом, на территории Беларуси значительное количество водных объектов представлено в виде уникальных и в высокой степени уязвимых родниковых экосистем, которые являются частью биологического и ландшафтного разнообразия страны и требуют пристального внимания и охраны в отношении гидрохимического загрязнения и в качестве рефугиумов уникальной кребнобионтной фауны, представленной редкими и охраняемыми видами гидробионтов. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Байчоров В.М. Геоэкологическое разнообразие, историко-культурное значение и охрана родников Беларуси / В.М. Байчоров [и др.] // VI междунар. водный форум «Родники Беларуси», 3–4 июня 2021 г.: тез. докл. / РУП «ЦНИИКИВР»; редкол.: А.Д. Гриб [и др.]. — Минск, 2021. С. 17–21.
2. Байчоров В.М. Фауна водных беспозвоночных родниковых экосистем Минской области / В.М. Байчоров [и др.] // Вести НАН Беларуси. Сер. биол. наук. 2024. Т. 69. №1. С. 25–35.
3. Гигиняк Ю.Г. Концепция охраны родников и рационального использования их ресурсов в Беларуси. / Ю.Г. Гигиняк [и др.] // материалы Водного форума «Современное состояние, проблемы и перспективы использования водных ресурсов Беларуси», 30 сентября — 1 октября 2003 г., г. Минск / Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов, редкол.: М.Ю. Калинин [и др.]. — Минск, 2003. С. 37–41.
4. Дубенок С.А. Родники Беларуси / С.А. Дубенок, Е.И. Громадская, А.О. Русина. — Минск, 2020.
5. Байчоров В.М. Макрозообентос родниковых комплексов на территории Гродненской области / В.М. Байчоров [и др.] // Вести НАН Беларуси. Серия биологических наук. 2023. Т. 68, №2. С. 169–176.
6. Мороз М.Д. Водные беспозвоночные родниковых комплексов Брестской области / М.Д. Мороз [и др.] // Природные ресурсы. 2019. №1. С. 66–70.
7. Мороз М.Д. Фауна водных беспозвоночных родниковых комплексов Гродненской области / М.Д. Мороз, В.М. Байчоров, Ю.Г. Гигиняк // Вестник БГПУ. Сер. 3. 2018. №3. С. 14–18.
8. Байчоров В.М. Родники Глуботчины / В.М. Байчоров, Ю.Г. Гигиняк, В.В. Колтунов. — Минск, 2014.
9. Пашкевич В.И. Оценка естественного геохимического фона подземных вод четвертичных отложений Беларуси / Пашкевич В.И., Шелухин С.В. // Водные ресурсы и устойчивое развитие экономики Беларуси: материалы научн.-техн. конф., г. Минск, 20–24 мая 1996 г.; редкол.: В.С. Усенко [и др.]. — Минск, 1996. Т. 2. С. 63–65.
10. Байчоров В.М. Гидрогеологические условия родников Национального парка «Браславские озера» и рекомендации по их использованию / В.М. Байчоров, М.Д. Мороз, В.В. Торопов // Природные ресурсы. 2007. №4. С. 109–114.



Родники играют ключевую роль в поддержании водного баланса и биологического разнообразия регионов. В современных условиях актуализируются задачи их охраны, рационального использования и мониторинга состояния. Брестская область отличается многообразием природных условий и исторически сформировавшейся гидрогеографической сетью, где родники занимают важное место.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ГЕОГРАФИЯ РОДНИКОВ

Брестской области



Николай Гречаник,
доцент кафедры городского
и регионального развития
Брестского государственного
университета
им. А.С. Пушкина, кандидат
географических наук, доцент



Оксана Грядунова,
заведующий кафедрой
городского и регионального
развития Брестского
государственного университета
им. А.С. Пушкина, кандидат
географических наук, доцент

Рассмотрим условия образования родников на территории Брестчины, а также географическое распределение с учетом полевых исследований. Родник является малой рекой, и его защита осуществляется в установленном законом для них порядке. Для ручьев, родников водоохранные зоны совпадают по ширине с прибрежными полосами и составляют 50 м (ст. 52 Водного кодекса Республики Беларусь), но проекты и тех, и других не разрабатываются [1, 2].

Собственно родниками называются, как правило, концентрированные одиночные выходы подземных вод, однако такая разгрузка может осуществляться в виде высачивания, линейных или пластовых выходов, имеющих определенную протяженность, и групповых выходов.

Некоторые гидрогеологи [2] разделяют понятия «источник» и «родник». Первый употребляется для выхода любой подземной воды (пресной, минеральной), а второй – только для пресных. Пластовое высачивание возникает на участках выклинивания пластов высокой проводимости, перекрытых сверху породами с низкой водопроницаемостью, наблюдается на обрывистых склонах рек, оврагов и балок. Мочажина – слабый выход подземных вод, образующий избыточно увлажненные участки суши, без формирования четко оформленного стока [3].

По территории Брестской области родники распределены крайне неравномерно. Наибольшее их число находится в Барановичском, Каменецком и Пинском р-нах (рис. 1), располагаются они преимущественно по долинам рек (в г. Бресте – р. Западный Буг (рис. 2); д. Шумаки – р. Лесная, д. Лахва – р. Морочанка), на склонах мелиоративных каналов (д. Вежное в Пружанском р-не, д. Цюприки и

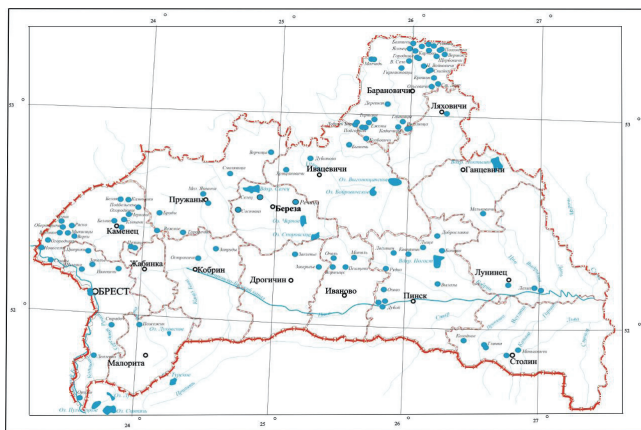


Рис. 1. География родников Брестской области



Рис. 2. Брестская родниковая струга, ул. Ключевая, г. Брест. Фото Д. Тишука



Рис. 3. Бытенский родник, Ивацевичский р-н. Фото Е. Буковой

д. Орхово – в Брестском, д. Запруды – в Кобринском), на склонах ложбин (д. Смоляница в Пружанском р-не, д. Заполье – в Брестском, Бытенский родник в Ивацевичском р-не, рис. 3).

Образование родников как формы разгрузки подземных вод определяется главным образом тремя причинами (рис. 4) [4]:

- эрозионной расчлененностью рельефа, то есть пересечением водоносных горизонтов эрозионными и другими отрицательными формами – речными долинами, балками, оврагами, озерными котловинами и др.;
- геолого-структурными особенностями местности, то есть наличием открытых тектонических трещин, зон тектонических нарушений и т.д.;
- фильтрационной неоднородностью водовмещающих пород.

Распределение родников по территории Брестской области обусловлено строением подстилающей поверхности (геологическое строение и

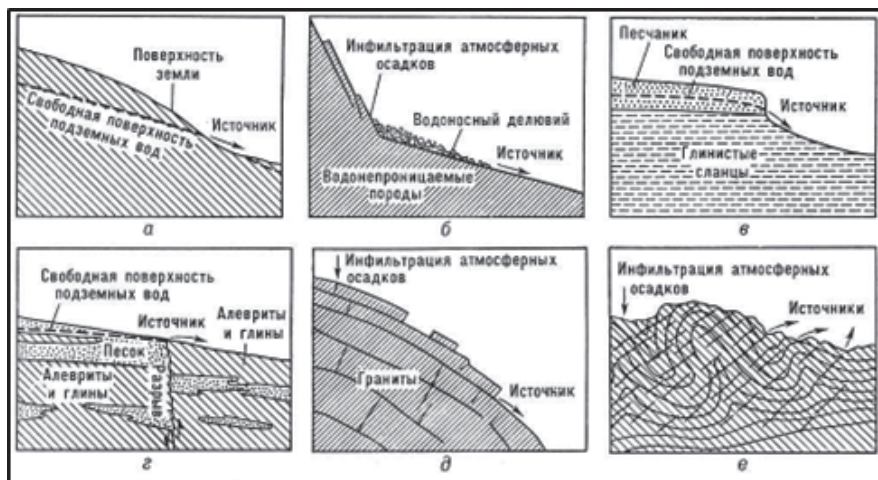


Рис. 4. Примеры условий образования источников: а – пересечение земли свободной поверхностью подземных вод; б – инфильтрация атмосферных осадков в грубообломочные делювиальные отложения; в – сочетание водопроницаемых песчаников и подстилающих их слоев водонепроницаемых глинистых сланцев; г – разрыв по контакту водонепроницаемых пород с проницаемыми аллювиальными отложениями; д – плитчатая структура гранитов; е – преобладающее направление трещиноватости пород [4]

расчлененность рельефа) и климатическими условиями. Территория региона достаточно увлажнена, с благоприятными условиями накопления подземных вод. Однако разнообразие геологического строения и рельефа обусловило неравномерность в их распространении. Всего в области выявлено более 100 родников, и почти 2/3 их общего количества приходится на геоморфологическую область равнин и низменностей Предпоlessя. Особенно богат родниками Барановичский р-н (36), южная часть которого лежит в пределах Барановичской водно-ледниковой равнины, а север района расположен на склоне Новогрудской возвышенности (рис. 5).

Чаще всего встречаются родники типа а (пересечение поверхности земли свободной поверхностью подземных вод) и типа в (сочетание водопроницаемых песчаников и подстилающих их слоев водонепроницаемых глинистых сланцев).

Верховодка, грунтовые и межпластовые воды образуют нисходящие родники, артезианские – восходящие (рис. 6). В Беларуси второй тип встречается редко (Голубая криница в Славгородском р-не Могилевской обл. и единственный известный родник такого типа в Брестской обл., Барановичском р-не – Ясенец, или Кипяток). Питание нисходящих источников, к которым относится большинство исследованных родников, осуществляется за счет разгрузки верхних водоносных горизонтов (рис. 7, 8).

По приуроченности к отдельным типам подземных вод родники можно разделить на 6 групп [5]:

- I – питающиеся верховодкой;
- II – родники грунтовых поровых вод;
- III – родники трещинных вод;
- IV – родники карстовых вод;
- V – родники межпластовых (артезианских) вод;
- VI – родники подземных вод области многолетней мерзлоты.



Рис. 5. Новогрудская возвышенность. Фото Н. Гречаника

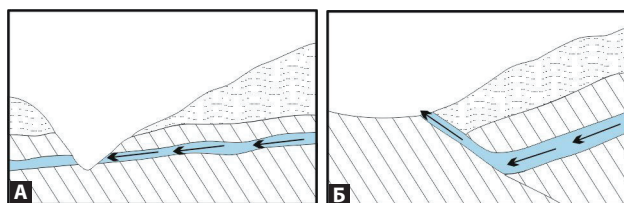


Рис. 6. Родники: А – нисходящие, Б – восходящие [5]



Рис. 7. Родник святителя Николая Чудотворца, д. Вежное, Пружанский р-н. Фото А. Дыбовского



Рис. 8. Родник в д. Запруды, Кобринский р-н.
Фото О. Грядуновой

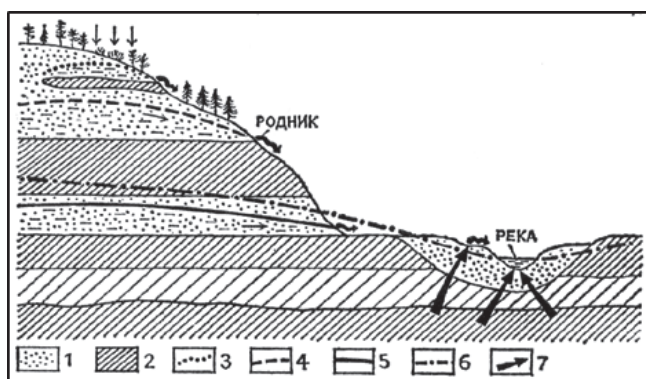


Рис. 9. Условия питания родников различных типов:
1 – водоносные пласты, 2 – водонепроницаемые пласты,
3 – уровень верховодки, 4 – уровень грунтовых вод,
5 – уровень межпластовых вод, 6 – уровень артезианских
вод, 7 – выходы артезианских вод [2]

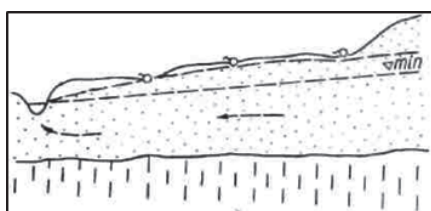


Рис. 10. Схема
формирования
эрозионных
(депресссионных)
родников

На территории Брестской области встречаются относящиеся к I, II и V группам, но наиболее распространены источники второй.

Первая – это родники, питающиеся верховодкой, под которой понимаются временные скопления подземных вод в зоне аэрации над поверхностью отдельных слоев или линз, обладающих слабой проницаемостью [2, 4, 5]. Она расположена выше уровня грунтовых вод, и источники, ею питающиеся, характеризуются резкими колебаниями дебита, температуры и состава, зависящими от изменения метео-

рологических условий (рис. 9). Родники такого типа распространены на склоновых поверхностях водоразделов ручьев Жабинковского р-на возле деревень Степанки, Орепичи, Бульково, Задерть.

Родники грунтовых поровых вод – подземные воды первого от поверхности земли постоянно существующего водоносного пласта, расположенного на первом от поверхности водоупоре [2]. Эта группа включает 4 типа в зависимости от характера выхода вод на поверхность земли: эрозионные, контактные, экранированные и субаквальные [2, 4, 5].

Эрозионные (депресссионные) родники (рис. 10) образуются в том случае, когда эрозионные врезки вскрывают депрессионную поверхность грунтовых вод, не прорезая весь водоносный горизонт до подстилающего водоупора. Формирование подобных выходов весьма характерно для понижений речных и озерных террас, заболоченных низменностей, а также для мелких эрозионных врезок (оврагов, промоин, балок и др.). Характерным примером таких источников является родник и источниковое поле с многочисленными выходами воды в д. Верхи Каменецкого р-на (рис. 11).

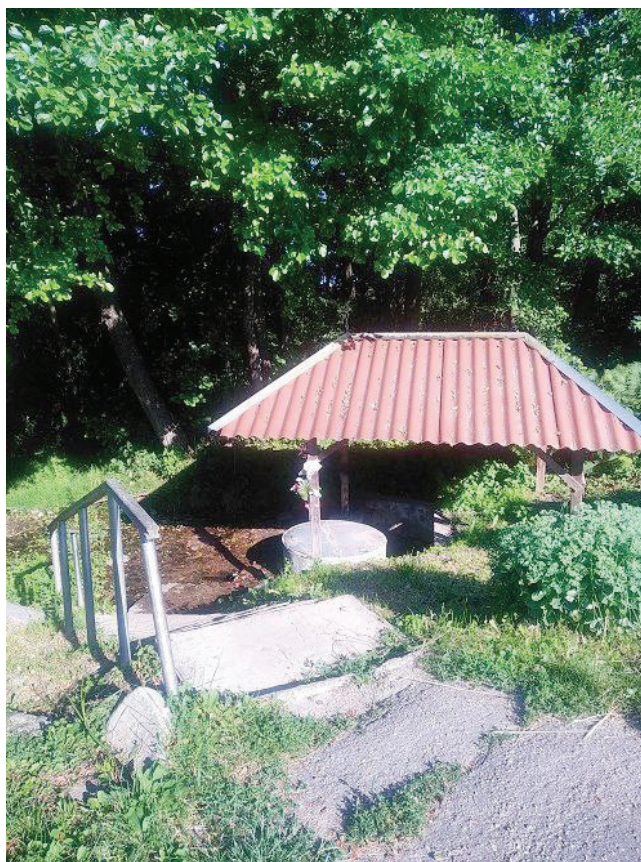


Рис. 11. Родник в д. Верхи, Каменецкий р-н. Фото Н. Гречаник

Контактные родники (рис. 12) образуются в том случае, когда эрозионные врезы вскрывают контакт хорошо проницаемых со слабопроницаемыми или водоупорными породами (большинство родников Брестской обл.) (рис. 13).

Экранированные (переливающиеся) родники (рис. 14) формируются в условиях, когда поток грунтовых вод достигает границы распространения слабопроницаемых пород (экрана). Подобные условия разгрузки характерны для оползневых склонов (делювия), а также участков фациального или тектонического экранирования водоносных пород. Наличие такого экрана приводит к местному подъему уровня грунтовых вод и к формированию «восходящей» (подпертой) их разгрузки.

Субаквальные родники – это сосредоточенные выходы подземных вод в руслах рек или на дне карьерных водоемов и в озерах ниже уровня поверхностных вод. На территории Брестской обл. данный тип к настоящему времени слабо изучен. Такие родники распространены в затоках, непосредственно сообщаемых с руслом реки Мухавец, на участке вниз по течению от д. Бульково Жабинковского р-на до устья р. Рыта (левый приток р. Мухавец). Они же имеют широкое распространение в озерных водоемах глубоких песчано-гравийных карьеров Каменецкого р-на (Рясна, Проходы, Кощеники). В местах выхода вод этого типа родников в зимнее время участки русла Мухавца и водная поверхность карьерных водоемов, как правило, не покрывается льдом, или он имеет меньшую мощность по сравнению с другими участками. Открытая водная поверхность используется водоплавающими птицами, которые остаются на зимовку.

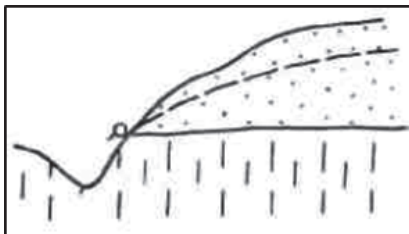


Рис. 12. Схема формирования контактных родников

Родники межпластовых (артезианских) вод, залегающих между водоупорными породами, – самоизливающиеся при вскрытии. Режим таких родников отличается большой стабильностью. Для них характерны незначительные сезонные и годовые колебания дебита, температуры и химического состава воды (родник Ясенец на Брестчине (рис. 17, 18). Глубина ложбины, в которой находится источник, достигает 13–16 м. Ее устье заканчива-



Рис. 13. Родник д. Орхово, Брестский р-н. Фото О. Грядуновой

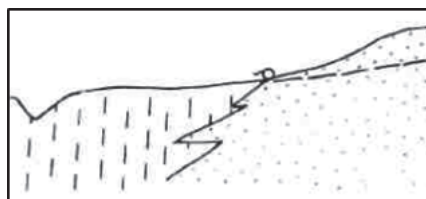


Рис. 14. Схема формирования экранированных родников



Рис. 15. Родник в д. Тумин, Каменецкий р-н. Фото Н. Гречаник



Рис. 16. Родник в д. Ставе (Орле), Каменецкий р-н. Фото Н. Гречаник

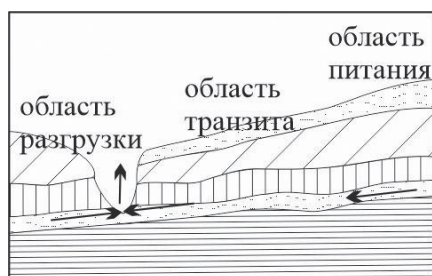


Рис. 17. Родник Ясенец, Барановичский р-н.
Фото Н. Гречаника

ется в пойме р. Сервечь. Здесь находятся Карчовские гляциодислокации, образование которых связано с действием ледника [6]. Водонепроницаемые породы залегают не горизонтально, а наклонно под углами, что и создало родник восходящего типа. Ложбина, в которой находится ключ, «пропахана» ледником, и на ее дне бурлит несколько десятков малых криниц, «кипит» – клубится песок, высккивают на поверхность пузырьки газа. Наверное,



Рис. 18. Геологический профиль через долину р. Сервечь

именно поэтому в деревне его называют Кипяток. А может, еще и потому, что температура воды зимой доходит до 9 °С.

В геоморфологическом отношении родник расположен на южном окончании Новогрудской возвышенности. В местах разделения ледниковых лопастей и языков в рельефе ее южной части сформировались сложно построенные угловые массивы, от которых отходят боковые и передние гряды, разделяющиеся между собой депрессиями – речными долинами, ложбинами стока, озерными и болотными котловинами. В строении краевых образований возвышенности выделяется 5 разновозрастных конечно-моренных комплексов [7]. Родник находится в пределах центральной части Городищенского краевого комплекса. В нем выразительно выделяются положительные формы ледникового рельефа, разделенные понижениями депрессий. Склоны положительных форм асимметричны, с более крутыми северо-западными и покатыми южными. Юго-восточное ответвление выражено в рельефе системой гряд, протягивающихся по правому борту долины верховьев р. Сервечь вдоль его субширотного отрезка. Самой значительной из них является Городищенская гряда, которая в виде подковы огибает первый крупный провисающий к югу участок верхнего течения Сервечи. К востоку эта гряда теряет свою геоморфологическую выразительность и переходит в систему небольших холмистых массивов.

Родники – это очень чувствительные экосистемы. Они могут существовать на протяжении столетий, если беречь и охранять окружающую их среду. Но любого заметного нарушения будет достаточно, чтобы они исчезли в самое короткое время и навсегда. Эти малые водоемы особенно уязвимы к действию различных неблагоприятных, в особенности антропогенных, факторов. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Водный кодекс Республики Беларусь // <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=Hk1400149&p1=1>.
2. Справочное руководство гидрогеолога / под ред. В.М. Максимова. – Л., 1967.
3. Ланге О.К. Основы гидрогеологии / О.К. Ланге. – М., 1998.
4. Большая советская энциклопедия. В 30-ти т. 3-е изд. – М., 1969–1986.
5. Мелиорация: энцикл. справочник / под ред. А.И. Мурашко. – Минск, 1984.
6. Корчевское межледниковье Беларуси / Т.В. Якубовская, Г.И. Литвинюк, А.Н. Мотузко. – Минск, 2014.
7. Краевые образования Белорусской гряды / Академия наук БССР, Институт геохимии и геофизики. – Минск, 1990.



«Крынічка Магдалена,
стаіш па калена,
дарую я цябе
хлебам і соллю,
надары рабую кароўку
добрым здароўем,
жоўтым маслам,
белым сырам».

Святая крыніца ў Клімавіцкім р-не

Шанаванне крыніц на беларускай зямлі мае даўнія і трывалыя карані. Перакананасць у тым, што вада з іх дае людзям бадзёрасць і сілу, чысціню і здароўе, спалучалася з міфалагічнымі ўяўленнямі аб надзвычайных уласцівасцях самога воднага аб'екта.



Таццяна Валодзіна,
загадчык аддзела
фалькларыстыкі і культуры
славянскіх народаў Інстытута
мастацтвазнаўства, этнаграфіі
і фальклору імя Кандрата
Крапівы, доктар філалагічных
навук, прафесар

Вочы зямлі: святая крыніцы Беларусі

На тэрыторыі нашай краіны налічваецца некалькі сотняў такіх крыніц, і да большасці з іх захоўваецца паважлівае стаўленне. Не менш за сотню з іх не проста прыцягваюць да сябе чысцюткай вадай, але і лічацца асаблівымі, цудадзейнымі. Нездарма самай пашыранай назвай такіх крыніц стала азначэнне «святая». Слава пра асобныя з іх, як, напрыклад, пра Сіні калодзеж ля в. Кліны Слаўгарадскага р-на, які зараз называюць Блакітнай крыніцай, разыйшлася нават за межы краіны. Сотні людзей збіраюцца ўшанаваць Чарневіцкую крыніцу ў Глыбоцкім р-не, Ільінку ва Ушацкім і інш. Але большасць культавых крыніц – гэта «мясцовыя» святыні для жыхароў вёскі (мястэчка) і ваколіцаў, што зусім не азначае нібыта меншы ўзровень святасці. Для «сваіх» такі куток валодае асаблівай сілай і прыцягальнасцю, гэта безумоўны цэнтр сакральнага жыцця ваколіц. Зусім не істотна, што такіх нават у адным раёне магло быць некалькі: для вясцоўцаў менавіта «свая крыніца» была і ёсць самай галоўнай і дарагой. У 2016 г. аўтар разам з даследчыкам Уладзімірам Лобачам напісалі кнігу «Святыя крыніцы Беларусі», якая стала вынікам доўгіх экспедыцыйных даследаванняў і змяшчае шмат фальклорна-этнаграфічных матэрыялаў, фотаздымкаў з усіх рэгіёнаў рэспублікі.

Пра тое, што нашы продкі зусім не абыхава ставіліся да крыніц, мы можам даведацца яшчэ з прац нашага славутага земляка, асветніка і святара Кірылы Тураўскага аж з XI ст. Праўда, у сваіх пропаведзях ён з асуджэннем узгадваў ахвяраванні, тым самым зрабіўшы акцэнт на вельмі істотным моманце шанавання. Характар рытуальных дзеянняў ля культавых аб'ектаў мае ў аснове прыныцы дараабмену, калі атрыманне

«долі» (здароўя) у выглядзе «сватоў вады» прадугледжвала ахвяру (дар) з боку чалавека. «І рушнічок там, ездзім мы і на Ушэсце ілі як Раданіца, дык там дрэвы і рушнічок хто павесе, хто дзенежак, хто канфетачак. Гаворуць, як з крыніцы вадзіцу нада браць, нада купіць вадзічку, палажыць нада дзенежку» (в. Палядкі Краснапольскага р-на). У дадзеным артыкуле скарыстоўваюцца палявыя запісы аўтара апошніх гадоў. Усе яны захоўваюцца ў Калекцыі фальклорных запісаў Інстытута мастацтвазнаўства, этнаграфіі і фальклору НАН Беларусі.

Гэты прыныцы абмену дарами знайшоў адлюстраванне ў беларускай замоўнай традыцыі:

*«Крынічка Магдалена,
стаіш на калена,
дарую я цябе хлебам і соллю,
надары рабую кароўку
добрым здароўем,
жоўтым маслам,
белым сырам».*

Найчасцей у якасці прынашэнняў фігуруюць тэкстыль (ручнікі, палатно) і грошы (манеты). Калі раней прыносілі і павязвалі ля крыніц тканыя рушнікі, сёння паўсюль можна бачыць каляровыя стужкі. Па адшуканых манетках можна вызначыць часавую глыбіню іх наведвання.

Шанаванне крыніцы абумоўлена найперш чысцінёй і празрыстасцю яе вады, якая стаіць доўга, не псуецца, захоўваючы свае фізічныя ўласцівасці. Да таго ж многія з нас назіралі і дзівіліся ключам, што бесперапынна б'юць з зямлі, і сцюдзёнай вадзе, што цячэ, цячэ і цячэ. Як сімвал вечнага руху яна ўвасобіла ў сабе значэнне самога жыцця. Невыпадкова выраз «Будзь здаровы, як вада» – гэта эталоннае пажаданне здароўя. Прынцыпова важны для асэнсавання міфалагічнай сімволікі крыніцы ў тра-

дыцыйнай карціне свету і вектар яе руху, адрозны звыкламу, – ключ б'е знізу ўверх, з падзем'я – на паверхню, і яго вада ўвасабляе маладосць і здароўе як квінтэсэнцыю жыцця. Паказальныя дыялектныя назвы, зафіксаваныя на Гомельшчыне, – «жывец, жыўчык». Да ўсяго дадавалася і здольнасць крыніцы не замярзаць зімой і не перасыхаць улетку.

Разам з тым сімвалічнае яе значэнне абаяваеца на міфалогію самой вады як вытворнай і бясконца важнай стыхіі. Чалавек і сам складаецца з яе на вялікі адсотак, зародак ва ўлонні маці знаходзіцца ў вадкасці. Як сам свет паўстае з іх сярод пракаветнага акіяну, так і дзіця прыходзіць на зямлю разам з матчынымі каляплоднымі водамі. Хутчэй за ўсё, якраз эмбрыялагічныя працэсы і падштурхнулі да разумення вады як мяжы паміж светамі. Менавіта праз яе, згодна з народнымі ўяўленнямі, можна трапіць на той свет ці з яго прыйсці ў наш. Крынічкі ў полі сваіх міфалагічных значэнняў і захавалі выразнае разуменне іх як непасрэдных каналаў сувязі з навакольным асяроддзем, прычым у яго розных вымярэннях, ад боскіх вышыняў да дэманічных прадонняў.

Адметная геамарфалогія і тапаграфія ўласна водных аб'ектаў паўплывалі на іх сакралізацыю. Семіятычна важкай адзнакай стаюць іх гукавыя характарыстыкі, што можа атрымліваць увасабленне і на ўзроўні найменняў – «Грымячка», «Бразгун», «Равучы калодзеж». Гукавую вылучанасць крыніцы ў навакольнай прасторы можна параўнаць з царкоўным звонам, які дазваляе выявіць і знайсці на слых сакральны цэнтр, святыню. Але, у адрозненне ад перазвону, які можна пачуць толькі з пэўнай нагоды, крыніцы

заяўляюць пра сябе пастаянна. Акрамя таго, прыцягвалі яны да сябе ў аддаленых, нібыта не прызначаных для з'яўлення ключоў месцах, – на гары ці пад гарой, сярод балота, глыбока ў лесе. Адметнасцю можа стаць наяўнасць некалькіх ключоў-ручайкоў, як каскад у Быхаўскім р-не, дзе вада збягае з розных месцаў і ўтварае адзін ручай, ці Байковы крыніцы ў Чавускім р-не. Крыніца На крыжах у в. Заслонава Лепельскага р-на – прыклад такой незвычайнай прыроднай святыні: 4 крынічкі зліваюцца разам, утвараючы крыж.

На тэрыторыі Беларусі найбольш пашыраны тры тыпы найменняў культавых водных аб'ектаў: крыніца, ключ, калодзеж. Іх культавы статус прадугледжвае падтрыманне ўпарадкаванасці, рэгулярнае наведванне і захаванне легенды і часам мае гісторыю аб паходжанні ці асаблівай гаючай моцы вады. Міфалагічны прэцэдэнт (праява боскага (святога) персанажа ці аб'екта ля (на месцы) крыніцы, цудадзейнае выздараўленне хворага), зафіксаваны ў паданнях, апелюе да «даўніх-прадаўніх» часоў і асаблівым чынам вылучае месца аб'яўлення боскай сілы. Лета-

пісы пра надзвычайнае паходжанне святых крыніц можна падзяліць на некалькі тыпаў, згодна з асноўнымі сюжэтнымі лініямі, якія могуць мець мноства каларытных мясцовых дэталей.

Асобную групу складаюць паданні, дзе ўзнікненне святых крыніц звязана са знікненнем (правалам пад зямлю) культавых аб'ектаў – храмаў і капліц. Ключы, як і шэраг азёраў ці пагоркаў, з'яўляюцца на месцы колішняй святыні, але, у адрозненне ад іх, не проста маркіруюць «святое месца», але сваёй вадой увасабляюць і перадаюць сакральную энэргію ў свет людзей. Наступны блок сакралізацыі крыніцы – гэта з'яўленне ля яе іконы, шанаванага абраза. Кожнаму беларусу вядома апавед пра ікону Жыровіцкай Божай маці, якая з'явілася на грушцы, з-пад якой заструменіла крынічка. Гэтае месца знаходзіцца пад храмам Жыровіцкага манастыра. У Веткаўскім р-не памятаюць: «У нас жа ў Шарсціне ёсць святы істочнік. Там была старынная цэркаў і там служыў Іаан Кармянскі Гашкевіч. Ён пашоў на святы істочнік, а там ляжыць ікона Параскевы Пятніцы. Ён за эту ікону і прынёс у храм. Назаўтра прашоў, апяць

іконы няма, пашоў на істочнік, а яна там ляжыць. І на трэці дзень так. Хацеў эту ікону забраць, а яна яму: “Не бяры мяне, я далжна быць на гэтым істочніку. І далжна памагаць людзям”» (в. Пыхань). Асобнае месца займаюць паданні, дзе цудадзейную крыніцу знаходзяць хатнія жывёлы. Сюжэты падобнага роду маюць вельмі архаічную аснову, бо свойская жывёла выступае своеасаблівым пасярэднікам паміж светам культуры і прыроды, чалавекам і боскай сферай светабудовы. Гэткім незвычайным чынам быў дадзены знак людзям пра святую ваду ў ваколіцах Бягомля Докшыцкага р-на.

Але самым пашыраным застаецца сюжэт пра выяўлены кімсьці лекавы характар крынічнай вады. Звычайна размова ідзе пра цудоўнае вяртанне зроку сляпым. Нехта бачыць у сне, які з'яўляецца каналам сустрэчы светаў, што яму трэба пайсці ў лес, знайсці там крынічку і памыць вочы. Самая знакамітая гісторыя пра такое дзівоснае ацаленне звязаная са святой крыніцай Пустынкаўскага Свята-Успенскага манастыра ў Мсціслаўскім р-не. Князю Лугвенію-Сімеону, сыну Альгерда, у сне з'явіўся старац, які



Байковы крыніцы, Чавускі р-н



Святая крыніца ля в. Слабада, Веткаўскі р-н

загадаў ісці ў пустынь і памыць вочы ў крыніцы. Князь так і зрабіў – адразу сышла цемень з вачэй, і ён стаў бачыць. А побач у галлі цяністай ліпы чакаў ячшэ адзін чуд – абраз Божай маці. Удзячны князь загадаў узвесці там капліцу, а затым і манастыр.

У паданнях пра паходжанне святых крыніц прысутнічае асобны матыў чужоўнай метамарфозы, калі па волі Бога ў крыніцу ператвараецца чалавек. Так, з’яўленне і надзвычайныя ўласцівасці Дзявочых калодзежаў ля в. Жыхары і Янчыкава Полацкага р-на звязваюцца мясцовым насельніцтвам з вобразам дзяўчыны, што ўцякала ад салдатаў-пераследнікаў і, абы не трапіць ім у рукі, правалілася скрозь зямлю. Устойліваць і разам з тым арганічнасць апісаных суадносінаў добра ілюструе заўвага Марыі Румянцавай з в. Пачапы Краснапольскага р-на пра тое, што любая крыніца ўзнікае з дзяўчыны. «Дык эта ўцікала дзеўка, ганяўся хлопец за ёй, яна ўцікала. Уцікала: “Луччы я стану крыніцай, чым жыць і з табой неўдаліцай”. І ссунулася тут і стала крыніцай. – Гэта пра якую крыніцу? – Пра любую, айдзе крыніца. Пра любую

крыніцу». Існуе паказальны запіс з Веткаўскага р-на: «Там сенакосы Ігнацёнкавы былі. Крыніца была. Каля яе куст быў. Трава кругом і кусты. Жэншчына жала і зжала той куст. І ёй рэч атабрала. І прыснілася ёй крыніца і кажа: “Нашто ты маю касу абрэзала?”» (в. Казацкія Балсуны). Спецыфіку Пасожжа складаюць аброчныя крыніцы – культавыя аб’екты, якія сталі шанаванымі з боку людзей у памяць пра пераадоленне пэўнага крытычнага моманту быцця (засуха, трагічная сітуацыя ў часе вайны), што пагражаў дабрабыту ці нават жыццю ўсяго вясковага калектыву. Як правіла, у выпадку хваробы, засухі і/ці іншай навалы жанчыны, часцей удовы, радзей мужчыны чысцілі ключ, рабілі зрубчык, стаўлялі крыж, вешалі аброчны тэкстыль. Да гэтага часу парадкуюць і даглядаюць крынічку і як аброк пры хваробах. «У мяне во дажа дачка аброчная. Дужа хварэла, мы абракнулiся, дзень раджэння ей атмецілі, 7 гадоў, сабралі людзей. І тады іконку паняслі на крынічку, я навышыла, матка абнясла» (в. Бабічы Чачэрскага р-на).

Сёння значная частка святых крыніц уключана ў сістэму народна-рэлігійных практык і

знаходзіцца пад патранажам царквы, пераважна праваслаўнай. Апеляцыя да хрысціянскіх падзей можа адбывацца на ўзроўні назвы воднага аб’екта. Напрыклад, у Чашніцкім р-не шанаваная крынічка так і называецца – Ізус («Можа, Ісус тую ваду асвятціў»), у Сенненскім – Русалім, у Лепельскім – Пад Богам. Таксама існуе шэраг ключоў у гонар розных святых – Барыса-Глебская, Мікольская, Пяцінка. Ля іх, згодна з паданнямі, нярэдка сустрачы з Божай Маці, зафіксаваны пэўныя замовы: «На іянскай гарэ, на шаўковай траве Хрыстос росу збіраў, з крынічкі воду браў. Сядай, Хрыстос, за стол, бяры ключы ў прыпол, замкні ведзьмам, і ведзьмарам, і ведзьмаратам губы, зубы, рот» (в. Малы Бокаў Мазырскага р-на).

Звычайна ля воднага аб’екта ставяць крыж, сёння пашыраная (хоць і далёка не апраўданая) практыка ўзводзіць капліцы з купелямі. Культурная фармалізацыя некананічнай, з гледзішча афіцыйнай царквы, народнай святыні легітымизуе яе ў вачах хрысціянскіх святароў, што, у сваю чаргу, толькі ўзмацняе яе сакральны статус ва ўяўленнях вернікаў – прадстаўнікоў



Крыніца Бердыж, Чачэрскі р-н



Крыніца Сядзельнікі, Мазырскі р-н

мясцовай супольнасці. Гэта ідэальна адпавядае зместу і форме народнага хрысціянства: калі ўшаноўваюць крыніцу, але моляцца да Бога.

У міфапаэтычнай карціне свету, дзе ўсе прадметы, рэчы, з'явы навакольнага свету надзяляліся чалавечымі характарыстыкамі і ўласцівасцямі, крыніцы таксама ўяўляліся жывымі істотамі з уласнай воляй, рысамі і норавамі рэальных людзей, якія могуць крыўдаваць, быць лагоднымі, патрабаваць да сябе належнага стаўлення і павагі. Перш за ўсё гэта тычыцца самастойнасці ў абранні сабе рэчышча, імкненні да свабоды і нежаданні цалкам падпарадкоўвацца волі чалавека.

Крыніцы, як і ўсе прыродныя месцы (лес, возера, рака), паводле пераканання прадстаўнікоў традыцыі, вельмі чулівыя да паводзінаў людзей і рэагуюць адпаведным чынам на іх добрыя, паважлівыя ці благія ўчынкі. У Веткаўскім р-не запісаны паказальныя гісторыі, калі крыніцы могуць залюбіць, крыўдаваць ці нават помсціць за знявагу сваёй чысціні.

У асобных раёнах традыцыя ўшанавання вымагала перыядычнай расчысткі воднага аб'екта з захаваннем, аднак, даволі жорсткіх сімвалічных патрабаванняў. Удзел у рытуальна значнай аперацыі могуць прымаць толькі жанчыны, што абумоўлена міфалагічнай суаднесенасцю стыхіі вады менавіта з жаночым пачаткам. Пры гэтым маюцца на ўвазе «чыстыя» катэгорыі: цнатлівая дзяўчына, кабета, якая ўжо выйшла з дзетароднага ўзросту, удава. Акрамя таго, любая з іх павінна вылучацца і маральнай чысцінёй у межах вясковага калектыву. У адваротным выпадку, калі прадпісанне было парушана, крыніца магла «пакрыўдзіцца»

і схавачь на пэўны час сваю ваду. У прыватнасці, гэта было характэрна для традыцыі ўшанавання Барыса-Глебскай крыніцы на Шклоўшчыне: «Я восем лет лазіла сюды чысціць і не балела. Там вада ледзяная. А адзін раз як Аксана пачысціла, маладая дзяўчына, мы яе загналі туды, яна пачысціла, празнік прышоў, а вады і няма. Мы думалі, яна харошая, з мужам разыйшлася, не гуляе... Нада чысціць, хто не ругаецца, і ўдава».

У пасожскіх вераваннях культывавалася рэагавала на ўдзел у рытуальных практыках «нячэснай» дзяўчыны тым, што пачынаў рыпец абраз: «І калі эту ікону куды-та бралі вынасілі. І возьмуць дзевачкі несці яе, маладыя дзевачкі. І як возьмець дзевачка, каторая ўжо ня дзевачка, пальчычак во так пріторня, і яна ўжо скріп, скріп. А яны нясучь этыя дзеўкі і думаюць: “Хто ж плахей между нас”. А яна ж ня можаць адкінуць рукі, совесна ж ей. Ты ж ужо ня дзеўка – не бярыся» (в. Курбакі Краснапольскага р-на). Неабходнасць захоўваць асабістую, маральную чысціню ва ўзаемадачынненнях са святой вадой была настолькі моцнай, што чалавек, які ўсведамляў уласную недасканаласць, пазбягаў удзелу ў добраўпарадкаванні культавага месца.

Варта разумець, што крыніца як прадметнае ўвасабленне воднай стыхіі, гэтаксама як і ўласна вада, характарызуецца амбівалентнасцю ў традыцыйнай карціне свету. Пазітыўныя значэнні, суаднесеныя з ідэяй жыцця, безумоўна прэвалююць, але падземнае (хтанічнае) паходжанне крыніцы ляжыць у аснове яе суаднесення ў фальклоры з рознымі міфалагічнымі персанажамі. У Краснапольскім р-не апавядаюць пра з'яўленне ля ключа

нябачных гаспадароў навакольнай прасторы – палевікоў ці іх дзіцяці. У гэтым выпадку адметна рэалізуецца вядомы сюжэт пра знаходку голенькага немаўляці, за апрананне якога чалавек атрымлівае ад духа падарунак.

«У нас на Вішневецкай ёсць крыніца. Там ключы б'юць, паставілі кальцо. Расказвалі, ішла жаншчына, і плача малыш, на крыніцы там. Яна яго ўзяла і прынесла дамой. Адзела яго і тады не несла, а хазяін гаворы: “Занясі малога адзе брала”. Дык ноччы насіла да крыніцы і палажыла на места. А ўтрам хадзіла, а не было ні младзенца, нічога. Эта быў хазяінаў. Можа і палявога. Во кальцо, а там жа лавачка. Ён жа не на зямле ляжаў, а на лавачке. Яна пажалела малога. І тады прышоў к ёй і гаворы: “Занясі назад”. Адзела і занясла назад палажыла» (в. Палядкі Краснапольскага р-на).

Сімвалічнае паяднанне крыніцы і русалкі гэтаксама падаецца вытлумачальным з прычыны прысутнасці «воднага» кампанента ў партрэце персанажа народнага падання. Універсальным выступае і матыў часання валасоў міфічнай дзяўчынай менавіта ля вады: «Гарадок ё, там была крыніца, і вот эта Паша вышла ўтрам рана на Івана Вареніка і вот стала глядзела на эту крніцу і гаворы: “Вот вышла дзеўка, маладая, у плаці красівым, у белам ува ўсім”. І тады яна, гаворы, паглядзела, паглядзела, і тады яна ўродзе туды прыгнула, знікла і ўсё. Гарадок у нас завецца, там русалку і бачыла. Пахадзіла, пахадзіла там і знікла» (в. Васькавічы Слаўгарадскага р-на).

«Раньшы гаварілі, што ў Клінах якіх-та ішоў мужчына. Іду, гаворы, а каля крніцы сядзіць дзеўка і чэша касу. Як толькі дайшоў да яе, яна гаворы: “Эх, добры чалавек, не даў ты мне

касу расчасаць». Боўць у ваду і пашла. І гаварілі, што ўкінулася было бряўно ў крініцу і крініца эта заліла Кліны, дзярэўню ўсю. І ніхто яго ня мог выцягнуць. А гэты мужчына, каторы яе бачыў, пашоў і выцягнуў бряўно і вада стала на места. А Бог яго ведае» (в. Каменка Слаўгарадскага р-на).

Такой суаднесенасці крыніцы з засветамі ў многім паспрыялі ўяўленні пра яе прынцыповую бяздоннасць, наўпроставую лучнасць з прадоннем. Пра Сіні калодзеж на мяжы Веткаўскага р-на з Браншчынай кажуць, што ён «усяленна глыбокі».

Святая крыніца, дзе на насыходзіць Божая ласка, – у той жа час месца сустрэчы з самымі рознымі дэманалагічнымі персанажамі: дабрахожымі, русалкай. Можна, хтосьці бачыць тут супярэчнасць, але яе насамрэч няма. Вада, крыніца – месца, дзе сустракаюцца два светы, наш і «той», прадстаўлены самымі рознымі істотамі – ад русалкі да Божай Маці.

У асобных выпадках водны аб’ект, які ўяўляе сабой канал камунікацыі з тагасветам, выступае не толькі як месца чысціні і сілы (здароўя), але і як «крыніца ведаў». Пры гэтым маюцца на ўвазе веды эзатэрычныя, значарскія, авалодаць якімі могуць толькі абраныя людзі і толькі ў пэўных умовах і абставінах. Сустракаюцца аповеды, калі падкрэслена ля крыніцы адбывалася перадача ведаў або – што асабліва цікава – ля святой вады шаптуха ўзгадвала пераданія ў раннім дзяцінстве тэксты замоў. І сёння раець да знахара па лекаванне адпраўляцца з крынічнай вадой. Яна ўспрымаецца як моцны прафілактычны сродак пры самых розных захворваннях і наогул як моцны танізуючы напой.

Рытуальнае ўшанаванне крыніцы можа насіць калектыўны характар і мець строгае суаднясенне з канкрэтным святам народнага календара. Пісьмовыя звесткі і матэрыялы палявых даследаванняў даюць інфармацыю аб пэўнай прымеркаванасці наведвання людзьмі вялікай колькасці крыніц. Калектыўныя паломніцтвы і зараз прымяркоўваюцца да абсалютнай большасці святаў хрысціянскага календара – Вадохрышча, Юр’я веснавога, Міколы веснавога, Вялікадня, Ушэсця, Тройцы, Яна, Пятра і Паўла, Іллі, Барыса і Глеба, Макавея, Прачыстай, Узвіжання. Прызначанасць наведванняў крыніц да святаў велікоднага цыкла нячастая, але традыцыя насіць туды яйкі гаворыць аб наўпроставай уключанасці святога месца ў вясковую культурную прастору, кожны складнік і ўдзельнік якой абавязкова далучаліся да сакральнасці падзей. У большасці гэтых выпадкаў ля крыніц адбывалася царкоўная служба, вада асвятчалася і такім чынам яе сакральны статус аднаўляўся і замацоўваўся ў межах бягучага года.

Калектыўныя шэсці вылучаюцца строгім, падкрэслена ўрачыстым характарам. Вось як узгадваюць колішнія выправы да крыніцы ў Слаўгарадскім р-не:

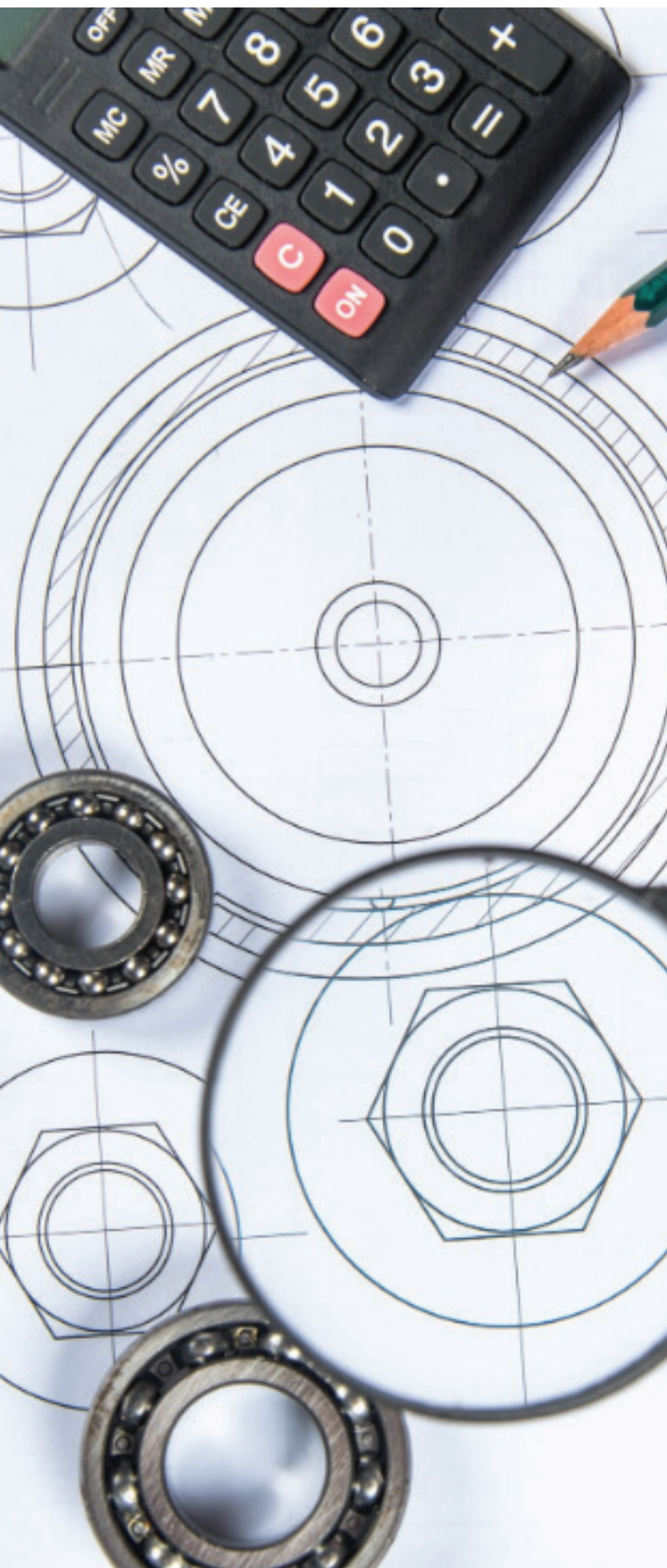
«І тады ўсе старушкі, і нашы, і з іншых вёсак, прыбіраюцца, у вузлочкик завязуюць ці яечка, ці што, усё няслі к гэтай Іванавай крінічкі. Там стаяў бальшы хрест. Насілі туды і палаценцы, у каго што было. Народу было очань многа, і там малілісь Богу. І была баба Веряб’іха, яна прінасіла бальшую ікону. А ікона была, вот раскрывалася як кніга. Эта бабка прінасіла ікону, закрытую набожнікам, каля ёе іконы маліліся Богу. А калі ўжо пройдзе этае служэнне,

усе на каленках, і мы, дзеці, на каленкі становіліся. І тады бабка эта закрывала іконку. І тады так на траву длінна-длінна людзі ўсе рассаджываліся, і скацерці не слалі, проста на траву, у каго што было, усе клалі на эту траву і тады такі абед. І мы, дзеці, ніхто не возьме, пакуль нам не разрешаць, ці моркавінку, ці яблычка, усё няслі. Усё паабдаюць. А што астанецца, дзіцям раздадуць» (в. Зарэчча Слаўгарадскага р-на).

Цікава, што ахвяраванне крыніцы магло ўваходзіць і ў склад вясельнага абраду. У Чачэрскім р-не «на свадзьбе, як былі калісьці крыніцы, маладая насіла на крыніцу булачку. Назаўтра свой піражок, што з жаніхом яны мяняліся. Тыя піражкі ілі два ілі адзін адносіць. Там лавачка такая ёсь. Там жа былі зрубчыкі, куды-нібудзь на вугал яна лажыла» (в. Бабічы). У Краснапольскім р-не ўзгадваюць пра хрышчэнне ў крыніцы дзетак у час, калі не было цэркваў. Аднак і сёння ў святочных дні ля крыніц адбываецца хрост, прыкладам, у дзень святога Іллі ва Ушацкім р-не.

Персанальнае наведванне крыніцы, як правіла, больш гібкае, да яе ходзяць зусім з будзённымі патрэбамі – набраць чыстай вады або папросту папіць, пастаяць побач. Пры надзвычайных патрэбах, хваробе чалавек стараецца ісці адзін, без пышных цырымоній, але са шчырымі словамі просьбы ці падзякі.

Сёння нярэдка мы назіраем чыста спажывецкае стаўленне, якое не мае нічога супольнага з сапраўдным шанаваннем крыніц. Давайце ставіцца да іх з павагай, і тады яны нам адгукнуцца. ■



Лариса Скрипко,
профессор кафедры
проектного менеджмента
и управления качеством
СПбГЭУ (Санкт-Петербург),
доктор экономических наук,
профессор

Эволюционный анализ развития экономических аспектов качества

Современные исследования вопросов экономики качества весьма разнообразны и достаточно противоречивы. Исторически подходы отечественных и зарубежных экономических школ, рассмотренные в [1], опирающиеся на совершенно не схожий опыт как по временному интервалу его накопления, так и по организации и ведению бизнеса, привели к различным результатам, следовательно, рассматривать тенденции развития экономических аспектов качества в рамках международного опыта следует отдельно друг от друга.

Несмотря на то, что трудов, опубликованных в последнее время в данной сфере, на Западе чрезвычайно мало, они достаточно интегрированы и основываются на багаже практических и теоретических изысканий. Можно выделить 4 основные направления изучения затрат на качество, принципиально отличающиеся между собой:

- развитие концепции А. Фейгенбаума на базе PAF-модели [2];
- разработка концепции управления стоимостью потери качества [3];
- формирование концепции управления затратами в рамках бизнес-процессов;
- создание общих концепций интеграции экономики качества в систему менеджмента компании [4, 5].

PAF-модель является самой распространенной и широко применяемой на предприятиях Европы и США. Она была официально принята Комитетом по затратам на качество Американского общества качества (ASQ), но, тем не менее, претерпела изменения.

В начале 2000-х гг. интерпретация модели была построена путем логических рассуждений, заключающихся в том, что отсутствие всякого контроля или его ограниченный объем приводит к увеличению дефектных изделий, которые составляют значительный процент потерь от несоответствий. Рост затрат на контроль качества снижает процент дефектов, а значит, и потерь от брака и несоответствий. Так, при полном отсутствии дефектов потери от брака равны нулю, но при этом затраты на контроль асимптотически приближаются к бесконечности (рис. 1). Улучшение качества изготовления достигается путем увеличения числа мероприятий, направленных на преодоление ситуаций, приводящих к появлению несоответствий, что вызывает рост превентивных затрат, который первоначально сопровождается медленным снижением расходов на оценку качества в связи с ослаблением контроля [6].

Согласно данной концепции, производство продукции неудовлетворительного качества объясняется только нерациональным использованием ресурсов – неэкономным расходованием материалов, рабочей силы, простоями оборудования, что неизбежно влечет за собой более высокие издержки. Выпуск же товаров качественных означает рациональное управление ресурсами и, следовательно, сокращение расходов. Кроме того, по мнению А. Фейгенбаума, ошибочное представление о том, что такие процессы сопровождаются значительным увеличением затрат, является одним из основных препятствий на пути создания более совершенных

систем менеджмента качества, тогда как практический опыт доказывает обратное [7].

К настоящему времени модель, представленная на рис. 1, была пересмотрена на основе результатов исследований, проводимых Американским обществом качества, согласно которым было доказано, что процессы повышения качества продукции и предупреждения дефектов уже сами по себе служат источниками роста экономической эффективности. Примером одной из первых публикаций на данную тему служит [8].

Новые технологии, а также внедрение автоматизированных средств проверки и испытаний значительно снижают интенсивность возникновения дефектов в материалах и изделиях, а применение роботов и других средств автоматизации позволяет уменьшить количество человеческих ошибок в процессе производства [9]. Все это создает предпосылки для достижения идеального качества продукции при конечной величине затрат на него (рис. 2).

Концепция управления стоимостью потери качества не является принципиально новой. Она берет свое начало в работах Г. Тагути, сочетающих инженерные и статистические методы, в которых предлагалось оценивать качество величиной ущерба,

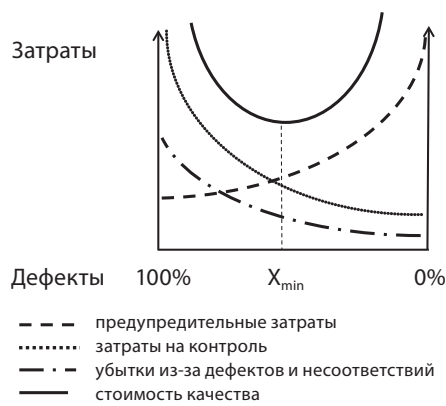


Рис. 1. Классическая модель «предупреждение – оценка – отказ»

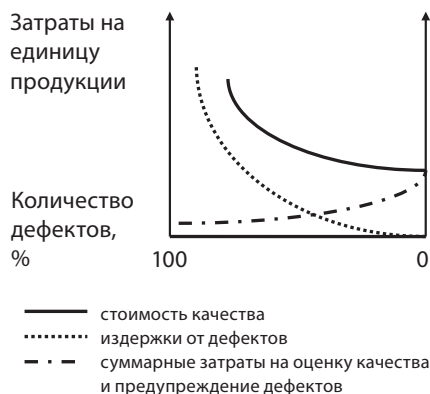


Рис. 2. Новая модель оптимизации затрат, составляющих стоимость качества [9]

наносимого потребителям с момента поставки продукции: чем он меньше, тем выше качество [9]. Само понятие «стоимость потери качества» было введено в обиход еще в 1950-е гг. Цель управления ею состоит в снижении общей суммы затрат посредством правильного учета и управления традиционными расходами по предотвращению неисправностей, подающих контроль.

В теоретическом плане учет издержек вследствие ошибок (так по-другому называют этот метод) исходит из того, что даже возможная или незначительная из них может привести к тяжелым последствиям, поэтому и сами расходы классифицируются по месту возникновения и по последствиям ошибок. При этом делении учитываются как прямые затраты, которые можно однозначно отнести на счет определенной погрешности и, как правило, увязать с определенным местом ее возникновения, так и выявляемые в результате анализа ошибок и в ходе их устранения [10].

ASQ исследовало феномен «шести сигм» и выяснило, что его успех базируется на особом внимании, которое уделяется в этой методологии балансу прибылей и расходов компании, в результате чего была открыта программа под названием «Экономические факторы и качество». В ее рамках изучались два аспекта, относящиеся к «цене качества»: затраты на обеспечение соответствия и на устранение несоответствий. При этом первые показывают издержки на то, чтобы сделать все правильно с первого раза, начиная с обеспечения необходимого уровня компетентности руководителей и рабочих и заканчивая

поддержанием работоспособности оборудования. Если известны расходы на качество, менеджеры могут эффективно проводить анализ и легко выявлять аномалии, истинные причины проблем и тренды [11].

Несмотря на достаточно ограниченный объем исследований (стоимость потери качества, по различным экспериментальным оценкам, составляет в среднем от 3 до 35% всей стоимости качества), это направление представляется достаточно интересным и перспективным, что обусловлено обострением внимания к вопросам качества и развитием инновационных подходов Всеобщего управления качеством (TQM).

Кроме того, управление данным видом издержек на основе принципов, разработанных в рамках представленной концепции, в некотором роде является иллюстрацией результатов внедрения в организации системы реинжиниринга процессов [12]. Его перспективность обуславливается еще и достаточной простотой в применении стандартных методик управленческого учета внутрифирменных затрат, а значит, и возможностью получения заметных практических результатов, показывающих прямое влияние совершенствования деятельности компании и экономической эффективности бизнеса.

Концепция управления затратами в рамках бизнес-процессов появилась одной из последних и находится в стадии развития. В ее основу положена идея Д. Джурана о делении затрат на необходимые и излишние (в современном варианте – «деньги затраченные» и «деньги потерянные» [13]). Данная модель исходит из того, что производственный менеджмент – это

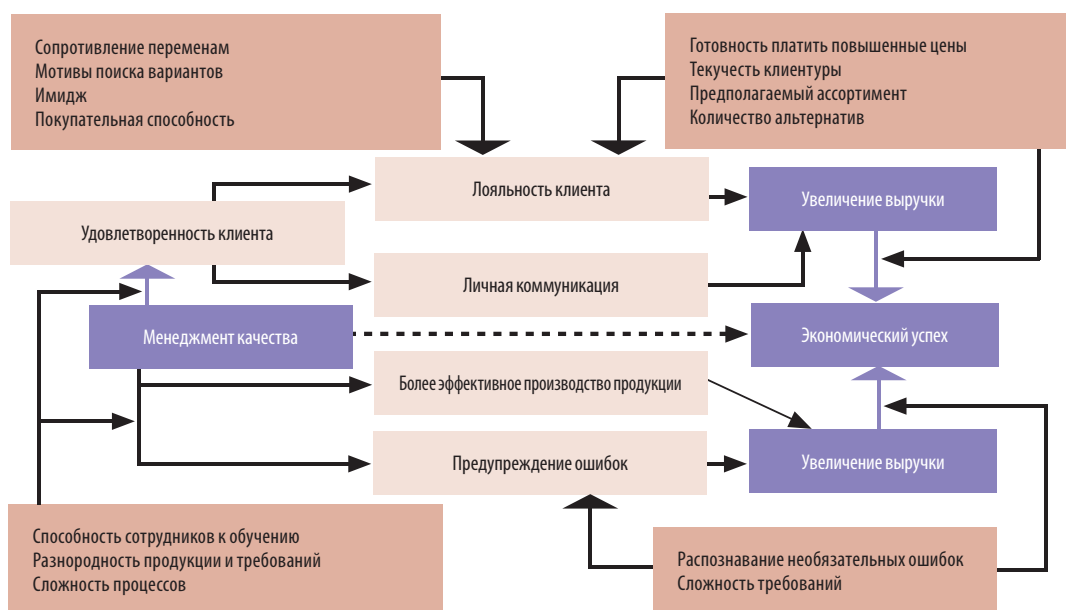


Рис. 3. Цепочка успеха в рамках менеджмента качества и примеры сдерживающих факторов [13]

Документ	Информация	Отсутствие информации
BS 6143 Part 2	<p>Подробный перечень затрат на качество продукции на основе PAF-модели</p> <p>Механизм проведения анализа тренда затрат на качество</p> <p>Методы управления бизнесом по отношению к затратам на качество</p>	Нет связи с методиками управления
BS 6143 Part 1	<p>Необходимость идентификации процессов и затрат на процессы и примеры результатов этой деятельности</p> <p>Необходимость проведения мониторинга и оптимизации затрат</p>	О практической реализации
ISO/TR 10014	<p>Необходимость идентификации процессов, факторов, влияющих на удовлетворенность потребителей, возможностей и затрат</p> <p>Необходимость вести мониторинг процессов, факторов удовлетворенности, возможностей и затрат</p> <p>Необходимость планировать и внедрять улучшение на основе анализа «затраты/прибыль»</p>	Не приведена методика определения и анализа затрат
ISO 10014:2006	<p>Использование цикла постоянного улучшения для реализации принципов менеджмента качества с точки зрения получения экономических и финансовых выгод</p> <p>Наличие вопросника для проведения самооценки организации в отношении внедрения экономических механизмов менеджмента качества</p>	Отсутствие взаимосвязи с методами учета и анализа затрат
ISO 10014:2021	<p>Перечень критериев для оценивания результативности системы качественного менеджмента в целом</p> <p>Реализация улучшений в процессах системы менеджмента</p> <p>Наличие вопросников для проведения самооценивания организации</p>	<p>Отсутствие взаимосвязи с системой менеджмента</p> <p>Отсутствие взаимосвязи с методами учета и анализа затрат</p>

Таблица. Информативность международных стандартов в отношении экономических аспектов качества [18]

менеджмент системы процессов, приносящих прибыль организации. При этом влияние мероприятий, связанных с качеством, на увеличение выручки и снижение издержек можно проследить с помощью цепочки успеха предприятия в области менеджмента качества (рис. 3).

Цепочка успеха показывает, что совершенствование менеджмента качества опосредованно ведет к увеличению прибыли организации двумя путями – за счет повышения удовлетворенности и лояльности потребителей; предупреждения появления несоответствий (как продукции, так и процессов).

Справа и слева на схеме в прямоугольных блоках указаны основные позитивные и негативные факторы, влияющие на менеджмент качества и экономические показатели соответственно.

Концепция управления затратами на качество бизнес-процессов полностью согласуется с современными методами управления предприятием – как для процессной и ресурсной моделей, так и реинжиниринга процессов. Кроме того, именно она послужила основой для разработок в области личной и организационной систем сбалансированных показателей [14–16], а также концепции процессно-ориентированного анализа рентабельности [17].

Каждое из рассмотренных направлений было включено в какую-то из версий стандартов по экономике качества. Однако стремление к ее системной

интеграции с менеджментом компании привело к тому, что с течением времени требования соответствующих стандартов начинают приобретать все более универсальный характер, что видно из таблицы, и, по сути, уже не представляют собой какую-то законченную научно-прикладную методологию.

Совершенно очевидно, что действующие стандарты ориентируются не на понимание доходной и расходной составляющей процессов, объема ресурсов для их функционирования и, как следствие, – определение и повышение эффективности и удовлетворенности потребителей, а на реализацию концепции улучшений в организации, причем имеющих весьма далекое отношение к экономике и финансам.

Что касается российских исследований экономики качества, то анализ информации, появляющейся в специальной литературе, позволяет выделить 2 вектора современных изысканий:

- совершенствование концепции управления затратами на обеспечение качества продукции [19–21];
- развитие направления менеджмента затрат на качество процессов (видов деятельности в системе менеджмента качества) по принципу полезности [22–26].

При этом оба предполагают разработку рекомендаций для высшего руководства предприятия

в отношении затрат на качество и осуществления выбора «таких мер по улучшению деятельности, которые в максимальной степени соответствовали бы стратегическим целям» [27].

Рассмотрим идею каждого из этих научных подходов.

Ученые и специалисты Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов (в настоящий момент – Санкт-Петербургский государственный экономический университет) традиционно занимались совершенствованием концепции управления затратами на обеспечение качества продукции. Они рассматривают их как «один из механизмов экономического описания деятельности в системе менеджмента качества», при этом они «классифицируются, исходя из их отношения к механизму управления» [19]. В основу данного подхода положена идея о том, что существуют затраты, являющиеся объектом управления в системе менеджмента качества (управляемые), и направленные на изменение управляемых затрат (управляющие). При этом расходы действуют только в рамках отдельных областей управления и позволяют оценить эффективность управляющего воздействия. Таким образом, совершенствование концепции управления затратами на качество продукции (услуги) затрагивает только один аспект – его обеспечение и улучшение.

Несмотря на важность и актуальность подобных исследований, нельзя не отметить, что за последние два десятилетия произошли серьезные изменения в производственном менеджменте, менеджменте качества и экономике качества. Современные научные разработки показывают, что учет и анализ затрат на качество (то есть затрат на его планирование, обеспечение, улучшение и менеджмент) – всего лишь один из экономических методов, позволяющий решать свои специфические задачи, для достижения же ощутимых результатов он должен применяться в сочетании с другими методиками (к примеру, с мониторингом и анализом эффективности процессов).

Вторая концепция – модель менеджмента затрат на качество процессов (видов деятельности в системе менеджмента качества) – основана на классификации затрат по принципу полезности («полезные» и «бесполезные» – убытки) [23, 28]. Она применяется в случаях, когда необходимо идентифицировать критические виды работ, выявить неэффективные виды деятельности и оптимизировать затраты на качество. При этом в процессе планирования важно четко формулировать

цели для осуществления мониторинга экономических результатов, а менеджмент качества компании рассматривать как цепочку взаимосвязанных и взаимозависимых процессов (видов деятельности), привязанных к центрам деятельности (или центрам ответственности), каждому из которых соответствуют конкретные статьи затрат на качество. Предприятие не должно принимать во внимание влияние их снижения только в краткосрочном периоде. То, что кажется улучшением сейчас, может негативно повлиять на репутацию продукции или лояльность и доверие потребителей в долгосрочном измерении.

Одним из главных достоинств процессного подхода для построения системы менеджмента качества является то, что в этом случае существует возможность анализа процессов с точки зрения добавления ценности и достижения результатов в показателях работы и эффективности.

Данная идея поддерживается многими учеными, которые считают, что «система менеджмента качества со временем трансформируется в систему управления эффективностью бизнеса. <...> Поэтому с позиций качественного менеджмента важна не только результативность – достижение запланированных результатов, но и эффективность – та цена, которой эти результаты обеспечиваются» [29].

Также большинство специалистов придерживаются взглядов, согласно которым затраты на контроль не должны относиться к «положительным» расходам. «Высокое качество контролем не обеспечить» [30]. «Контроль, как известно, не создает никакой ценности для клиента, зато тяжелым бременем лежит на себестоимости, а значит на конкурентоспособности компании» [31].

Таким образом, предложенная модель менеджмента затрат на качество процессов, с одной стороны, полностью соответствует международным требованиям, а с другой – направлена не только на повышение удовлетворенности потребителей, но и на достижение экономических результатов и выгод организации-производителя.

Менеджмент финансов (а именно так теперь называется деятельность, связанная с использованием экономических или финансовых методов в системе менеджмента качества) предусматривает разработку прогрессивных экономических методов для поддержки и поощрения улучшения деятельности организации, то есть включает в себя и бизнес-планирование, и анализ и оценивание затрат на качество, и измерение добавления ценности организации за счет оптимизации процессной модели

менеджмента, и создание системы инвестирования в инновации, и ряд других аспектов. Ввиду отличительных особенностей функционирования экономических и финансовых служб в Российской Федерации и за рубежом существуют различия в отношении названия направления деятельности, связанные с экономическим аспектом качества: первые считают правильным говорить о ней как об управлении такими аспектами, вторые (соответственно, в зарубежной нормативной и научной литературе) называют ее «менеджментом финансов». Данный понятийный парадокс до настоящего времени не разрешен, и в связи с переходом от менеджмента затрат на качество к менеджменту эффективности процессов сложно говорить о сближении позиций в ближайшие годы.

Одним из главных достоинств применения такого подхода является то, что существует возможность рассмотрения процессов с точки зрения добавления ценности и достижения результатов в показателях работы и эффективности.

Следует отметить, что уже к началу 2000-х гг. почти вековой спор ученых-экономистов о существовании затрат на эту категорию решился в пользу последних. Можно однозначно говорить о наличии тесной взаимосвязи между изменениями взглядов на экономику качества и поэтапным развитием подходов к менеджменту качества, а также о непосредственном влиянии последних на формирование новых взглядов в этой области (о чем свидетельствует небольшой лаг, в особенности характерный для исследований начала-середины прошлого века).

Кроме того, несмотря на наличие различных теоретических предпосылок, к началу нового столетия все экономисты во многом пришли к одинаковым выводам (например, о необходимости обязательной организации внутрифирменного управленческого учета затрат на качество). Об этом говорит и тот факт, что впервые за всю историю эволюции экономики качества все мировые исследования ведутся в одном направлении – менеджмента затрат на качество процессов.

Обобщая сказанное, можно с уверенностью предсказать развитие данной научной области, особенно в части разработки различных прикладных методик – это тот самый редкий случай, когда цели бизнес-компаний совпадают с целями научных работ. Кроме того, заинтересованность в них бизнеса скорее всего позволит преодолеть разрыв между разработкой научных теорий и их практической апробацией. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скрипко Л.Е. Эволюционный анализ развития экономических аспектов качества: зарубежный опыт // Наука и инновации. 2025. №1. С. 39–44.
2. Schotmiller J.C. Учебный курс RV Consulting Inc. Инструменты мониторинга и измерения эффективности систем менеджмента качества. – М., 2000.
3. Bester Y. Qualimetrics and Qualityeconomics – 7– 44th EQQ Congress. – Budapest, 2000.
4. ISO 10014:2006. Enterprise management. Guidelines for realizing economic benefits in quality management system.
5. ISO 10014:2021. Quality management systems. Managing an organization for quality results. Guidance for realizing financial and economic benefits.
6. Конарева Л.А. Структура затрат на обеспечение качества продукции и услуг в компаниях стран с развитой рыночной экономикой // Методы менеджмента качества. 2001. №10. С. 12–18.
7. Фейгенбаум А. Контроль качества продукции. – М., 1986.
8. Dawes E.W. Quality Cost – New Concepts and Methods // Annual Quality Conference Transactions. – Milwaukee ASQC, 1975.
9. Экономика качества: основные принципы и их применение / Ред. Дж. Кампанелла. – М., 2005.
10. Брун М., Греорги Д. Управление качеством: затраты и выгоды // www.ptpu.ru/Issues/1_00/19_1_00.htm.
11. Стимсон В., Длугополски Т. Управление финансами и качество // Стандарты и качество. 2007. №7. С. 15–17.
12. Хаммер М., Чампи Д. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе. – СПб., 1999.
13. Rogerson J.H. The Economic Aspects / Quality Assurance in Process Plant Manufacture, 1998.
14. Рамперсад Х.К. Универсальная система показателей деятельности: как достигать результатов, сохраняя целостность. – М, 2004.
15. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. – Boston, 1996.
16. Kaplan R.S., Norton D.P. The Strategy-Focused Organization: How Balanced Scorecard Companies Thrive in the New Business Environment. – Boston, 2001.
17. Мейер М.В. Оценка эффективности бизнеса: что будет после Balanced Scorecard? – М., 2004.
18. Скрипко Л.Е. Стандарт по экономике качества ISO 10014:2021. История и новизна // Стандарты и качество. 2022. №6. С. 32– 37.
19. Демиденко Д.С., Балашов О.В. Затраты на качество и их влияние на финансовые показатели предприятия // Ученые записки СПбГУЭФ. – СПб., 2000.
20. Леонова Т.И. Управление затратами на качество продукции. – СПб., 2000.
21. Коган Л.В., Леонова Т.И. Методы управления затратами на качество при реализации проектов / Сборник докладов междунар. науч.-практ. конф.: Национальная концепция качества: государственная и общественная защита прав потребителей / под редакцией Е.А. Горбашко. – СПб., 2019. С. 273–276.
22. Рахлин К.М., Скрипко Л.Е. Методология классификации затрат на качество // Стандарты и качество. 1997. №3. С. 51–54.
23. Рахлин К.М., Скрипко Л.Е. Принципы планирования и учета затрат на качество // Стандарты и качество. 2000. №3. С. 60–62.
24. Скрипко Л.Е. Экономическое управление качеством: теория и методология. – СПб., 2006.
25. Скрипко Л.Е. Экономика качества – внедрять нельзя отказаться! Где ставить запятую? // Методы менеджмента качества. 2016. №12. С. 10–15.
26. Скрипко Л.Е. Экономические аспекты качественного менеджмента: базовые концепции // Методы менеджмента качества. 2022. №2. С. 8–14.
27. Серегин В.Э. Развитие теории систем учета, оценки и управления затратами на качество // Стандарты и качество. 2008. №4. С. 61–63.
28. Рахлин К.М., Скрипко Л.Е. Методология классификации затрат на качество // Стандарты и качество. 1997. №3. С. 49–51.
29. Лапидус В.А. Новое понимание качества для управления бизнес-системой // Методы менеджмента качества. 2022. №2. С. 8–13.
30. Айдаров Д. Трактует Деминга. Принцип третий. Покончите с зависимостью от массового контроля // Стандарты и качество. 2014. №4. С. 94–96.
31. Адлер Ю.П. Целеполагание, ч. 2 // Стандарты и качество. 2020. №3. С. 64–67.



УДК 338.246.2

Механизм хакатона

как эффективный способ поддержки проектов социального предпринимательства



Анна ПОПКОВА,
заведующий отделом
мониторинга социально-
экономического развития
Института экономики
НАН Беларуси, кандидат
экономических наук,
доцент

Социальное предпринимательство в условиях глобальных вызовов и цифровой трансформации экономики стало новым способом решения таких общественных проблем, как создание рабочих мест для уязвимых категорий населения, реабилитация лиц с ограниченными возможностями, предоставление услуг малообеспеченным гражданам, оказание психологической помощи нуждающимся, содействие реализации образовательных и экологических проектов, формирование благоприятной инклюзивной среды и др.

Во многих странах социальным предприятиям оказывается всесторонняя поддержка, в первую очередь с целью привлечения государственных и частных инвестиций. Как правило, распределению финансов предшествуют конкурсы, и, соответственно, далеко не все заявки получают требуемые ресурсы. Правила отбора бывают различными. Например, для получения государственного гранта на развитие социального бизнеса в России требуется выполнение следующих условий: более 50% работников предприятия должны относиться к социально уязвимым категориям, компании необходимо производить общественно важные товары (услуги) и предлагать их по доступным ценам для льготных категорий граждан [1]. Иногда требуется определенная доля участия в проекте за счет собственных средств (около 20–50%) и/или сертификат о прохождении соответствующих бизнес-курсов и тренингов.

Однако данные методы выявления лучших инициатив базируются в основном на оценке запрашиваемых документов. Здесь мало учитывается личность предпринимателя, его харизма, способность продвигать свою идею и добиваться желаемого результата. Между тем успех социального проекта во многом определяется силой лидера, который может привлечь других людей для реализации общественно полезного дела. Так, в мире широко известен Мухаммед Юнус, который получил в 2006 г. Нобелевскую премию мира за технологию микрокредитования и сокращение бедности во многих странах [2]. В мировой практике также рас-

пространен такой новый способ решения социальных задач и привлечения инвестиций, как проведение хакатонов, и подобный опыт лишен упомянутых недостатков.

В последние годы в академической среде появился ряд научных работ ([3, 4] и др.), посвященных хакатону как механизму решения социальных задач и стимулирования инновационного предпринимательства. Эксперты положительно оценивают возможности данного метода генерирования прорывных идей, отмечают его перспективность для привлечения новых сотрудников в организации, рассматривают различные варианты его проведения и способы поощрения участников. В то же время упоминаются и возможные недостатки подобной практики, связанные с высокой интенсивностью процесса и неравномерностью нагрузок [5].

Хакатон представляет собой мероприятие, направленное на активизацию общества и бизнеса для реализации социально ориентированных проектов. Более 80% компаний из списка Fortune 100 прибегают к ним для стимулирования инноваций. Более 50% таких соревнований осуществляется на регулярной основе, что свидетельствует об эффективности этого инструмента командного генерирования новых идей, нестандартных решений общественных проблем [6].

Хакатон обычно проводится в сжатые сроки (распространенный формат – от 2 до 4 дней), но может длиться и более продолжительный период или, наоборот, занимать несколько часов. Он может происходить в рамках одной организации как внутренний или проводиться в широком масштабе с привлечением внешних заинтересованных сторон.

Процесс состоит из нескольких итераций. На первом этапе все зарегистрированные команды должны представить инновационную идею: требуется разработка социально значимых, передовых, осуществимых и масштабируемых решений. Затем выбранные участники презентуют свои проекты экспертам и зрителям и отвечают на адресованные им вопросы. Лучшие инициативы получают призы, привлекают инвестиции и менторскую поддержку. В качестве наград могут выступать подарочные сертификаты на услуги (например, юридические консультации), технические устройства (компьютеры, планшеты и т.д.), менторская поддержка проекта, приглашения на курсы и семинары и др. (рис. 1).

Организаторами таких мероприятий обычно выступают некоммерческие организации, бизнес-школы и университеты, крупные компании, а в отдельных странах для этого функционируют даже специализированные агентства – такие структуры выбирают место проведения события, способствуют коммуникации задействованных сторон, создают страницы в социальных сетях и Интернете, готовят многоканальные рекламные кампании, предоставляют компетенции и ресурсы, в том числе собственные цифровые платформы для проведения хакатонов и приложения, которые позволяют подключаться участникам. К этим платформам обращаются не только предприятия в поисках нового решения, но и профессиональные специалисты, желающие предложить свои знания для реализации определенных задач.

Так, агентство AngelHack провело уже 370 очных, 10 тыс. виртуальных и 100 гибридных хакатонов. Большой популярностью

пользуются варианты в режиме онлайн, которые дают возможность объединять представителей различных профессий и из разных стран. AngelHack сформировало сеть из более чем 300 тыс. разработчиков и более 140 партнеров, которые помогают в поиске талантов и подготовке соревнований [7]. Привлечение специализированного агентства позволяет компании сосредоточиться на своей цели и не отвлекаться на организационные вопросы, хотя и требует затрат. Однако преимуществом наемной фирмы является наличие собственной платформы, приложения, опытных сотрудников при проведении такого рода мероприятий, что в конечном итоге может сделать их более эффективными.

Темы хакатонов могут быть различными, но, как правило, нацелены на решение конкретных социальных проблем, в частности, они проводились для выработки мер по устранению дискриминации на рынке труда, решению задач нехватки врачей и учителей в регионах, качественному уходу за пожилыми людьми и др. Так, в декабре 2024 г.

был осуществлен Глобальный международный хакатон, в котором приняли участие студенты 29 университетов из 10 стран мира. Спонсором выступила авиакомпания China Southern Airlines. Главной целью был поиск эффективных решений по трем основным направлениям: борьба с пластиковым загрязнением планеты, предоставление инклюзивных цифровых медицинских технологий для пожилых людей, меры в области туризма и транспорта для достижения углеродной нейтральности.

В течение двух дней команды занимались разработкой бизнес-моделей, соответствующих Целям устойчивого развития ООН. После мозгового штурма прошли сессии наставничества от экспертов из различных областей, включая ИТ, маркетинг, международные отношения, что позволило участникам доработать свои идеи до бизнес-проектов. На второй день каждая команда представила свою модель на сессии питчинга, получив обратную связь от судейской коллегии, в состав которой вошли эксперты из меж-

дународных организаций, венчурных компаний и академических кругов. Оценивались такие позиции, как вклад в устойчивое развитие, реализуемость модели, масштабируемость и потенциал глобального воздействия. Главный приз был присужден проекту «Wakey» – цифровому решению в области здравоохранения, способствующему качественному сну пожилых людей [8].

Подобный механизм стал применяться и в Беларуси. Экосистема инвестиционной платформы «Malimon» проводит регулярные хакатоны для социальных стартапов «SOCIAL IMPACT Hackathon». Так, в 2022 г. состоялся отбор в MALIMON Civic-Tech Online Accelerator. За два дня из общего количества участвующих проектов были выбраны инициативы, которые впоследствии были взяты для акселерации или ускоренного роста. В течение нескольких месяцев они дорабатывались под руководством наставника, который обеспечивал успешную групповую коммуникацию, ставил цели и при необходимости привлекал экспертов. Команды, которые смогли довести свою идею до акселератора и успешно пройти его, получали 5 тыс. долл. [9].

Процесс осуществления этапов можно представить в виде следующей схемы (рис. 2).

Также 15 марта 2025 г. в Минске состоялся MALIMON SOCIAL DAY. На нем было представлено 15 социальных проектов, которые предварительно прошли акселератор. Эти стартапы поддерживали белорусские компании МТС, Белагропромбанк, медицинский сервис 103.BY, предприятие по предоставлению автомобилей Ringo.by, ООО «Эвериз Сервис», облачный провайдер ActiveCloud, ЗАО «Водород» и др.



Рис. 1. Механизм хакатона для генерирования инновационных решений социальных проблем. Источник: разработка автора



Рис. 2. Этапы создания социального стартапа с использованием механизма хакатона в Беларуси. Источник: разработано на основе [10]

Команды соревновались за признание их идеи лучшей, представляя инновационные концепции в сфере социального предпринимательства. Проекты оценивало профессиональное жюри, которое уделяло особое внимание новизне и креативности идей, их потенциалу влияния, качеству презентации и разработке прототипа. Также проходило зрительское голосование.

В частности, были представлены проекты: «Together» – приложение для связи волонтеров и людей, нуждающихся в помощи (пожилых и лиц с ограниченными возможностями); «Монетика» – универсальная интерактивная образовательная платформа, нацеленная на повышение финансовой грамотности пользователей всех возрастов; «Доктор Кот» – приложение для ветеринаров и др. Особого внимания заслуживает ресурс «Specialsmetter», помогающий родителям детей с особенностями развития найти необходимых специалистов. Данный онлайн-сервис предоставляет персонализированные программы коррекции, обратную связь от помощников, мониторинг прогресса ребенка в режиме реального времени, мораль-

но-психологическую поддержку. Такие решения позволяют формировать сообщество, активно продвигающее инклюзивную культуру.

Интересен проект «Простые людзі», направленный на карьерное консультирование. Это образовательный тренинговый центр, где подростки исследуют личные и профессиональные навыки – от уверенности в себе до управления своими финансами и создания бизнеса. Он предоставляет курсы и семинары, общение с менторами и экспертами, индивидуальную поддержку. В качестве социального эффекта авторы идеи отметили уменьшение стресса и повышение мотивации к самообучению и развитию у молодых людей, снижение экономических и моральных потерь от неверного

выбора профессии, повышение уверенности в себе. В Инстаграме проект собрал на момент презентации 9739 просмотров.

Еще один проект, «Padzei», был представлен юной школьницей и призван решить актуальную проблему досуга родителей и детей. Это ассистент мероприятий, который позволяет получать анонсы о предстоящих интересных событиях. При его использовании родители значительно сэкономят время и деньги на поиск необходимых развлекательных и творческих программ.

Грант в размере 3,5 тыс. руб. для стартового развития получил проект «Шаг навстречу» – онлайн-сервис, который помогает людям с ограниченными возможностями найти персонального ассистента [11].

Одно из перспективных направлений применения механизма хакатона – выстраивание взаимодействий крупных предприятий с субъектами малого и среднего предпринимательства (рис. 3). Например, производителю необходимо создать нестандартный проект цифровой рекламы, ориентированный на молодежную аудиторию. Через специализированную платформу объявляется виртуальный хакатон, который привлечет не только национальных, но и зарубежных разработчиков. В короткие сроки

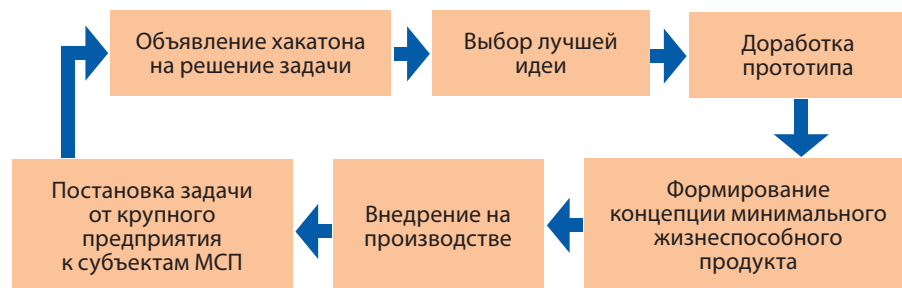


Рис. 3. Механизм взаимодействия крупных предприятий и субъектов МСП посредством хакатона. Источник: разработка автора

может поступить идея, которую выберет руководство компании. Далее этот прототип может быть доработан и реализован на практике.

Такой механизм стимулирования инновационного бизнеса мог бы быть создан на базе Белорусского фонда финансовой поддержки предпринимателей и стать новым дополнительным инструментом развития предпринимательских инициатив в действующей системе биржи субконтрактации. В то время как на бирже отдельные операции или производственные процессы отдаются на аутсорсинг определенным фирмам по коммерческому договору, при хакатоне к процессу могут привлекаться разработчики разных компаний для мозгового штурма и поиска креативных бизнес-решений.

Таким образом, хакатон – это эффективный инструмент для создания и разработки социальных стартапов. Он поощряет командную работу и кросс-функциональное сотрудничество, стимулирует творческое мышление и инновационный подход к задачам, добавляет азарта и мотива-

ции посредством соревнования и вознаграждений, активизирует на решение сложных проблем за короткий промежуток времени, вдохновляет молодых лидеров на генерацию решений, способных изменить ситуацию как на местном, так и на национальном уровне.

Успех хакатонов во многом зависит от их правильной организации.

Одной из лучших характеристик подобных мероприятий является разнообразие участников команд. В реализации проектов могут быть задействованы психологи, маркетологи, инженеры, программисты, социологи, педагоги, врачи, предприниматели и др. Такая дифференциация позволяет осуществлять комплексную всестороннюю разработку идеи, что обеспечивает конкурентные преимущества стартапу. Подбор сильной команды и грамотного лидера имеет определяющее значение для успеха. Такие инициативы также помогают продвигать культуру сотрудничества и эффективного взаимодействия в обществе.

Хакатоны также становятся источником значимых новостей и событий, что отражается в средствах массовой информации. Интересные проекты получают поддержку со стороны потенциальных инвесторов, потребителей, спонсоров и других заинтересованных лиц, публикуются на сайте и становятся известными широкой общественности. Тем самым ускоряется процесс создания и развития социально ответственного бизнеса.

Однако следует отметить, что хакатоны – это только стартовые площадки для поиска новых идей с целью реализации социальных инициатив. Для полноценного их внедрения необходимо дальнейшее продвижение. В то же время эта тактика ускоренного стимулирования инноваций хорошо зарекомендовала себя на практике. Она позволяет привлекать талантливых специалистов, а разнообразный опыт участников способствует разработке нестандартных решений. В высококонкурентной среде такой подход необходим, так как в эпоху цифровизации технологии, методы и бизнес-модели социальных инноваций постоянно меняются. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Как получить грант для бизнеса в России // https://secrets.tbank.ru/biznes-s-nulya/grant-dlya-biznesa-v-rossii/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F.
2. Попкова А.С. Микрокредитование GRAMEEN BANK как перспективный опыт социального предпринимательства / А.С. Попкова // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2019. №2 (37). С. 40–42.
3. Носкова И.В. Социальный хакатон как вид социальной рекламы в деятельности благотворительного фонда культуры семьи и детства / И.В. Носкова // Инновации. Наука. Образование. 2021. №35. С. 1255–1266.
4. Табачникова А.А. Управленческий хакатон: новый подход к разработке проектов в образовательной среде / А.А. Табачникова, А.И. Меняйлов // Экономика и предпринимательство. 2024. №2 (163). С. 973–978.
5. Абдураманов З.Ш. Хакатон как среда обучения промышленной разработке программных приложений / З.Ш. Абдураманов, З.С. Сейдаметова, Г.С. Сейдаметов // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. 2020. №3 (29). С. 90–98.
6. The complete guide to organizing a successful hackathon // <https://www.hackerearth.com/community-hackathons/resources/e-books/guide-to-organize-hackathon/>.
7. AngelHack // <https://angelhack.com/services/hackathon>.
8. Global Youth Impact Hackathon // <https://wfuna.org/global-citizenship/2024-global-youth-impact-hackathon/>.
9. «Голод – самый лучший мотиватор для предпринимателя». Почему начать сейчас бизнес – хорошая идея // <https://probusiness.io/interview/9753-golod-samyi-luchshiy-motivator-dlya-predprinimatelya-pochemu-nachat-seychas-biznes-khoroshaya-ideya.html#>.
10. SOCIAL IMPACT Hackathon // <https://impact.malimon.by/#about>.
11. MALIMON SOCIAL DAY – энергия и драйв социального бизнеса! // <https://myfin.by/article/afisha/malimon-social-day-vozmoznosti-socialnogo-predprinimatelstva-v-belarusi-36549>.

Принятие решений в научной организации: классика и современность



Александр Брасс,
доцент кафедры
экономического развития
и менеджмента Академии
управления при Президенте
Республики Беларусь,
кандидат экономических наук,
доцент

Достаточно очевидно, что при достижении своих целей в личной жизни, научной, управленческой или экономической деятельности человек, вне зависимости от занимаемой им должности, неизбежно сталкивается с различными проблемами, которые условно можно разделить на две группы: являющиеся следствием потенциальных или реализующихся угроз (вызовов) или же представляющие возможности. Это деление носит скорее субъективный, а не объективный характер, поскольку одно и то же событие каждый человек оценивает по-разному. Один видит в нем трудности, другой – хорошую перспективу. Любая проблема имеет несколько способов разрешения, но очевидно, что из их множества нужно выбрать один, который и является единственной альтернативой. Иначе можно сказать, что решение – это отказ от одного блага ради обладания другим. Например, работая в академическом институте, а не в коммерческой организации, человек лишается высокой зарплаты ради удовлетворения своей любознательности и творческих перспектив.

Одним из центральных вопросов современной теории и практики принятия решений является их рациональность, или «экономическая разумность». Можно утверждать, что они будут таковыми в случаях, если:

- известны все альтернативы, и люди могут сравнить их между собой;
- человек стремится к максимизации собственной выгоды (выгоды возглавляемой организации, подразделения), мало заботясь о благополучии других людей или компаний;
- решение принимается без эмоций, которые всегда мешают рациональному учету человеческих интересов.

При этом важно понимать, как отмечал еще Адам Смит [1], что булочник печет вкусные булки не ради удовольствия покупателя, а потому, что, продавая их, сможет получить большую прибыль. То есть, с его точки зрения, затрачивать на это дополнительные усилия и ресурсы рационально. От этого выигрывает и потребитель, ведь добросовестный бизнес – не игра с нулевой суммой, а выгода и продавцу, и покупателю.

Согласно неоклассической экономической теории, долго считалось, что человек рационален при принятии экономических (организационных, научных, управленческих) решений и действует в соответствии со схемой, представленной на рис. 1. Базируясь на этом положении, в экономико-управленческой науке разрабатывалось и разрабатывается множество методов и моделей, в том числе экономико-математических, объясняющих и помогающих руководителю принимать увеличивающие его доход или снижающие издержки решения. Однако постепенно происходило накопление фактов, свидетельствующих об их иррациональности, и все острее обозначалась проблема объяснения причин этого.

Во время Второй мировой войны стала понятна ценность информации, важность ее своевременного получения и безопасного хранения. Выходит много работ, посвященных информатизации управления как на уровне конкретной организации, так и общества в целом [3, 4]. В результате иррациональность начали объяснять тем, что человек либо не владеет всеми сведениями, необходимыми для принятия рационального решения, либо не умеет с ними работать. Поэтому стартовала своеобразная «погоня» за актуальными данными, и большие надежды возлагались на все более активно вне-

дряющиеся в жизнь технические средства ее обработки, передачи и сохранения.

Однако, в 1957 г. Герберт Саймон опубликовал теорию ограниченной рациональности (за что впоследствии получил Нобелевскую премию), утверждающую, что полная рациональность человеческих решений недостижима по следующим причинам:

- все варианты разрешения возникшей проблемы могут быть известны человеку только в достаточно простых ситуациях;
- при большом количестве альтернатив сложно и дорого сравнивать их между собой;
- на поиск более рационального (лучшего) решения может уйти столько времени и усилий, что рациональность перестает ею быть;
- далеко не все его характеристики можно оценить количественно. Соответственно, человек вынужден использовать оценочные шкалы «лучше – хуже», «нравится – не нравится», «более предпочтительно – менее предпочтительно», что подразумевает включение эмоций и снижает рациональность решения.

Помимо этого, не всегда однозначен сам критерий рациональности. Кто-то при покупке товара хочет потратить меньше денег, а кто-то – меньше времени, поэтому люди достаточно часто сами не стремятся к рациональности, что можно продемонстрировать следующим образом. При покупке молока в магазине потребитель сталкивается с большим ассортиментом брендов, производящих продукцию, разную по цене, срокам годности, жирности и т.д. Вряд ли кто-либо из покупателей будет тща-



Рис. 1. Поведение «экономически разумного» человека при принятии решения
Источник: разработка автора на основе [2]

тельно сравнивать все предложенные торговой точкой альтернативы: чаще всего берется товар привычной марки, которой они доверяют. Такой подход экономит время, но не позволяет сделать самый рациональный выбор.

Еще один пример связан с научными работами, которые могут вестись по нескольким направлениям. Из-за ограниченности ресурсов руководителю организации (лаборатории) нужно выбрать одно из них и решать при этом массу проблем – от чисто экономических (затраты на проведение, возможный эффект от внедрения и т.д.) до научных (одни изыскания могут быть тупиковыми, другие – весьма перспективными). И выбор тематики исследования делается интуитивно, исходя из опыта и личных предпочтений менеджера или собираемой им команды экспертов. Принять в данном случае наиболее рациональное решение невозможно даже с использованием самых современных цифровых инструментов. Разумеется, можно каким-либо образом проранжировать мнения аналитиков, с помощью специальной компью-

терной программы обработать ранги и говорить о том, что цель проекта определена на основе новейших информационных технологий. Но в основе выбора все равно лежат эмоционально-интуитивные мнения людей.

Из приведенных примеров следует, что наиболее значимым фактором рациональности выступает сам человек. И именно он, его эмоционально-когнитивные особенности, проявляющиеся при обработке информации и принятии решений, постепенно становятся центральным объектом исследований. В результате происходит переход от схемы, представленной на рис. 1, к схеме, изображенной на рис. 2, то есть люди делают выбор чаще под воздействием чувств, эмоций и интуиции, а не в результате сложных мыслительных (вычислительных) процессов.

Имеющиеся научные труды [7–9 и др.] позволяют говорить о следующих аспектах человеческого мышления и поведения.

На основе одной и той же информации, преподнесенной по-разному, принимаются разные решения и совершаются разные поступки. Например, если врач говорит пациенту, что в ходе или после операции 10% больных умирает, то 80% из них не соглашаются на операцию и

покидают клинику. Если же доктор утверждает, что 90% людей выздоравливает, то 80% пациентов готовы к оперативному вмешательству.

Мышление человека относительно. Если в магазине при приобретении товара за 80 руб. к нему подходит коллега (хороший знакомый) и говорит, что в соседнем павильоне точно такой же стоит на 20 рублей дешевле, то большинство людей пойдет туда. Ситуация становится несколько иной, если человек стоит перед выбором покупки за 800 руб. В этом случае вряд ли кто-нибудь отправится за ней в другое место, хотя экономия та же самая – 20 рублей. То есть люди оценивают не абсолютную (20 руб.) выгоду, а относительную (25% и 2,5% соответственно). Нечто аналогичное происходит и в жизни научных организаций. Если на осуществление проекта отпущен один год, то на первой неделе его выполнения один день рассматривается как нечто не очень ценное. Его вполне можно потратить на что-то интересное для участников проектной группы, но не имеющее отношение к проводимому исследованию. На последней неделе реализации проекта это уже недопустимо. Хотя, казалось бы, один день – это всегда один день.

Негативные эмоции в случае потери некого блага у людей в два-три раза сильнее, чем позитивные чувства при таких же по величине приобретениях. Это заложено в нас с первобытных времен и проявляется в нашем поведении сегодня. Например, многие люди любят собирать грибы и при их виде испытывают положительные эмоции. Однако это состояние тут же сменяется на противоположное при виде рядом с дарами леса змеи – возможно,

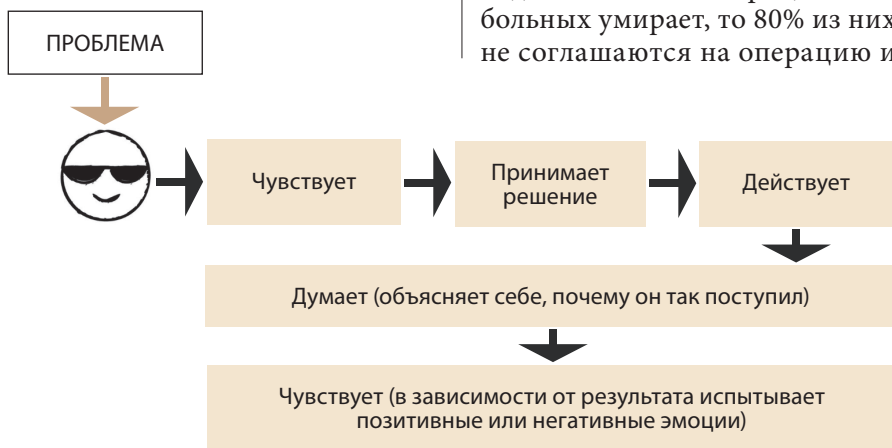


Рис. 2. Действительная схема поведения большинства людей

Источник: разработка автора на основе [2]

ядовитой. Шанс не быть укушенным определяется тем, насколько быстро негативные эмоции «перебьют» позитивные. Таким образом, позитивные обеспечивают нам хорошее настроение, негативные – спасают жизнь. Именно поэтому они сильные, но испытывать их люди не хотят. Например, на вопрос: «Что для вас лучше: найти 100 рублей или не потерять 100 рублей, которые у вас есть?», – большинство опрошенных отвечает, что лучше не потерять. Следствием этого является стремление многих людей – неважно, чем они занимаются, – минимизировать свои убытки, касающиеся денег, времени, репутации и т.д. Научная деятельность в этом плане не исключение. Возможно, кому-то приходилось сталкиваться с тем, что отрицательные эмоции человека, чью диссертацию отклонил ВАК, гораздо сильнее, чем позитивное настроение того, чья работа утверждена.

Весьма существенное стремление избежать напрасных усилий и негативных эмоций сказывается на отсутствии желания у соискателей ученых степеней доводить диссертационные работы до требуемого уровня. Если в 2023 г. количество людей, окончивших аспирантуру, выросло на 1,2% по сравнению с 2019 г. (докторантов – на 89,4%) [10], то численность кандидатов наук в организациях, выполняющих научные исследования, сократилась на 4,1% (докторов наук – на 14,5%) [11].

При позитивном исходе (приобретении) человек предпочитает получить пусть небольшой, но гарантированный результат, а при негативном – выбирает плохо предсказуемый вариант, где, по его мнению, есть шанс избежать потери. То есть люди склонны не рисковать в условиях выигрыша и стремятся к нему при проигрыше. Например, если успешно развивающейся лабо-

ратории предложить авантюрный, не имеющий сколько-нибудь предсказуемого результата исследовательский проект, то она сделает все возможное, чтобы от него отказаться: зачем лишние проблемы? Если же стоит вопрос о закрытии подразделения, то выполнение рискованного задания становится соломинкой, ухватившись за которую, можно остаться на плаву. Ведь в любом случае неудача уже не повредит.

Субъективная полезность любого блага падает (дисконтируется) для человека со временем. Люди предпочитают иметь все сейчас, а не завтра. Премия за успешно выполненное исследование хочется получить в течение месяца, а не через полгода, даже если ее величина корректируется с учетом инфляции. Лучше участвовать в конференции, сборник материалов которой готов к ее началу, а не через год после проведения.

Накопление представленных и множества других фактов, свидетельствующих о влиянии эмоций и интуиции на принимаемые людьми решения и их поведение, привело к осознанию значимости существования у человека двух сигнальных систем восприятия и обработки информации (по И.П. Павлову [12]), или аффективной и когнитивной систем (по Р.Б. Зайонцу [13]). Эти две системы названы Системой 1 и Системой 2 [7] (таблица). Порядок их взаимодействия при решении какой-либо проблемы представлен на рис. 3.

Поскольку Система 1 активна практически постоянно, как только человек сталкивается с необходимостью решить ту или иную задачу, она сразу включается в работу. Под воздействием эмоций, интуиции, бессознательных механизмов принятия решений

Характеристики Системы 1	Характеристики Системы 2
Эмоциональная и интуитивная	Рассудочная и рациональная
Бессознательная: человек не отдает себе отчета в том, что она работает	Сознательная: начинает работать под воздействием воли человека
Практически неуправляемая человеком	Управляемая человеком
Активная, быстро включается в работу	Пассивная, не спешит включаться в работу
Практически не обучаема	Обучается достаточно быстро
Почти не требует усилий и повышенных расходов энергии для своей работы	Для своей работы требует усилий и больших затрат энергии, что мозгу не нравится
Действует практически бесконтрольно	Контролирует себя и Систему 1
Обрабатывает большие объемы плохо структурированной информации	Обрабатывает малые объемы хорошо структурированной информации
Способна определять простые соотношения (больше, ниже, шире, похоже), не умеет работать с абстрактной информацией (статистикой) и легко переносит информацию с одного события на другое без логической связи между ними	Может сравнивать объекты по нескольким параметрам, работает с абстрактными данными, следуя заданным правилам

Таблица. Характеристики Системы 1 и Системы 2

Источник: разработка автора на основе [7, 14]

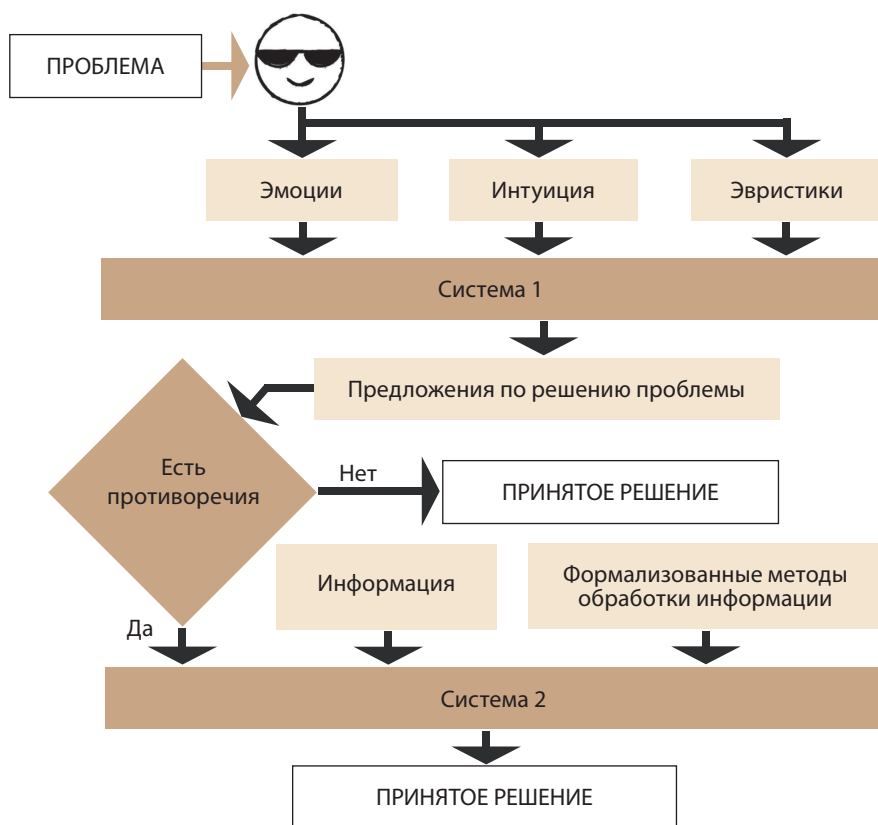


Рис. 3. Система 1 и Система 2 при принятии решений

Источник: разработка автора на основе [7]

(эвристик по [7]) она достаточно быстро предлагает свои варианты. Если они не наталкиваются на какие-либо противоречия (например, кто-то считает его неверным), то их и берут за основу. Только в случае возникновения новых проблем, с которыми Система 1 не может справиться, в работу вступает Система 2. Она начинает не спеша, в течение нескольких секунд или минут собирать информацию, ее обрабатывать с использованием формализованных методов, а затем выдает свое решение, которое и принимается человеком.

Конечно, утверждения о существовании Системы 1 и Системы 2, о механизме их взаимодействия при решении проблем неизбежно поднимают вопросы о том, есть ли они; это просто удобное понятие или они имеют некую материальную основу; если послед-

няя существует, где она находится, можно ли ее каким-либо образом «потрогать» и на нее воздействовать?

Ответы на эти вопросы попытался дать нобелевский лауреат Ф. Крик в вышедшей в 1994 г. работе «Удивительная гипотеза. Научный поиск души» [15]. В ней ученый утверждал, что человеческое сознание, продуцируемые им решения и поведение – это не более чем результат взаимодействия огромного числа нейронов нашего мозга, их молекул, атомов и ионов, то есть активность нейронов. И на нее, как на любой биохимический или электрический процесс, можно влиять, побуждая человека принимать решения, которые воздействующий субъект считает более правильными (рациональными). Изучение способов побуждения – тема отдельной статьи. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит. – М., 2011.
2. Галкина Н. Нейромаркетинг на реальных примерах: как это работает на самом деле // <https://www.youtube.com/watch?v=6GN99tHbqls>.
3. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине // <http://bourabai.ru/library/cybernetics.html>.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон. – М., 1963.
5. Саймон Г. Теория принятия решений в экономической теории и науке о поведении // http://gallery.economicus.ru/cgi-bin/frame_rightn_newlife.pl?type=in&links=../in/simon/works/simon_w1.txt&img=works_small.gif&name=simon.
6. Саймон Г. Рациональность как процесс и продукт мышления / Г. Саймон // Thesis. 1993. Вып. 3. С. 16–38.
7. Канеман Д. Думай медленно... Решай быстро / Д. Канеман. – М., 2022.
8. Ариели Д. Предсказуемая иррациональность. Скрытые силы, определяющие наши решения / Д. Ариели. – М., 2010.
9. Талер Р. Новая поведенческая экономика. Почему люди нарушают правила традиционной экономики и как на этом заработать / Р. Талер. – М., 2018.
10. Численность выпускников учреждений образования по территории Республики Беларусь (чел.) / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // <http://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10103000010>.
11. Списочная численность работников, выполнявших научные исследования и разработки на конец года по территории Республики Беларусь (чел.) / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // <http://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10219100002>.
12. Данилова Н.Н. Физиология высшей нервной деятельности / Н.Н. Данилова, А.Л. Крылова. – Ростов-на-Дону, 2005.
13. Зайонц Р.Б. Чувство и мышление: предпочтения не требуют умозаключений // <https://doi.org/10.1037/0003-066X.35.2.151>.
14. Ключарев В.А. Нейроэкономика. Как наш мозг принимает решения? // <https://www.youtube.com/watch?v=5uuCPjSLPZw>.
15. Crick F. Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul / F. Crick. – London, 1997.



Валерий Гончаров,
директор Центра системного
анализа и стратегических
исследований НАН Беларуси,
кандидат экономических наук



Наталья Янкевич,
заведующая отделом
Центра системного
анализа и стратегических
исследований НАН Беларуси,
кандидат технических наук

Экономика электромобильности: исследование будущего

Электромобильность сегодня – устойчивый тренд в развитии мирового автомобилестроения. Наиболее подготовленным к нему оказался Китай: в 2024 г. продажи электромобилей и гибридов в стране впервые превысили реализацию машин с двигателями внутреннего сгорания [1]. Однако КНР не спешит декларировать отказ от сборки традиционных автомобилей, планируя сделать это лишь к 2060 г. [2]. Такая умеренность в стратегическом видении весьма показательна и объясняется довольно просто. Пока весь мир с той или иной степенью энтузиазма готовится расширять парк электрических транспортных средств, следуя экологическому императиву, на повестке до сих пор остаются важнейшие вопросы, требующие ответов. Один из первейших – формирование бизнес-модели, предусматривающей получение прибыли при производстве электромобилей.

Обновиться и не разориться

Производитель пылесосов Dyson, декларирующий стремление разработать собственный электромобиль, одним из первых признал, что производство таких машин не окупается. Компания рассчитывала вложить в новое направление 2,7 млрд долл., ради чего приобрела несколько стартапов и переключила на разработку новшества 523 сотрудника. Ими даже был создан его прототип, но в итоге проект закрыли – по причине того, что не нашлось варианта, как сделать производство коммерчески обоснованным.

Та же участь постигла Ford Motors, который отменил запуск электропикапа под брендом Lincoln. Компания работала над ним совместно со стартапом Rivian, но предпочла «списать» 500 млн долл. инвестиций и отказаться от первоначальной идеи – выпуска электрического внедорожника, который должен был поступить в производство уже в 2025 г. На смену ему придет семейство таких же машин с гибридными двигателями. За счет этих изменений расходы Ford на «чистые» электромобили сократятся с 40 до 30%, но при этом издержки уже составили 400 млн долл., а полностью в реорганизацию требуется вложить 1,5 млрд долл. [3].

Финансовые отчеты стартапов по созданию электромобилей имеют одну общую черту: значительные убытки (Nikola, Rivian и т.д.). Согласно исследованию международной компании Deloitte, которая занимается консультированием крупного бизнеса, многие изготовители электрокаров и комплектующих к ним не выживут из-за крайне высокой стоимости оборудования и производства.

GM, Mercedes-Benz или Fiat Chrysler покрывают убыточность своих электромобилей доходами от продаж обычных машин с ДВС. Но если мир действительно целиком перейдет на электротягу, отказавшись от бензина и дизеля, прибыль от «традиционных» автомобилей тоже исчезнет. Автоконцернам, таким образом, надо будет трансформировать ценовую политику, которая, в конечном счете, будет реализована «за счет» потребителей.

Жертвы электрификации

Существуют целые государства, для которых переход на электромобильность может быть невыгоден экономически как экспортерам углеводородов. Например, в России в качестве экологичной альтер-

нативы дизелям и бензину государственная корпорация «Газпром» начала продвигать природный газ – метан (EcoGas). Преимущества у него действительно есть: автомобили на природном газе дешевле содержать за счет низкой стоимости топлива, да и его экологические характеристики лучше. Тем временем в Евросоюзе пошли другим путем: с 2023 г. на его территории вступил в действие «углеродный налог». Больше всего от него пострадали производители железа, стали и азотных удобрений. При этом в полную силу трансграничное углеродное регулирование начнет действовать только с будущего, 2026 г.

Согласно оценкам, из-за отказа мировой экономики от углеводородов Россия может потерять до 10% валового внутреннего продукта. Однако, по мнению экспертов, она сможет сохранить статус энергетической державы, если заместит их экспортом водорода.

Под вопросом выгода и для другого крупного нефтедобытчика – Саудовской Аравии. В то время как власти государства анонсировали переход на электромобили, в Международном энергетическом агентстве МЭА заявили, что масштабная электрификация легкового транспорта спровоцирует снижение спроса на нефть.

Стоит отметить, что рост потребления нефти в мире в последние годы во многом обеспечивался за счет его увеличения в Китае (с 2012 по 2024 г. оно выросло более чем на 60% – с 10 млн до 16,6 млн баррелей в сутки). Именно потребности Поднебесной позволили удерживать цены на данный вид сырья (за счет использования американской сланцевой нефти, а также России, нарастившей добычу почти в 1,5 раза). Сегодня около 40% всех проданных в Китае электромобилей – это гибриды, требующие при их эксплуатации углеродного топлива [4].

Но следует учесть и то, что количество личных автомобилей в КНР не очень высоко: на 1 тыс. жителей приходится 232 собственные машины всех видов (для сравнения: в Республике Беларусь – 517) [5]. Кроме того, согласно прогнозам, к 2030 г. доля электромобилей в структуре всего легкового парка Китая составит 30%, что может снизить рост спроса на нефть в стране до 0,3 млн баррелей в сутки.

В отличие от КНР, стабильный прирост спроса (на 0,2–0,3 млн баррелей в сутки) по крайней мере в 2025 г. может сохранить Индия. Хотя в этом государстве также расширяется рынок электротранспорта (продажи достигли 100 тыс. ед./год),

в ближайшие годы здесь ожидаются стабильные темпы роста потребления бензина и дизельного топлива. Немалую роль в этом сыграет низкий уровень автомобилизации (в 2024 г. на 1 тыс. чел. в Индии приходился всего 31 автомобиль, без учета популярного в стране двух- и трехколесного транспорта): высок нереализованный спрос на личные средства передвижения [4].

Случаи ограничения распространения электротранспорта отмечаются в США. К примеру, штат Индиана ввел дополнительный сбор в 150 долл. в год с владельцев электрических машин (причина – такие водители не тратят деньги на заправках и тем самым уменьшают налогооблагаемую базу штата). По расчетам местных властей, эта мера способна принести в бюджет до 2 млн долл. ежегодно.

Дополнительные сборы с владельцев электромобилей действуют и в других штатах: например, в Мичигане, Миннесоте и Арканзасе. Вопрос постепенно приобретает значимость на уровне целой страны. Еще 5 лет назад дискуссию о том, стоит ли финансировать распространение электромобилей из бюджета, невозможно было представить: ответ априори был положительным. Но сейчас обсуждение началось. Американских водителей машин с ДВС возмущает, что за ремонт дорог платят только они; сформировавшийся политический запрос стимулирует власти не просто урезать субсидии электромобилям, но и повышать стоимость содержания электрического автомобиля в целом.

Экономика на весах экологии

Все чаще звучат заявления о том, что углеродный след от электромобиля с учетом его производства выше, чем у машины с ДВС (даже не принимая во внимание процесс утилизации батарей, представляющий собой отдельную проблему).

Многочисленные исследования показали, что электромобили не являются более экологичными, чем машины с ДВС. К такому выводу пришли, в частности, авторы изыскания, опубликованного немецким научным журналом *Ifo Schnelldienst* при Мюнхенском университете. В своей работе ученые сравнили углеродный след от бензинового Mercedes-Benz и электрической Tesla [6, 7]. По причине больших выбросов CO₂ при производстве аккумуляторов и добыче лития, марганца и кобальта углеродный след Tesla составил 156–181 г на 1 км пути, в то время как у бензинового Mercedes-Benz – 112 г на 1 км.

Выводы исследователей поддержали практики из Polestar – суббренда компании Volvo. При сравнении электрического Polestar 2 и бензинового Volvo XC40 оказалось, что производство кроссовера с ДВС провоцирует выброс 14 т CO₂, а выпуск электрокара с учетом аккумулятора эквивалентен 24 т углерода. Уравнять показатели этих машин можно только после 50 тыс. км пробега, но даже тогда модели сравниваются по выбросам только CO₂ – есть еще соединения ванадия, ангидриды, мышьяк и остальные вещества, выбрасываемые электростанциями, необходимыми для регулярной зарядки электромобиля, и эти выбросы здесь не учтены [7, 8].

При наличии спорных вопросов в отношении реальной степени экологичности таких машин их владельцы зачастую не удовлетворены их невыгодной остаточной стоимостью, обусловленной тем, что аккумуляторы стремительно деградируют. Из-за этого, например, в Европе только в первый год эксплуатации электромобиль может потерять в цене до 20%, а за 3 года при пробеге 60 тыс. км он утрачивает от первоначальной стоимости порядка 60%.

Много вопросов возникло и к надежности авто на электротяге. Ожидалось, что в силу более простой конструкции поломки в них будут происходить реже, чем в машинах с двигателями внутреннего сгорания. Однако немецкий автомобильный союз ADAC приводит следующие данные: в 2023 г. в Германии число аварий и отказов двигателей у электрокаров выросло на 50%. При этом главный зафиксированный дефект – отказ аккумуляторов (44%), 23% приходится на проблемы с электродвигателем, есть нарекания и на бортовую электронику [9].

Так или иначе, согласно последним данным Automotive News, более половины (55%) опрошенных представителей автобизнеса ответили, что электромобили не вызывают большого интереса клиентов. Бизнесмены отмечают, что потребительский спрос на электрокары невелик, хотя и считают, что все дело лишь в неразвитой зарядной инфраструктуре [10].

Во что обойдется «очистка следа»

Следует отметить, что сократить объем выбросов парниковых газов при производстве электромобиля сейчас крайне трудно, впрочем, как и в ближайшей перспективе, поскольку большую роль в этих машинах играет аккумулятор, а следовательно, и используемые для его производства природные ресурсы.

К примеру, процесс переработки кобальтовой руды сделать более экологичным в ближайшие годы

не представляется возможным. Главный добытчик ископаемого кобальта – Республика Конго – отправляет руду для обработки либо в столицу государства, либо в другие страны, преимущественно в Китай (где перерабатывается около 40% всего добытого в мире кобальта). Но ни в Конго, ни в КНР предприятия не получают экологически чистую энергию. В Китае более 56% выработки электричества – это угольная генерация, причем пока неизвестно, когда страна сможет серьезно снизить использование угля, заменив его на ВИЭ. КНР наращивает число ветряных электростанций и солнечных панелей, но в процентном соотношении уголь все равно занимает преимущественную позицию, причем инвестиции в его использование не уменьшаются. Китайские банки и компании по состоянию на ноябрь – декабрь 2021 г. принимали участие в строительстве около 80 угольных электростанций с общей генерирующей мощностью свыше 52 ГВт (для сравнения: общий объем солнечной генерации в КНР за 2020 г. – 253,4 ГВт; общая выработка в стране – 7624 ТВт·ч).

Из-за такой особенности энергетики КНР существенная доля мировой переработки кобальта в ближайшие 5–10 лет не будет снижать свой углеродный след, тем более – если объем добычи ископаемого станет расти. В исследовании, подготовленном аналитическим агентством Roskill (принадлежит международной консалтинговой компании Wood Mackenzie) говорится, что объем выбросов CO₂ при производстве кобальта по итогам 2021 г. составил около 1,6 млн т, а в соответствии с представленным прогнозом в 2030 г. этот показатель почти удвоится.

Примерно те же проблемы можно отнести и к литию, большая часть которого добывается в Чили, Австралии, Аргентине, Китае, Бразилии, Боливии и Зимбабве (таблица). Электромобильность стимулировала рост мировой добычи лития: за 10 лет, с 2008 по 2018 г., она увеличилась в 8 раз [11].

Тем не менее падение цен на этот металл в 2024 г. вынудило предприятия в Китае и Западной Австралии сократить производство в целях ограничения убытков и уменьшения избыточного предложения лития. Однако принадлежащие китайским производителям аккумуляторов африканские рудники работают на полную мощь. Поэтому ожидается, что рынок останется перенасыщенным вплоть до 2027 г. [12].

В ближайшие годы, пока Австралия, Китай и Чили остаются лидерами по переработке этого металла, снизить углеродный след от производства лития не получится. Во всех трех странах для

Страна	Доказанные запасы лития (металл) по состоянию на конец 2024 г., млн т	Объем добычи (металл) в 2024 г., тыс. т
Чили	9,3	44,0
Австралия	6,2	86,0
Аргентина	3,6	9,6
Китай	3,0	33,0

Таблица. Добыча лития

большей части энергогенерации используются углеводороды. Как уже говорилось ранее, в КНР уголь занимает до 56% в энергобалансе. В Австралии, в последние годы активно наращивающей ВИЭ-мощности, доля ископаемого топлива в общей генерации все равно велика: так, за 2020 г. она составляла 76%, причем более половины (54%) от этого объема – уголь, а 20% – газ (по данным Министерства инноваций, промышленности, науки и исследований Австралии). В Чили углеводороды также играют ключевую роль для выработки электричества.

Даже если через 5–10 лет ситуация на рынке лития изменится, углеродный след от добычи такого ископаемого не снизится. Латиноамериканские страны не могут себе позволить интенсивный переход на ВИЭ, как, скажем, государства Евросоюза, а значит, для извлечения и транспортировки редкоземельных металлов будут использоваться углеводороды, производящие выбросы CO₂.

Похожая ситуация сложилась и с никелем. По этой причине еще летом 2020 г. глава компании Tesla Илон Маск, рассчитывая сократить углеродный след от производства электромобилей, пообещал заключение гигантского долгосрочного контракта любой компании, если она сможет экологически безопасно добывать указанный металл.

По данным Геологической службы США (USGS), мировые запасы никеля по состоянию на январь 2023 г. составляли 102,1 млн т. и приходились на несколько основных стран и регионов: по 20,6% – на Индонезию и Австралию, 15,7% – Бразилию; Россия и Новая Каледония располагали 7,3% и 7% соответственно.

Добыча кадмия и лития не только загрязняет подземные воды, но также приводит к опустыниванию. Яркий пример – Атакама в Чили. Площадь этой пустыни растет, а оазисы исчезают из-за добычи лития. При извлечении этого металла компании выкачивают гигалитры воды, что иссушает почву и лишает местных животных пищи. По аналогичному сценарию развивается ситуация в Боливии,

Тибете, Австралии и других регионах. Люди, непосредственно занятые этим промыслом, подвержены развитию отека легких и плеврита из-за вдыхания литиевой пыли и щелочных соединений.

Учитывая растущий спрос в мире на литий, кобальт и никель, есть вероятность, что компании, которые занимаются их добычей и переработкой, в ближайшие годы будут озабочены наращиванием объемов производства, а не сокращением выбросов парниковых газов. Поэтому экологический аспект в добыче ключевого сырья для создания электромобилей в ближайшей перспективе не утратит актуальности.

Ресайклинг ценю в...

Однако кроме этого существует еще и нерешенная проблема утилизации аккумуляторов, которые не могут быть просто выброшены – хотя бы по той простой причине, что это приведет к накоплению в почве вредных токсинов, включая тяжелые металлы.

В США, Евросоюзе и некоторых других странах уже вводится практика возложения ответственности за утилизацию батарей на их производителей или на производителей электромобилей. Такая мера в перспективе может значительно увеличить расходы компаний, а следовательно, повлиять на стоимость их новой продукции. Работа с литий-ионными батареями настолько сложна, что дилерские автоцентры, особенно в США, все чаще отправляют в место утилизации не батарею, а сразу весь электромобиль: дело в том, что для извлечения аккумулятора требуется оборудование и соответствующие специалисты, которых у дилеров нет.

Разговоры о повторном использовании отработанных аккумуляторов – пока что больше популизм, чем отражение реальности. Даже в Королевском институте Фарадея (Великобритания) специалисты, исследующие проблемы батарей, признали, что почти все ныне применяемые их варианты не предназначены для вторичной переработки, так как:

- *они сильно различаются по химическому составу и конструкции, что затрудняет создание универсальных систем утилизации;*
- *компоненты аккумуляторов скрепляются жесткими клеями, которые затрудняют их разборку;*
- *сложность и дороговизна утилизации настолько высоки, что компаниям дешевле купить свежедобытые редкоземельные металлы, чем пустить в оборот уже существующие в старом устройстве.*

Для переработки батарей используются два метода – пирометаллургия и гидрометаллургия. Оба процесса характеризуются тем, что выделяют большие объемы парниковых газов. Это крайне энергоемкие отрасли, а значит, работа таких предприятий в условиях высоких цен на газ, нефть и уголь заметно ударит по бюджету компаний, ответственных за процесс утилизации.

По оценкам исследователей Университета Аалто (Финляндия), к 2030 г. мировой рынок переработки литиевых батарей составит 19 млрд долл. При этом ведущие автопроизводители избегают публикаций в открытых источниках реальной стоимости такой утилизации.

Остается открытым вопрос о том, хватит ли в ближайшие годы мощностей по переработке аккумуляторов. Например, по оценкам Международного энергетического агентства (IEA), в 2021 г. в мире хватало ресурса для переработки 180 тыс. т разряженных батарей электромобилей в год (для сравнения: такие машины, запущенные в эксплуатацию в 2019 г., на тот момент уже стали источником 500 тыс. т отработанных батарей).

Непрогнозируемый спрос на машины с электрической тягой уже вызывает ряд проблем у поставщиков аккумуляторов. Так, завод LG Energy Solution (40% глобального дохода корейской компании) в Польше рассматривает возможность перехода к производству статических хранилищ электроэнергии из-за меньшей, чем прогнозировалось, востребованности батарей для электротранспорта. На предприятии изучают новые направления развития, поскольку продажи аккумуляторов падают из-за высоких цен и отмены государственных субсидий на электромобили в разных странах мира [13].

«Электро» – не всегда «эко»

Известно, что около 38% всего электричества в мире получают с помощью сжигания угля. В результате этого процесса в атмосферу попадают диоксид серы и оксиды азота, которые могут вызывать кислотные дожди, а также летучая зола, мышьяк, ртуть и даже радиоактивный торий с ураном. До тех пор, пока энергия для электромобилей поступает от угольных электростанций, этот вид машин будет лишь увеличивать экологические проблемы. «Чистая» энергия атомных станций предполагает наличие сопряженных расходов для систем захоронения, гарантирующих надежную изоляцию отработанного ядерного топлива [14].

Добыча кадмия, теллура, галлия, германия, индия, селена и, конечно, кремния, без которого не обходится ни один электромобиль, провоцирует токсическое загрязнение почвы, воздуха и воды в наиболее уязвимых природных зонах: значительную часть этих материалов получают в районах Азии, Африки и Южной Америки с хрупкими экосистемами [15].

Подписанный множеством стран Парижский протокол приравнивает самые разные способы загрязнения экологии к измеримому показателю CO₂, который считают ключевым виновником парникового эффекта. Хотя само это вещество не является токсичным и не отравляет живую природу (в отличие от кадмия, ртути, сажи и других продуктов – последствий работы электростанций), в большинстве научных работ изучается именно углекислый газ как источник парникового эффекта.

Дефицит специалистов

Стремительный рост спроса на аккумуляторы привел к исчерпанию кадрового ресурса. В 2024 г. продажи литий-ионных аккумуляторов в глобальном масштабе достигли 42,1 млрд долл. Годом ранее объем данного рынка оценивался в 38,91 млрд долл.

По оценке Корейской ассоциации производителей аккумуляторов, в Южной Корее, где сектор их производства за последние 5 лет увеличился вдвое, сейчас не хватает почти 3 тыс. профильных специалистов с высшим образованием (для сравнения: в LGES, SK On и Samsung SDI суммарно насчитывается около 19 тыс. сотрудников).

Ситуация в Корее отражает дефицит компетентных работников в более широком масштабе. Группа планирования европейского объединения European Battery Alliance заявила, что ЕС необходимо уделить внимание переподготовке и повышению квалификации кадров, потому что в 2025 г. местной аккумуляторной отрасли потребуется 800 тыс. новых сотрудников [16].

Таким образом, широкое внедрение электромобильности требует значительной проработки как обеспеченности природными ресурсами, важными для применения соответствующих технических решений, так и наличия высококвалифицированного персонала и экономических ресурсов, необходимых, в частности, для реализации программ субсидирования. С этой точки зрения рассматриваемый процесс носит глобальный характер, требуя не только выработки разными странами согласованной политики, но и скоординированного ее претворения в жизнь.

Можно предположить, что электромобили могут быть активно востребованы в крупных мегаполисах, что приведет к улучшению экологической обстановки в городах. При этом оценка реальной экологичности электрических машин с учетом всех аспектов их производства и утилизации требует значительных всесторонних исследований, учитывающих межотраслевые (энергетика, добывающая и обрабатывающая промышленность, транспорт и др.) и трансграничные потоки сырья и материалов, готовых товаров, работ, услуг. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Крылов М. Гибриды и электрокары обогнали по продажам авто с ДВС в Китае / Mail.ru // <https://auto.mail.ru/article/95311-gibridyi-i-elektrokaryi-obognali-poprozdazham-avto/?fromemail>.
2. Мануков С. Mercedes возвращается к автомобилям с двигателями внутреннего сгорания / Монокль // <https://monocle.ru/2024/05/10/mercedes/>.
3. Крылов М. Ford свернул проект большого электрического внедорожника / Mail.ru // <https://auto.mail.ru/article/95626-ford-svernul-proekt-bolshogo-elektricheskogo-vnedorozhnika/?fromemail>.
4. Электрошок: бум электрокаров в Китае грозит мировому рынку нефти / Mail.ru // <https://auto.mail.ru/article/100506-elektroshok-bum-elektrokarov-v-kitae-grozit-mirovomu-ryinku-nefti/>.
5. ГАИ: автомобиль есть у каждого второго белоруса / Mail.ru // <https://news.mail.ru/society/64499303/>.
6. Windmotoren und Dieselmotoren: Was zeigt die CO₂ – Bilanz? / C. Buchal, H.-D., H.-W. Sinn. Kohlemotoren / FORSHUNGSGEBNISSE // <https://www.ifo.de/DocDL/sd-2019-08-sinn-karl-buchal-motoren-2019-04-25.pdf>.
7. Сарханянц К. Почему переход на электромобили – это не всегда хорошо / Mail.ru // https://auto.mail.ru/article/80894-pochemu_perehod_na_elektromobili_eto_ne_vsegda_horosho/?from=obves.
8. Погорельский А. Нет, мир не перейдет на электромобили: 5 главных препятствий / Auto.ru // <https://mag.auto.ru/article/whynotonlyelectro/>.
9. Граматчиков А. Электрическое сопротивление / Монокль // <https://monocle.ru/monocle/2024/16/elektricheskoye-soprotivleniye/>.
10. Ильин С. Американские дилеры недовольны политикой Байдена по электрокарам: власти США подталкивают отрасль к слишком быстрой электрификации / Motor.ru // <https://motor.ru/news/biden-vs-usa-dealers-04-02-2024.htm>.
11. Socio-environmental impacts of lithium mineral extraction: towards a research agenda / D. B. Agusdinata, W. Liu, // <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aae9b1>.
12. Гуринович Е. Литию пророчат перенасыщение / Mail.ru // <https://finance.mail.ru/2024-12-13/litiyu-prorochat-perenasyschenie-64056004/?from=swap&swap=2>.
13. Крылов М. Крупнейший в ЕС производитель аккумуляторов страдает из-за падения спроса / Mail.ru // <https://auto.mail.ru/article/95046-krupnejshij-v-es-proizvoditel-akkumulyatorov-strad/?fromemail>.
14. P. Roche, B. Thuiller, etc. The Global Crisis of Nuclear Waste // Green Peace France // https://wayback.archive-it.org/9650/20200415030152/http://p3-raw.greenpeace.org/belgium/Global/belgium/report/2019/REPORT_NUCLEAR_WASTE_CRISIS_ENG_BD.pdf.
15. Bliwas D.I. By product Mineral Commodities Used for the Production of Photovoltaic Cells / USGS. 2010. // <https://pubs.usgs.gov/circ/1365/Circ1365.pdf>.
16. Острая нехватка кадров может затормозить переход на электромобили / Время электроники // <https://russianelectronics.ru/2021-10-06-elektromobile/>.

Аннотация. В статье проведен анализ государственной политики Китайской Народной Республики по активизации научно-исследовательской и инновационной деятельности учреждений высшего образования. Определены ключевые принципы реформ в этой сфере, выявлены особенности и дана оценка стратегических проектов по развитию ведущих национальных университетов. Установлено, что реализация предпринятых инициатив расширила возможности и повысила роль университетов в инновационной системе КНР. Результатом исследования стало обобщение китайского опыта, рекомендации по его адаптации в научной и научно-технической сфере Республики Беларусь с целью повышения конкурентоспособности отечественной экономики.

Ключевые слова: высшее образование, образовательная реформа, научно-исследовательская деятельность, фундаментальные исследования, инновации, механизмы развития, опыт Китая.

Для цитирования: Лопатова Н. Стимулирование научно-исследовательской деятельности в университетах Китайской Народной Республики: перспективы адаптации для Республики Беларусь // Наука и инновации. 2025. №8. С. 48–52. <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-8-48-52>

Стимулирование научно-исследовательской деятельности в университетах Китайской Народной Республики: перспективы адаптации для Республики Беларусь

УДК 378:001.891(510:476)+378.014(510)

Продолжение. Начало в №7.



Наталья Лопатова,
завсектором цифровой
трансформации экономики
Института экономики
НАН Беларуси,
nutmegnt@gmail.com

Руководство Китайской Народной Республики отмечает особую роль учреждений высшего образования (УВО) в качестве важного компонента «стратегической научно-технической мощи Китая» [1]. Выступая перед учеными Китайской академии наук и Китайской инженерной академии в 2018 г., Председатель КНР Си Цзиньпин заявил, что Китаю для достижения процветания и возрождения нации необходимо активно развивать науку и технологии и превратиться в один из основных мировых центров науки и в одного из лидеров в инновациях [2].

Такой подход способствовал разработке ряда инициатив, направленных на достижение прорывов в том, что китайское правительство называет «ключевыми и основными технологиями». В 2019 г. Министерство образова-

ния запустило программу создания интегрированных исследовательских платформ для разработки «технологий узких мест» [3]. Все они базируются в национальных университетах и обслуживают приоритетные секторы экономики, например производство чипов, подпадающих в настоящее время под экспортный контроль США. Показательным примером в этом отношении является Национальная ключевая лаборатория специализированных интегральных схем и систем в Университете Фудань [4]. Отмечается также значительное увеличение числа инженерных исследовательских центров, открытых в рамках программы, запущенной в начале 1990-х гг. для обратного проектирования технологий, импортируемых из-за рубежа. Сегодня такие структуры перепрофилируются,

чтобы сосредоточиться на ключевых инновациях [5].

В июле 2022 г. Министерством образования была начата совместная партнерская акция под названием «Тысяча школ, десять тысяч компаний» [6], которая направлена на углубление интеграции промышленности, академических кругов и научно-исследовательских институтов с целью разработки «ключевых, основных технологий и общих технологий», без которых «промышленное развитие ограничено». Согласно документу, запланировано создание 100 дополнительных инженерных исследовательских центров и 30 интегрированных исследовательских платформ [6]. Одна из них – Интегрированная исследовательская платформа для нового поколения полупроводниковых материалов – уже работает в Шаньдунском университете [7]. Здесь действует как минимум шесть команд, каждая из которых сосредоточена на изучении возможностей применения разных материалов при разработке технологий производства микрочипов [8]. Такой подход к организации научных исследований, основанный на привлечении специалистов-экспертов в различных дисциплинах, позволяет разбивать более крупные проблемы на несколько мелких проектов, ускоряя решение поставленной задачи.

Одним из направлений государственной политики в области НТД является развитие университетской инновационной системы и углубление интеграции науки и образования за счет поддержки высокого уровня фундаментальных исследований.

С этой целью в высших учебных заведениях Китая был запущен проект «Эверест» [9] с акцентом на строительство ряда передовых научных центров, крупной научно-

технической инфраструктуры и национальных инновационных баз, внедрение новой модели организации инновационной деятельности, формирование инновационного механизма с учетом модели «одна группа исследований, одна группа создания и одна группа эксплуатации» [9]. Разработан комплекс мер, направленных на стимулирование университетов к формированию таких многопрофильных научно-исследовательских платформ, которые становятся как структурным компонентом, так и формой организации научных исследований, позволяя проводить совместные междисциплинарные и сквозные изыскания по передовым научным проблемам. В настоящее время в рамках, например, Пекинского университета действуют в общей сложности 224 научно-технические инновационные базы, включая 36 национальных, среди которых Национальная инновационная платформа интеграции промышленности и образования и ряд Национальных ключевых лабораторий по физике и математике, 122 провинциальные и министерские, например Центр инженерных исследований Министерства образования, и 61 виртуальный научно-исследовательский центр, что обеспечивает основу для взаимодействия ученых свыше 30 факультетов по ряду научных направлений, включая технические и медицинские, более чем по 100 дисциплинам, образуя тем самым трехмерную, структурированную и многоуровневую систему платформ [10].

На фоне растущей глобальной напряженности, обусловленной необходимостью достижения государствами независимости и самодостаточности в сфере развития технологий, вопросам научной деятельности УВО стало уделяться еще больше внимания. В своей

речи в 2023 г. Глава КНР снова подчеркнул важность укрепления фундаментальных исследований, проводимых внутри страны, указав, что это является неотложным требованием для достижения высокого уровня научной и технологической самостоятельности. В своей речи он отметил значение национальных лабораторий, научно-исследовательских институтов, университетов высокого уровня и ведущих научно-технических предприятий [11].

Реализация рассмотренных выше стратегических инициатив способствовала значительным изменениям в сфере высшего образования, в том числе усилению и расширению возможностей научно-исследовательской и инновационной деятельности университетов. Согласно данным Национального статистического бюро Китая, с 2015 по 2022 г. фонды финансирования НИОКР УВО увеличились более чем в 2 раза – с 99,86 млрд юаней до 241,24 млрд юаней [12]. Доля расходов на НИОКР в колледжах и университетах в общих национальных расходах на эти нужды демонстрирует рост, колеблясь в пределах от 7% до 8,1%. С 2015 г. она поднялась на 0,8 п.п., составив в 2022 г. 7,8%, в то время как в НИИ за тот же период сократилась на 2,7 п.п., достигнув значения 12,4%.

Средства на фундаментальные исследования, проводимые УВО, в 2022 г. составили почти половину от их общего объема финансирования в стране. Совокупные расходы университетов на теоретические и прикладные изыскания и экспериментальные разработки в период 2015–2022 гг. имеют тенденцию к увеличению. Так, затраты на первые повысились в 2,5 раза – с 39,1 млрд юаней до 99,70 млрд юаней, на вторые в 2,3 раза –

с 51,63 млрд юаней до 117,71 млрд юаней, на третьи в 2,6 раза – с 9,13 млрд юаней до 23,83 млрд юаней [12]. Средний темп роста с 2015 г. составил 12,4%, 10,9% и 12,7% соответственно.

Среди персонала, занятого научными исследованиями в стране, доля ученых УВО в 2022 г. составила 54,3%, в НИИ – 23,2%, в 2015 г. – 49,2% и 29,6% соответственно [12]. Это говорит об усилении роли университетов в наращивании фундаментальных и прикладных знаний.

Расходы на оплату труда внутреннего персонала НИОКР высших учебных заведений (исследователи, технические и управленческие работники, выполняющие различные задачи для обеспечения НИОКР) демонстрировали высокий рост, увеличившись в 4 раза относительно 2015 г. Доля данных расходов в текущих затратах в 2022 г. составила около 33% (рис. 1).

Следует также подчеркнуть рост капитальных затрат вузовского сектора за рассматриваемый период – с 19,182 до 49,218 млрд юаней [13]. Так, увеличение относительно 2015 г. и 2010 г. составило 2,6 и 4,5 раза соответственно (рис. 2), во внутренних затратах УВО в 2022 г. – 20,4%. При этом меняется структура капиталовложений. Расходам на земельные участки и оборудование для НИОКР (например, здания, полигоны, места для лабораторий и опытных установок) уделяется все большее внимание, в 2010 г. они составляли 16,9%, в 2015 г. – 23,5%, в 2022 г. – 29,1%. Это говорит о существенном развитии инфраструктуры, в том числе научно-технической инновационной базы.

Постоянное увеличение инвестиций в фонды НИОКР УВО позволяет обеспечить надежную поддержку своих достижений.

В Китае существует три основных канала, по которым университеты и колледжи могут получать финансирование для научно-технической деятельности: 1) правительство; 2) собственные средства; 3) иные, в том числе полученные за счет продажи учреждениями образования патентов и других интеллектуальных продуктов [14]. Вместе с тем данные статистики показывают, что основным источником по-прежнему остается государственное финансирование (рис. 3). На протяжении многих лет его объем примерно в 1,7–2,5 раза превышал объем корпоративных вложений. Следует отметить, что объем этих

двух ресурсов постоянно растет, в то время как иные источники остаются нестабильными.

Вместе с тем с начала проекта Double World-Class доля государственного финансирования НИОКР УВО уменьшилась с 63,8% до 57,4%, но при этом в целом оно увеличилось за счет собственных средств университетов и колледжей (в 2022 г. около трети), а также иностранных фондов и других источников (около 10%, или примерно одна шестая часть государственных средств).

Как показывает изучение опыта Китая, реализация ряда инициатив в сфере высшего образования расширила возможности и

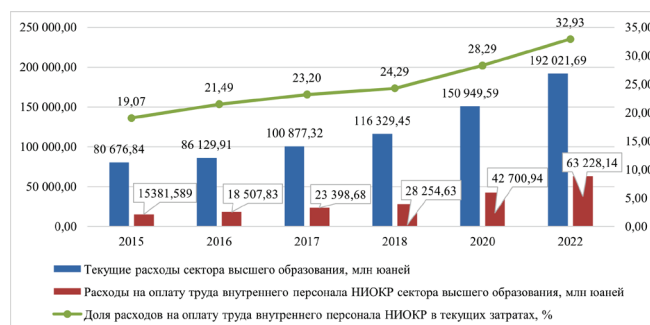


Рис. 1. Валовые внутренние расходы на НИОКР сектора высшего образования по типам расходов (2015–2022 гг.)
Источник: разработка автора на основе [13]



Рис. 2. Структура капитальных затрат сектора высшего образования (2010–2022 гг.)
Источник: разработка автора на основе [13]

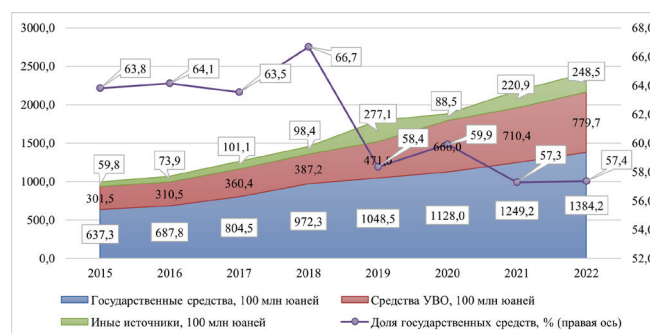


Рис. 3. Фонды НИОКР УВО в разбивке по источникам финансирования (2015–2022 гг.)
Источник: разработка автора на основе [12]

Механизмы научного и инновационного развития учреждений высшего образования	Рекомендации (меры) по адаптации в Республике Беларусь
Стратегическое планирование распределения дисциплин с особым вниманием к развитию ряда ведущих отечественных и международных приоритетных дисциплин и областей	<p>Оптимизация схемы развития и расстановки научных дисциплин / направлений и специальностей с учетом национальной стратегической потребности</p> <p>Развитие научных дисциплин с учетом проблемно-целевой ориентации и создание исследовательских центров базовых дисциплин</p> <p>Развитие технологических исследований в ключевых областях, таких как искусственный интеллект и блокчейн, в сферах информационных технологий нового поколения, современного транспорта, передового производства, новой энергетики, аэрокосмической отрасли, глубокого космоса и др.</p> <p>Поддержка непопулярных научных направлений / дисциплин как заделов будущих исследований</p>
Ускорение крупных прорывов в целевых фундаментальных исследованиях	<p>Создание благоприятной и инклюзивной среды для фундаментальных и перспективных исследований</p> <p>Усиление фундаментальных теоретических исследований по математике, физике, химии, биологии и т.д.</p> <p>Создание и развитие междисциплинарных фундаментальных исследовательских проектов</p>
Развитие инфраструктуры научных исследований и инноваций	<p>Укрепление национальной базы научно-технических инноваций (национальные исследовательские центры, ключевые лаборатории, центры инженерных исследований и др.)</p> <p>Междисциплинарная интеграция научных исследований с опорой на национальные базы научно-технических инноваций и крупную научно-техническую инфраструктуру</p> <p>Расширение крупных научных проектов, организованных для решения ключевых проблем посредством создания интегрированных исследовательских платформ</p>
Совершенствование подготовки высококвалифицированных специалистов для формирования стратегически важных экспертных знаний	<p>Реализация крупных научных и инновационных проектов, технологических задач с активным привлечением аспирантов</p> <p>Продвижение программ по выявлению и поддержке молодых талантов</p> <p>Расширение подготовки междисциплинарных специалистов в таких ключевых областях, как интегральные схемы, искусственный интеллект, технологии хранения энергии, цифровая экономика и др.</p>
Создание благоприятной инновационной среды и улучшение механизма формирования инновационных команд	<p>Формирование межпрофессиональных и междисциплинарных команд высокого уровня</p> <p>Улучшение механизма оценки научно-исследовательских групп и продвижение инноваций в моделях организации научных исследований</p> <p>Укрепление инновационной командной культуры, возможность создания инновационных отказоустойчивых механизмов и среды, которая поощряет инновации и терпима к неудачам</p>
Углубление интеграции науки и образования и координации с промышленностью путем реализации сотрудничества в рамках основных научно-исследовательских платформ, эффективного использования инфраструктурных и кадровых ресурсов	<p>Оптимизация распределения ресурсов и расширение возможностей всех участников проектов в области научных и технологических инноваций</p> <p>Формирование национальных совместных инновационных платформ в области науки и образования для интеграции с промышленностью</p> <p>Улучшение координации и взаимодействия с национальными лабораториями и крупными научно-исследовательскими платформами</p> <p>Внедрение инноваций в модели развития и управления научно-исследовательских структур УВО с акцентом на крупные исследовательские проекты, совершенствование ключевой исследовательской базы и исследовательских механизмов и др.</p>
Оптимизация политики финансирования научных исследований	<p>Формирование модели диверсифицированных инвестиций, создание и совершенствование долгосрочного инвестиционного механизма, включающего координацию деятельности правительства, местных органов власти, предприятий и других организаций</p> <p>Внедрение и развитие автономии университетов в использовании средств научных исследований</p>
Содействие коммерциализации научных и технологических достижений для обеспечения промышленной трансформации и модернизации	<p>Представление и продвижение национальной интеллектуальной собственности в высших учебных заведениях</p> <p>Развитие научных и технологических парков национальных университетов</p> <p>Формирование экспериментальных / пилотных промышленных, научных и технологических «парков будущего»</p> <p>Совершенствование механизма управления и повышение качества патентов, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирование базы трансфера технологий научных и технологических достижений; - создание национальных демонстрационных пилотных университетов интеллектуальной собственности; - введение ряда должностей, например, технических менеджеров для участия во всем процессе трансформации научных и технологических достижений; - оптимизация политики финансирования патентных заявок и стимулирования авторизации для повышения качества патентных заявок и др.
Расширение международного сотрудничества в сфере науки и технологий	<p>Формирование международных совместных лабораторий и других платформ по приоритетным научным направлениям</p> <p>Запуск крупных международных проектов научных исследований</p> <p>Реализация планов по сотрудничеству в области науки, технологий и инноваций в рамках различных межправительственных и союзных инициатив, например ЕАЭС, ШОС, БРИКС, «Один пояс, один путь» и др.</p>

Таблица. Подходы КНР по повышению потенциала УВО в развитии научно-исследовательской и инновационной деятельности и рекомендации по адаптации этого опыта в Республике Беларусь. Источник: разработка автора

повысила роль университетов в национальной инновационной системе. Усилилась образовательная функция (подготовка научно-технических кадров), университеты стали центрами научных знаний, инноваций и индустриализации высоких технологий. Цель инвестиций в большинство проектов, направленных на деятельность высшей школы, в основном заключалась в развитии исследований национальными университетами. В основу работы высшей школы положена концепция организованных научных изысканий, призванных удовлетворять стратегические потребности страны путем решения насущных проблем, с которыми сталкивается национальная безопасность, а также обеспечивать экономическое и социальное развитие.

При этом многие ученые указывают на серьезные проблемы китайской системы высшего образования, связанные с неоднородностью и неравенством возможностей между элитными и регио-

нальными вузами [15], что тормозит процесс превращения Китая в крупнейшую образовательную державу, демонстрирующую высокое качество образования в высших учебных заведениях.

Проведенное исследование позволило выявить ключевые подходы по повышению потенциала УВО в научно-исследовательской и инновационной деятельности (таблица), а также разработать рекомендации, которые могут быть применимы для обеспечения системного развития

научной и научно-технической сферы Республики Беларусь в контексте повышения конкурентоспособности национальной экономики по следующим направлениям: стратегическое планирование, инфраструктура научных исследований и инноваций, подготовка высококвалифицированных специалистов, интеграция науки и образования, финансирование научных работ, коммерциализация научных и технологических достижений, международное сотрудничество. ■

■ **Summary.** The article analyzes the state policy of the People's Republic of China on the development of research and innovation activities of institutions of higher education. The key principles of the higher education reform policy in the country are identified. The features of strategic initiatives for the development of leading national universities are identified. An assessment of the research activities of universities has been carried out. It is established that the implementation of initiatives in the field of higher education has expanded the opportunities and increased the role of universities in the national innovation system of China. Based on the results of the study, national approaches to increasing the potential of universities in the development of research and innovation activities are summarized. In the context of adapting the Chinese experience, recommendations have been developed to ensure the systematic development of the scientific and scientific-technical sphere of the Republic of Belarus in order to increase the competitiveness of the national economy.

■ **Keywords:** higher education, educational reform, research activities, fundamental research, innovation, development mechanisms, China's experience.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-08-48-52>

Статья поступила в редакцию 23.05.2025 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Министерство образования опубликовало «Несколько заключений по усилению организованных научных исследований в колледжах и университетах в целях содействия самообеспеченности и самостоятельности высокого уровня» (教育部印发 关于加强高校有组织科研 推动高水平自立自强的若干意见) // http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202208/t20220829_656091.html.
2. Си Цзиньпин выступил на собрании академиков, призвав превратить Китай в одного из мировых лидеров в науке и технологиях // https://russian.news.cn/2018-05/28/c_137213011.htm.
3. Уведомление о выдаче «Плана работы Департамента науки и технологий Министерства образования в 2019 году» (关于印发 教育部科技司2019年工作要点 的通知) // http://www.moe.gov.cn/s78/A16/tongzhi/201903/t20190301_371866.html.
4. Факультет Микроэлектроники Университета Фудань // <https://www.fudan.edu.cn/en/2020/0416/c295a104723/page.psp>.
5. Уведомление Министерства образования об издании «Временных мер по строительству и управлению Центром инженерных исследований Министерства образования» (教育部关于印发 教育部工程研究中心建设与管理暂行办法 的通知) // http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3336/200410/t20041019_82269.html.
6. Уведомление Главного управления Министерства образования и Главного управления Министерства промышленности и информационных технологий Государственного ведомства интеллектуальной собственности об организации совместной инновационной партнерской акции «Тысячи школ и десятки предприятий» (教育部办公厅 工业和信息化部办公厅 国家知识产权局办公室关于组织开展 千校万企“协同创新伙伴行动”的通知) // http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s7062/202207/t20220708_644510.html.
7. Обзор платформы (平台概况) // <https://dpt.sdu.edu.cn/ptgk/ptj.htm>.
8. Исследовательская платформа нового поколения по интеграции полупроводниковых материалов Шаньдунского университета закладывает прочную основу для промышленных материалов: «маленькие кристаллы» стимулируют «большую промышленность» (山东大学新一代半导体材料集成攻关大平台筑牢产业材料根基— 小晶体带动大产业) // <https://www.media.sdu.edu.cn/info/1031/32469.htm>.
9. «План Эверест» для фундаментальных исследований в колледжах и университетах (教育部制定高等学校基础研究 珠峰计划) // https://www.gov.cn/xinwen/2018-08/06/content_5312127.htm.
10. Краткое описание Инновационной базы науки и технологий Пекинского университета (北京大学科技创新基地概况) // <https://www.research.pku.edu.cn/kyjd/index.htm>.
11. Си Цзиньпин: Укрепить фундаментальные исследования для достижения высокого уровня научной и технологической самообеспеченности и самостоятельности (习近平：加强基础研究 实现高水平科技自立自强) // https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202307/content_6895642.htm.
12. China Statistical Yearbook 2023 // <https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2023/indexeh.htm>.
13. OECD Research and Development Statistics (RDS) // <https://www.oecd.org/en/data/datasets/research-and-development-statistics.html>.
14. Xue L. Universities in China's national innovation system // <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000154144>.
15. Воробьева Е.С., Краковецкая И.В., Ван С., Нюренбергер Л.Б. Формирование конкурентоспособности системы высшего образования КНР: достижения, проблемы и перспективы // Креативная экономика. 2020. Том 14, №4. С. 509–528.

Технико-технологический компонент качества образовательного процесса

УДК 330.34 : 330.53

Аннотация. В современных условиях экономическое влияние страны во многом зависит от уровня технологий, потребляемых и воспроизводимых в ее экономике. Поэтому среди характеристик, определяющих качество социально-экономического процесса, особое значение приобретает технико-технологический компонент, который характеризуется двумя аспектами: использованием в образовательном процессе различных технических средств и технологий, а также технологическим уровнем видов экономической деятельности, в которых находят применение подготовленные кадры. Для количественного измерения и последующего анализа этого феномена автором предложены показатели «технологическое качество объема экономических благ, потребляемого образовательным процессом» и «технологическое качество потребления продукции, созданной в образовательном процессе» и методика их расчета на основе имеющихся в открытом доступе статистических данных. Приводится сравнение предложенных показателей для ряда стран. Ключевые слова: технико-технологический компонент, качество социально-экономического процесса, образовательный процесс, технологическое качество, показатели, методика расчета.

Ключевые слова: технико-технологический компонент, качество социально-экономического процесса, образовательный процесс, технологическое качество, показатели, методика расчета.

Для цитирования: Сун Синь. Технико-технологический компонент качества образовательного процесса // Наука и инновации. 2025. №8. С. 53–56.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-8-53-56>



Сун Синь,
аспирант
Института бизнеса БГУ;
xinsong004@gmail.com

В современных условиях экономическое благосостояние страны обеспечивается через повышение ее технологического уровня, разработку и применение во всех сферах более прогрессивных техники и технологий. В связи с этим среди характеристик, определяющих качество социально-экономического процесса (производства, потребления, образовательной, научно-технической и инновационной деятельности, инвестирования, накопления, экспорта, импорта и т.д.), особое значение приобретает технико-технологический компонент.

Это понятие включает в себя два аспекта: во-первых, производство экономических благ (товаров и услуг) различного технологического уровня; во-вторых, потребление результатов, то есть созданных благ, в экономической деятельности.

Одной из важнейших составляющих национальной экономики является образование. Наличие компетентных кадров, воспроизводимых в ходе его осуществления, выступает необходимым условием разработки и внедрения новых технологий, которые, в свою очередь, существенно изменяют потребность экономики в специалистах, обладающих необходимыми компетенциями.

При этом образовательный процесс может осуществляться с использованием только доски, мела и бумажных книг, то есть относительно низких технологий, либо с применением компьютеров, Интернета и передовых достижений цифровизации, которые относятся к высоким технологиям. В результате могут быть подготовлены работники соответствующих компетенций в основном для отраслей, создающих продукцию с низкой технологической интенсивностью, таких, например, как сельское хозяйство, либо работники для высокотехнологичных видов деятельности – электронной промышленности, фармацевтики и др.

Учитывая возрастающую важность технико-технологического компонента в социально-экономических процессах, в современных условиях развития экономики актуальны его оценка, количественное измерение, анализ, а также управление им.

В этой связи целью исследования выступает:

- раскрытие понятия «технико-технологический компонент» качества образовательного процесса;
- разработка показателей, характеризующих его, и способ их расчета;
- апробирование полученных результатов на примере статистических данных.

Технико-технологический компонент качества образовательного процесса характеризуется двумя аспектами.

Первый связан с применением в процессе обучения различных технических средств и технологий: образовательных онлайн-площадок, цифровых двойников школы или университета, Интернета вещей в образовании, систем управления обучением, дистанционного обучения, объективных автоматизированных процедур оценки знаний, распознавания поведения и эмоций в образовательном процессе, эдудейтинга, геймификации, технологий дополненной, виртуальной и расширенной реальности, иммерсивного обучения, интерактивных досок, образовательных онлайн-платформ, электронных учебников, мультимедийных презентаций, устройств телеприсутствия, роботов-аватаров, чат-ботов, электронных помощников и др.

Второй аспект, характеризующий технико-технологический компонент качества образовательного процесса, связан с потреблением результатов последнего в национальной экономике, а точнее, с технологическим уровнем видов экономической деятельности, для которых готовятся квалифицированные кадры. Очевидно, что их подготовка для работы в высокотехнологичных областях представляет собой более сложную задачу, чем обучение специалистов для «традиционных» видов деятельности.

Оба аспекта тесно взаимосвязаны между собой. Например, наличие у подготовленных кадров навыков взаимодействия с цифровыми инструментами и умения работать с современными технологиями (второй аспект) зависит от соответствующего технологического оснащения учебного процесса (первый аспект).

Таким образом, технико-технологический компонент играет важную роль в обеспечении качества образования, способствуя повышению его эффективности и результативности и подготовке квалифицированного персонала в соответствии с требованиями современного рынка труда.

В настоящее время в официальной статистике как КНР, так и других стран отсутствуют показатели, измеряющие технико-технологический компонент качества образовательного процесса. В перечне инди-

каторов, отслеживаемых Национальным статистическим комитетом Китая (National Bureau of Statistics of China), упоминается количество общеобразовательных колледжей и университетов; среднее количество студентов, обучающихся в высших учебных заведениях, на 100 тыс. жителей; расходы центрального правительства на финансирование системы высшего образования в регионе; численность преподавателей и сотрудников колледжей и университетов; соотношение студентов и преподавателей в учебных заведениях и т.п. [1]. Перечисленные показатели характеризуют затраты ресурсов и объемы подготовки кадров в натуральном или стоимостном выражении и не отражают уровень технологий, используемых и воспроизводимых в процессе подготовки кадров. Нарастание этих показателей (то есть нарастание затрат) без отслеживания и измерения технологических изменений чревато формированием затратной, неконкурентоспособной экономики.

Проблеме измерения и анализа уровней технологичности экономических благ и социально-экономических процессов посвящены работы В.Ф. Байнева, Н.Ф. Зеньчука [2–4], Ли Пэйчжэна [5]. Основываясь на результатах указанных исследований, представляется возможным разработать показатели и методику для измерения технико-технологического компонента качества образовательного процесса.

Согласно перечисленным работам, все виды товаров, циркулирующие в современной экономике, делятся на группы по уровню их технологичности. Теоретически данная классификация базируется на концепции промышленных революций К. Шваба [6, 7], в рамках которой товары и услуги классифицируются как произведенные с использованием технологических систем первой, второй, третьей и четвертой промышленных революций. А на практике применяется типизация видов экономической деятельности в зависимости от уровня их технологической интенсивности, установленная в международном классификаторе NACE Rev 2 [8, 9]. В соответствии с ним виды классифицированы как относящиеся к низким (L), средненизким (ML), средневысоким (MH) и высоким (H). В свою очередь, соответствующие виды услуг агрегированы как высокотехнологичные наукоемкие (HKIS), наукоемкие (KIS) и менее наукоемкие (LKIS) [2, 3].

С учетом уровня используемых технологий может быть предложен показатель «технологическое качество объема экономических благ, потребляемого образовательным процессом» (Technological quality indicator – TQI). Он исчисляется по формуле средневзвешенного значения, в которой «вариантами» выступают уровни технологической интенсивно-

Страна	ВВП, млн долл.	Образовательный процесс		
		Объем потребляемых экономических благ, млн долл.	Доля в ВВП, %	Технологическое качество, коэффициент
США	20 611 103	35 4194	1,72	2,08
Китай	13 891 804	149 192,7	1,07	2,02
Германия	3 999 269	41 902,5	1,05	2,82
Корея	1 725 637	35 144,6	2,04	2,19
Япония	4 956 243	32 920,7	0,66	2,21
Индия	2 779 626	28 517,1	1,03	2,02
Франция	2 787 493	28 241,1	1,01	2,11
Сауд. Аравия	782 515	7597,9	0,97	2,37
Казахстан	179 342	6932,0	3,87	2,48
Израиль	370 482	4841,6	1,31	2,57

Таблица. Объемы и технологическое качество экономических благ, потребляемых образовательным процессом, 2018 г.

сти видов экономических благ, входящих в данный объем, а «весами» – их удельные веса в рассматриваемом объеме:

$$TQI = \frac{4SG_H + 3SG_{MH} + 2SG_{ML} + SG_L}{100 \%}, \quad (1)$$

где SG_H , SG_{MH} , SG_{ML} , SG_L – суммарный удельный вес экономических благ (Sum of economic goods – SG), ассоциированных соответственно с высоким (H, HKIS), средневисоким (MH, KIS), средненизким (ML) и низким (L, LKIS) уровнем технологической интенсивности, %.

Данный показатель представляет собой действительное число из интервала от 1 до 4, которое оканчивается тем больше, чем выше уровни технологической интенсивности экономических благ, потребляемых в образовательном процессе.

Для его оценки с точки зрения технологичности создаваемых им результатов может быть предложен показатель «технологическое качество потребления (использования) продукции, созданной в образовательном процессе» (Technological quality of consumption indicator – TQCI). Он рассчитывается по формуле:

$$TQCI = \frac{4SCG_H + 3SCG_{MH} + 2SCG_{ML} + SCG_L}{100 \%}, \quad (2),$$

где SCG_H , SCG_{MH} , SCG_{ML} , SCG_L – суммарный удельный вес используемой продукции, созданной в образовательном процессе, в ее общем объеме

(Sum of consumed economic goods – SCG), потребленном при создании новых экономических благ, ассоциированных соответственно с высоким (H, HKIS), средневисоким (MH, KIS), средненизким (ML) и низким (L, LKIS) уровнем технологической интенсивности, %.

Статистические данные, необходимые для расчета TQI и TQCI, содержатся в таблицах «затраты–выпуск», которые статистические органы многих стран мира, в том числе КНР и Республики Беларусь, составляют и публикуют в открытом доступе. Данные количественно отражают взаимовлияние друг на друга видов экономической деятельности и содержат сведения о том, в какой продукции нуждается образовательный процесс и в каких видах деятельности потребляется продукция, созданная им.

Для апробации предложенной методики в качестве примера выполнены расчеты, результаты которых представлены в таблице и на рис. 1 и 2. Источником исходной информации послужила база данных, доступная на сайте Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [10], содержащая верифицированные сведения по достаточно широкому перечню стран, приведенные в сопоставимый вид, что делает ее удобной для выполнения необходимых расчетов. К сожалению, после 2018 г. эта база данных не пополнялась, поэтому пример расчетов выполнен на основе имеющегося ресурса.

На рис. 1 по горизонтальной оси расположены значения объемов (в стоимостном выражении) экономических благ, потребляемых образовательным

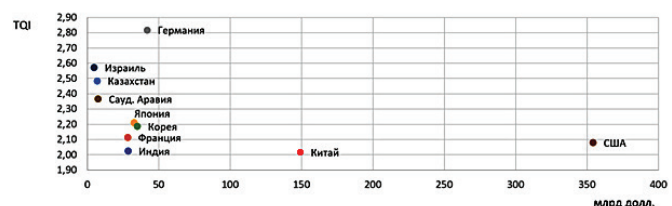


Рис. 1. Объемы (стоимость) и технологическое качество экономических благ, потребляемых образовательными процессами Китая и других стран, 2018 г.

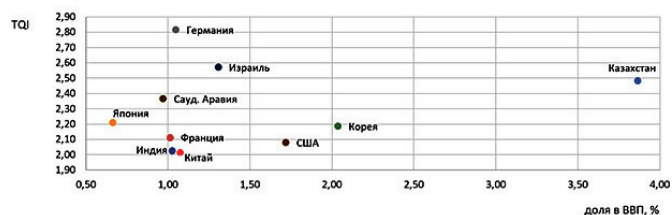


Рис. 2. Доля в ВВП и технологическое качество экономических благ, потребляемых образовательными процессами Китая и других стран

процессом Китая и некоторых других стран, на рис. 2 – их доля в ВВП. На вертикальной оси диаграммы 1 представлена величина показателя «технологическое качество объема экономических благ, потребляемого образовательным процессом». Таким образом, диаграммы 1 и 2 отражают не только стоимостную (расходную) сторону образовательного процесса, но и состояние его технико-технологического компонента. Такое представление данных позволяет наглядно сравнить страны между собой. Так, например, видно, что расходы на образование у таких экономических гигантов, как Китай и США, в разы выше, чем у Германии или Израиля, однако уровень технологий, используемых при этом как в КНР, так и в США, значительно ниже, чем у Германии или Израиля.

Заключение

Среди характеристик, устанавливающих качество социально-экономического процесса, в том числе образовательного, особое значение приобретает технико-технологический компонент. При этом в официальной статистике отсутствует какой-либо методический подход к его оценке, что определяет необходимость разработки комплексного инструментария для измерения и анализа этого феномена. Его основу могут составить предложенные автором показатели «технологическое качество объема экономических благ, потребляемого образовательным процессом» (TQI), «технологическое качество потребления (использования) продукции, созданной в образовательном процессе» (TQCI) и методика их расчета. Изучение динамики этих индикаторов за различные периоды времени позволяет понять, изменился ли технико-технологический компонент или только величина расходов.

Сравнение показателя индикатора TQCI с технологическим качеством ВВП страны (в том числе по регионам) дает возможность оценить соответствие квалифицированных специалистов, воспроизводимых в результате образовательного процесса, потребностям национальной экономики. Сопоставление TQI и TQCI конкретной страны с другими государствами способствует более объективной аналитике ее достижений в области технологического качества образования, а также выявлению лидеров в этой области.

Отдельный интерес представляет собой экспертиза поставок технологий из-за рубежа для обеспечения образовательного процесса отдельно взятой страны, которая определяет уровень технологической зависимости государства в данной сфере.

С помощью таблиц «затраты–выпуск» прослеживается влияние видов экономической деятельности друг на друга: например, как увеличение финанси-

рования образования отражается на спросе на товары и услуги других отраслей. С использованием предложенных автором показателей и методики стоимостная оценка может быть дополнена анализом технологического качества.

Выявление факторов и параметров, оказывающих воздействие на объемы экономических благ на входе и выходе образовательного процесса, позволит в дальнейшем установить рычаги управления технико-технологическим компонентом в целях повышения конкурентоспособности и экономической безопасности национальной экономики. ■

■ **Summary.** In modern conditions, the economic influence of a country largely depends on the level of technologies consumed and reproduced in its economy. Therefore, among the characteristics determining the quality of the educational socio-economic process, the technical and technological component is of particular importance, which is characterized by two aspects: the use of various technical means and technologies in the educational process and the technological level of different economic activity types in which skilled personnel is employed. For quantitative measurement and then analysis of this phenomenon, the author proposes such indicators as "technological quality of the economic goods consumed by the educational process" and "technological quality of consumption of products created in the educational process", as well as the methods for their calculation based on available statistical data.

A comparison of the proposed indicators for a number of countries is provided.

Keywords: technical and technological component, quality of socio-economic process, educational process, technological quality, indicators, calculation methods.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-08-53-56>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. National Bureau of Statistics of China // <https://www.stats.gov.cn/english/>.
2. Байнев В.Ф. Затратно-результативный подход к анализу и управлению технологическим качеством социально-экономических процессов / В.Ф. Байнев, Н.Ф. Зеньчук // Наука и инновации. 2024. №10. С. 23–29.
3. Байнев В.Ф. Оценка технологического качества: теория, методология, практика применения в сельскохозяйственной сфере / В.Ф. Байнев, Н.Ф. Зеньчук // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2024. №4 (67). С. 222–240. DOI: 10.34220/2308-8877-2024-12-4-222-240.
4. Байнев В.Ф. Анализ технологической безопасности на основе дополненной методологии межотраслевого баланса / В.Ф. Байнев, Н.Ф. Зеньчук // Белорусский экономический журнал. 2024. №4. С. 45–55. DOI: 10.46782/1818-4510-2024-4-45-55.
5. Ли Пэйчжэн. Анализ качества развития китайской обрабатывающей промышленности // Труды БГТУ. Сер. 5. Экономика и управление. 2024. 2 (286). С. 51–58.
6. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. / K. Schwab. – Geneva, 2016.
7. Shaping the Future of the Fourth Industrial Revolution: A guide to building a better world / K. Schwab, N. Davis. – UK, 2018.
8. NACE Rev. 2 – Statistical classification of economic activities in the European Community. – Luxembourg, 2008.
9. High-tech industry and knowledge-intensive services (htec). Reference Metadata in Euro SDMX Metadata Structure (ESMS). Annex 3 – High-tech aggregation by NACE Rev.2 / Compiling agency: Eurostat, the Statistical office of the European Union // https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/htec_esms.htm#annex1718188380978.
10. OECD Data Explorer // <https://data-explorer.oecd.org/>.

Статья поступила в редакцию 01.05.2025 г.

Аннотация. Приведены результаты мониторинга состояния берегозащитных сооружений, применяемых на водохранилищах Беларуси. Определены для сравнительного анализа экономической эффективности наиболее распространенные типы крепления берегов и откосов каждой разновидности. На основе лабораторных и натурных исследований и экспериментов показана возможность использования эффекта возникновения искусственной самоотмостки из гравелистых частиц. Комплексная инженерно-экономическая оценка различных типов берегозащитных сооружений, эксплуатируемых в Беларуси на ряде водных объектов, выполнялась на основе предложенного эмпирического комплексного показателя – коэффициента конструктивной эффективности крепления ($k_{эф}$), который отражает его состояние в определенный момент времени с учетом развития возможных деформаций. Контрольный период времени, который принимался для оценки деформативности, составлял 5 лет с момента ввода в эксплуатацию водного объекта. В результате оценки установлено, и расчеты это подтверждают, что предложенная новая инновационная технология берегоукрепления, в основе которой лежит эффект самоотмостки, примерно в 10 раз экономичнее, чем отсыпка из дорогостоящего гравия или камня.

Ключевые слова: водохранилища, мониторинг, берегозащитные сооружения, типы креплений, экономическая эффективность креплений, эффект крепления откоса самоотмосткой.

Для цитирования: Левкевич В., Кирвель И. Новые технологии берегозащиты как элемент природоохраны // Наука и инновации. 2025. №8. С. 57–63.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-8-57-63>



Виктор Левкевич,
профессор Университета
гражданской защиты
МЧС Республики Беларусь,
доктор технических наук,
профессор;
v.lev2014@mail.ru



Иван Кирвель,
профессор Государственного
университета
«Поморская академия»
(г. Слупск, Республика Польша),
доктор географических наук,
профессор;
kirviel@vandex.ru

Новые технологии берегозащиты как элемент природоохраны

Водохранилища – не только важный элемент ландшафта, но и часть водохозяйственного комплекса любого государства. Однако наряду с положительным эффектом они могут оказывать и отрицательное воздействие на окружающую среду [1–10]. Любое строительство, связанное с созданием сложных природно-технических и хозяйственных комплексов в виде искусственных водных объектов – водохранилищ и прудов, впоследствии приводит к развитию такого опасного явления, как абразия (переработка-разрушение) естественных берегов, а также откосов берегозащитных и подпорных сооружений – грунтовых дамб и плотин [1–8].

Проблема защиты и укрепления берегов и откосов сегодня актуальна практически для любого водоема. Это связано как с процессами их естественного переформирования, так и с влиянием антропогенных факторов, которые, в свою очередь, существенно повышают их интенсивность.

Как известно, в результате разрушения берегов происходит изъятие сельскохозяйственных земель и лесных угодий из оборота, сокращение селитебных территорий, нарушение условий жизнедеятельности населения, что в итоге наносит значительный ущерб народному хозяйству. Анализ данных натурных стационарных многолетних наблюдений, проведенных в Беларуси, России, Польше, Украине, Чехии и других странах, еще раз подтверждает, что трансформация прибрежных участков приводит к обрушению береговой линии, обмелению водоемов, приходу в негодность объектов жилой и транспортной инфраструктуры, выведению из землепользования сельскохозяйственных и лесных угодий и т.д. И напротив, новые, более эффективные способы защиты от абразии и эрозии дадут положительный эффект при создании новых водохранилищ и использовании уже существующих [5–12].

Масштабы проблемы и ее решение

Основа обеспечения безопасности жизни людей, проживающих вблизи искусственных водоемов, – достоверный прогноз абразионных процессов и выбор для применения современных, эффек-

тивных с точки зрения экономики и безопасности типов берегоукрепления [5–20]. Разнообразие последних не всегда способствует принятию адекватных и действенных мер по комплексной берегозащите [3, 6, 14–17].

На территории Беларуси эксплуатируется более 150 водохранилищ (имеющих полный объем более 1,0 млн м³) с общей протяженностью береговой линии более 1500 км [6–14]. Суммарная длина берегов, подверженных абразии, составляет около 350 км. При этом, по данным натурных наземных и дистанционных (проведенных с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с привлечением спутниковой информации в 2013–2024 гг.) наблюдений, приблизительно 110 км берегоукрепительных конструкций и сооружений оценены как имеющие повреждения различной степени [9–16]. Для сравнения: в соседней Литве абразионные берега таких водоемов имеют протяженность в общей сложности около 50 км, Украине и Польше – 350 км в каждой [1–5].

Наиболее интенсивно процесс разрушения берега протекает в первые годы эксплуатации водоема, затем скорость переработки материала резко уменьшается, и происходит его затухание [8, 21].

Площадь территории прибрежной зоны, подверженной разрушению – абразии, F_s (м²), описывается зависимостью:

$$F_s = \sum_{n=1}^{50} (S_{\text{водхр}} + S_{\text{каск}}) L_{\text{абр},i}, \quad (1)$$

где $S_{\text{водхр}}$, $S_{\text{каск}}$ – линейная переработка (отступление) берега при различных состояниях водоема (до и после ввода его в эксплуатацию), м; n – количество створов наблюдений, определяемое

протяженностью участка переработки и методикой наблюдений, шт.; $L_{\text{абр},i}$ – длина береговой линии на i -м участке, подверженной переработке (абразии), м.

В связи с указанным явлением, значительным по масштабам, важная проблема – выбор наиболее эффективных типов берегозащиты, который бы учитывал накопленный опыт эксплуатации, а также стоимостные и экономические показатели.

Основой для исследований послужили результаты собственных многолетних натурных наблюдений и лабораторных экспериментов авторов настоящей статьи, а также материалы различных проектных и научно-исследовательских организаций и университетов [13–21].

Типы береговых укреплений

Как известно, в качестве защиты от развития эрозионных процессов в современной практике наиболее часто применяются крепления откосного типа – бетонные или железобетонные [13–18] (рис. 1).

Для защиты верховых откосов дамб и плотин, а также размываемых берегов водохранилищ используются различные типы сооружений берегоукрепления, которые по характеру взаимодействия с волновым потоком делятся на активные и пассивные [8–10, 13–16].

Активные представлены волноломами, молами различных конструкций, а также искусственными намытыми или отсыпанными пляжами с биологическим креплением откосов, изменяющими структуру волнового потока и стоковых течений в береговой зоне.



Рис. 1. Бетонное крепление откосов.
Вилейское водохранилище



Рис. 2. Берегоукрепление из камня.
Заславское водохранилище

К пассивному типу сооружений относятся волнобойные стенки, дамбы обвалования с закрепленным верховым (со стороны акватории водохранилища) откосом, различные одежды (покрытия) естественных береговых склонов (каменное крепление в виде наброски, мощения), сборно-железобетонное и монолитное бетонное, асфальтобетонное крепление и синтетическое покрытие откосов напорных сооружений. Обычно каменное мощение устраивается в виде одиночной или двойной мостовой на слое гравия 15–20 см либо наброски камнем диаметром до 30 см (рис. 2).

Обследование водных объектов с различными типами креплений в разных регионах Европы показало, что одна из важнейших причин снижения сроков эксплуатации и надежности бетонных и железобетонных креплений – некачественное уплотнение швов и гравийной подготовки основания на стадии строительства. Со временем последнее приводит к деформациям откосов волновым потоком под плитами при различных положениях уровня воды в водоеме, а также к выносу грунта

из-под плит и последующему их разрушению (рис. 3).

Натурные наблюдения позволили выявить уникальный природный эффект, возникающий при переработке береговых склонов, сложенных несвязными грунтами с повышенной неоднородностью. Это явление возникает при разрушении берега и заключа-

ется в формировании устойчивой береговой отмели, покрытой валунами, галькой и другим крупнофракционным материалом, который обеспечивает образование прочного покрытия – «самоотмостки», не восприимчивой к воздействию волн, течений, колебаний уровня воды, ледового покрова и т.д. [6–16] (рис. 4).



Рис. 3. Характерные разрушения крепления откосов



Рис. 4. Образование естественной укрепляющей самоотмостки

Лабораторные исследования этого процесса, проведенные в гидротехнической лаборатории Белорусского национального технического университета, позволили изучить механизм закрепления поверхности отмели в зависимости от степени неоднородности размываемого волнением материала, оценить скорость процесса абразии и разработать принципиально новую инновационную методику защиты разрушаемого берега, состоящего из грунтов с повышенной неоднородностью [6–20].

Опытным путем установлено, что наибольший эффект при укреплении берега самоотмосткой дает песчано-гравийная смесь с содержанием крупных частиц в объеме 25% из расчета на 1 м³ грунта. Как показали наблюдения, ее оптимальный состав определяется наличием фракций следующих диаметров:

- для условий водоемов, где возможна высота волны до 1 м:

$$d_1 = 3,5 \text{ см}, d_2 = 7,5 \text{ см}, \\ d_3 = 13,5 \text{ см}, d_4 = 17,5 \text{ см};$$

- для водоемов с высотой волны до 0,4 м:

$$d_1 = 1,7 \text{ см}, d_2 = 3,5 \text{ см}, \\ d_3 = 6,5 \text{ см}, d_4 = 8,5 \text{ см}.$$

В процессе исследований была проведена комплексная оценка эксплуатационной, экономической и стоимостной эффективности берегозащиты различных конструкций, имеющих наибольшее распространение [6–10]. Для этого были проанализированы следующие типы креплений:

- георешетка – проникающее крепление;
- гибкое бетонное покрытие (ГБП);

- искусственная самоотмостка;
- шпунтовая стенка;
- железобетонные плиты;
- каменная наброска.

Определение экономической эффективности рассматриваемых вариантов защиты производилось путем сопоставления суммы капитальных вложений и эксплуатационных расходов:

$$P_i = M_i + k_i E_n, \quad (2)$$

где P_i – приведенные затраты (ПЗ) по каждому варианту, тыс. руб/год; M_i – годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб/год; E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, принимается 0,12; k_i – капитальные вложения (затраты) по типам, тыс. руб.

Главной составляющей экономической эффективности применяемых креплений откосов являются капитальные вложения k_i .

Для определения капитальных затрат на строительство отдельных типов креплений с учетом рассчитанных объемов работ составлялись локальные сметы стоимостей. Расчет смет производился по нормативам расхода ресурсов (НРР) в текущих ценах 2024 г., устанавливающим такой показатель в натуральном выражении (в том числе нормы плановой прибыли), и транспортных расходов. Ежегодные эксплуатационные издержки C , тыс. руб., определялись по формуле:

$$C = C_T + C_{з/п} + C_{начз/п} + C_{пр}, \quad (3)$$

где C_T – транспортные расходы по доставке специалистов для мониторинга состояния берегозащиты, включающие в себя стоимость топлива и амортизацию автотранспорта

и составляющие 0,04 тыс. руб. Расстояние до расчетного водохранилища «туда и обратно» принимается 15 км, $C_{з/п}$ – заработная плата группы работников из 5 чел. (ее средний показатель в 2024 г. составлял для строительной отрасли 1400 руб.). Выезд сотрудников для оценки актуального состояния креплений предпринимался 2 раза в год на 2 рабочих дня. С учетом этого:

$$C_{з/п} = 0,67 \text{ тыс. руб.},$$

где $C_{начз/п}$ – налоговые начисления на заработную плату, которые принимались равными 40% от $C_{з/п}$;

$$C_{начз/п} = 0,4 \cdot 0,67 = 0,27 \text{ тыс. руб.}$$

Величина $C_{пр}$, тыс. руб., ориентировочно определяется в размере 40% от суммы затрат на зарплату (под ней понимаются прочие расходы, включающие текущий ремонт, износ приборов измерения, командировки и т.д.):

$$C_{пр} = 0,4 \times C_{з/п}, \quad (4)$$

$$C_{пр} = 0,4 \times 0,67 = 0,27 \text{ тыс. руб.}$$

Тогда ориентировочные суммарные эксплуатационные расходы составят:

$$C = 0,04 + 0,67 + 0,27 + 0,27 = 1,25 \text{ тыс. руб.}$$

После сметных расчетов составлялись ведомости ресурсов по каждому из видов креплений и определялись общехозяйственные и общепроизводственные расходы (ОХР и ОПР) – сумма средств, предназначенных для возмещения затрат подрядным организациям, связанным с созданием общих условий строительного производства.

К нормам ОХР и ОПР применялись корректирующие коэффициенты (1,0 и 0,57), рассчитанные исходя из изменения уровня заработной платы по строительству, материальных и иных затрат, а также капитальных вложений при строительстве инновационных типов крепления (гибкое бетонное крепление, георешетка, искусственная самоотмостка, шпунтовая стенка) и для классических методов (железобетонные плиты, каменная наброска). Сравнитель-

ный расчет стоимостей капитальных вложений k_i для креплений откосов различного типа производился для условий контрольного участка условного берега (откоса) протяженностью 10 погонных метров:

- георешетка – 2,759 тыс. руб.;
- гибкое бетонное крепление – 7,817 тыс. руб.;
- искусственная самоотмостка – 6,548 тыс. руб.;
- шпунтовая стенка – 5,882 тыс. руб.;

- железобетонные плиты – 8,290 тыс. руб.;
- каменная наброска – 3,861 тыс. руб.

В результате анализа было выявлено, что самым экономически выгодным на этапе проектирования является крепление в виде георешетки, а самым дорогим – с помощью железобетонных плит. Однако, как показала практика эксплуатации, первый тип – не самый прочный и подвержен значительным деформациям.

Поэтому наряду с экономической рентабельностью на стадии проектирования и строительства была оценена эффективность конструкций различных типов креплений по итогам их использования в течение определенного срока с учетом возможных деформаций. Контрольный период времени, который принимался для оценки деформативности, составлял 5 лет с момента ввода в эксплуатацию объекта. Для измерения результативности работы сооружений авторами был предложен эмпирический комплексный показатель – коэффициент конструктивной эффективности крепления при эксплуатации ($k_{эф}$), который равен:

$$k_{эф} = m_2 \times St / m'_2 \times L_{отк}, \quad (5)$$

где m_2 – заложение (уклон) исходного расчетного профиля, покрытого креплением; St – величина линейной переработки (деформации) надводной части профиля; m'_2 – заложение профиля откоса, покрытого креплением после 5 лет эксплуатации; $L_{отк}$ – расчетная полоса участка откоса ($L_{отк} = 1$ м). Полученные значения $k_{эф}$ для различных типов креплений приведены в таблице.









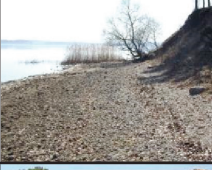



Типы крепления берегов и грунтовых откосов	Форма крепления	Состояние крепления после 5 лет эксплуатации	Коэффициент эффективности крепления ($k_{эф}$)
Георешетка			0,43
Каменная наброска			0,65
Железобетон, крепление гибкое			0,5
Плиты железобетонные			0,65
Самоотмостка			0,9
Шпунтовая стенка			1,0

Таблица. Коэффициент эффективности крепления $k_{эф}$

Как указывалось выше, в практике современной берегозащиты широко применяются стандартные (классические) виды креплений откосного типа различных конструкций – асфальтобетонные, бетонные или железобетонные, каменная наброска. Обследование объектов с различными типами защитных сооружений показало, что бетонные и железобетонные крепления за время эксплуатации зарекомендовали себя как надежное средство защиты откосов. Их деформации представлены раскрытием межплиточных строительных, температурных и осадочных швов. С учетом опыта эксплуатации креплений, применения новых строительных материалов и технологий возникла необходимость использования новых типов крепления, в частности в виде пластиковой георешетки, гибких бетонных матов, самоотмостки, шпунта из поливинилхлорида (ПВХ).

В результате обобщения материалов собственных многолетних натурных обследований берегозащитных сооружений страны, находящихся в эксплуатации не менее 5 лет, было установлено, что:

- *крепление в виде георешетки имеет недостаток: в результате вымывания грунта из-под основы, выполненной из геотекстиля, происходит просадка всей конструкции. В итоге она требует периодической подсыпки щебня и замены разрушенных ячеек, что ведет к значительным трудовым и материальным затратам;*
- *каменная наброска также нуждается в постоянной подсыпке дорожного камня и гравия в местах локальных размывов. Тем не*

менее этот вид крепления распространен из-за простой технологии возведения и использования только природных материалов;

- *конструкция типа «гибкий бетон», как показали наблюдения, подвержена просадкам и разрушению при воздействии ледовой нагрузки, что при высокой стоимости материала изделия ведет к его удорожанию;*
- *крепление железобетонными плитами страдает повышенным раскрытием межплиточных швов, через которые вымывается грунт обратного фильтра, обеспечивающего устойчивость сооружения. Тем не менее такая технология приобрела широкое распространение и проверенную временем положительную репутацию;*
- *искусственная самоотмостка – тип, который характеризуется высокой экономической эффективностью при практически отсутствующих эксплуатационных затратах; применяются только природные материалы – грунты с повышенной неоднородностью, стабилизирующие деформации откоса (может использоваться только в грунтах с включениями гравия, гальки, валунов и т.п.);*
- *конструкция «шпунтовая стенка» – долговечна и надежна, не подвержена размыву и коррозии. Для установки требуется наличие специальной техники. Однако при использовании металлических (а не ПВХ) шпунтов при большой глубине забивки стоимость возведения крепления очень высока.*

Выводы

Проведенный анализ капитальных затрат для разных типов берегозащитных конструкций свидетельствует, что самым экономически выгодным из них на этапах проектирования и строительства является крепление георешеткой, самым дорогим – железобетонными плитами.

Оценка эксплуатационной эффективности на основе использования $k_{эф}$ – коэффициента эффективности крепления показала, что наиболее высок данный показатель у конструкций типа «искусственная самоотмостка» ($k_{эф} = 0,9$) и «шпунтовая стена» ($k_{эф} = 1,0$). Наиболее низкой эффективностью обладают крепления типа «георешетка» ($k_{эф} = 0,43$) и «гибкий бетон» ($k_{эф} = 0,5$). В заключение можно сделать вывод о возможности использования предложенного коэффициента $k_{эф}$ при оценке эффективности эксплуатации креплений различных типов на объектах как водохозяйственного назначения, так и энергетики, а также других отраслей народного хозяйства.

Установлено, и расчеты это подтверждают, что предложенная новая инновационная технология, в основе которой лежит «эффект самоотмостки», примерно в 10 раз экономичнее, чем отсыпка из дорогостоящего гравия или камня. Это отличает ее от традиционных типов защиты откосов, которые не всегда препятствуют развитию деформаций и требуют от службы эксплуатации постоянной подсыпки и ремонта покрытия в местах локальных размывов, то есть дополнительных затрат. Практика показала, что защита размываемых откосов дамб, плотин и берегов на водохранилищах равнинного типа предложенным инновационным спосо-

бом дает экономический эффект (выгоду) до 37,0 тыс. евро на 1 км закрепляемого откоса (ориентировочная денежная оценка). Данный способ был впервые задействован в Беларуси на Заславском водохранилище, а также он используется в Чехии и Украине.

Таким образом, применение в практике строительства берегоукрепительных сооружений с использованием естественных грунтов, которые имеют включения гравия, гальки, валунов, позволит сэкономить на дорогостоящих строительных материалах, упростить проведение защиты, полностью исключить издержки на эксплуатацию. ■

■ **Summary.** The article presents the results of monitoring the condition of coastal protection structures used in reservoirs in Belarus. The most common types of shore and slope stabilization of each type are determined for comparative analysis and economic efficiency. Based on laboratory and field studies and experiments, the possibility of using the effect of the emergence of artificial self-blind area from gravel particles is shown. A comprehensive engineering and economic assessment of various types of coastal protection structures operated in Belarus on a number of water bodies was carried out on the basis of the proposed empirical complex indicator – the coefficient of structural efficiency of stabilization (keff), which takes into account its condition at a certain point in time, taking into account the development of possible deformations. The control period of time, which was adopted for assessing the deformability, was 5 years from the date of commissioning of the water body. As a result of the assessment, it was established, and calculations confirm this, that the proposed new innovative technology of coastal stabilization, which is based on the effect of «self-blind area», is approximately 10 times more economical than backfilling with expensive gravel or stone.

■ **Keywords:** reservoirs, monitoring, coastal protection structures, types of fastenings, economic efficiency of fastenings, effect of slope fastening with self-blinding.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-08-57-63>

Статья поступила в редакцию 08.04.2025 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- Banach M. Rozwój osuwisk w strefie brzegowej sztucznych zbiorników wodnych na przykładzie osuwiska centralnego w Dobrzyniu nad Wisłą / M. Banach, H. Kaczmarek, H. Tyszkowski // Zbiornik Włocławski (Development of landslides in the shore zones of reservoirs, as exemplified by the central landslide at Dobrzyń-on-the-Vistula, Włocławek reservoir) // Przegląd Geograficzny. 2013. №85 (3). S. 397–415.
- Banach M. Changes in geomorphology of new shoreline after the filling of the Włocławek artificial Lake / M. Banach // Prace Geograficzne UJ. 2006. №116. S. 23–32.
- Banach M. Geodynamic evolution of water reservoir banks, Acta Montana, Institute of Rock Structures and Mechanics / M. Banach, T. Spanila // AS CR. Series A. 2000. №15 (116). S. 45–66.
- Gierszewski P.J. Litodynamiczna interpretacja warunków akumulacji osadów dennych Zbiornika Włocławskiego / P.J. Gierszewski, J.B. Szmada // Wodna badania geograficzne. Uniwersytet Jana Kochanowskiego – Instytut Geografii. – Kielce, 2010. S. 169–177.
- Kaczmarek H. Analiza zdjęć lotniczych oraz wyników pomiarów geodezyjnych w badaniach dynamiki strefy brzegowej sztucznych zbiorników wodnych / H. Kaczmarek // Zbiornik Jezioro, rzeka Warta. Landform Analysis. 2010. №19. S. 19–26.
- Левкевич В.Е. Динамическая устойчивость берегов водохранилищ Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2015.
- Бузук А.В. Результаты лабораторных исследований деформаций откосов с берегоукрепительными сооружениями водохранилищ и их влияние на безопасность объекта в чрезвычайных ситуациях / А.В. Бузук // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2015. №2 (22). С. 79–86.
- Михневич Э.И. Устойчивость берегов водохранилищ при формировании профиля динамического равновесия в несвязных грунтах / Э.И. Михневич, В.Е. Левкевич // Мелиорация. 2016. №4 (78). С. 18–23.
- Бузук А.В. Исследование устойчивости и эффективности работы берегозащитных сооружений водохранилищ Беларуси с использованием материалов натурных наблюдений, физического и математического моделирования / А.В. Бузук, В.Е. Левкевич. – Минск, 2016. С. 112–126.
- Бузук А.В. Критерий устойчивости откосов подпорных сооружений и берегов водохранилищ с деформированным железобетонным креплением / А.В. Бузук // Мелиорация. 2018. №4 (86). С. 24–30.
- Левкевич В.Е. Использование средств дистанционной диагностики для мониторинга состояния водохозяйственных объектов и сооружений систем водоснабжения и водоотведения / В.Е. Левкевич, В.А. Лосицкий, Ф.Н. Саидов, В.А. Мильман, С.В. Решетник // Вестник Брестского государственного технического университета. 2021. №1. С. 96–100.
- Левкевич В.Е. Гидроморфодинамика прибрежной зоны водохранилищ ГЭС Беларуси / В.Е. Левкевич. Право и экономика – Минск, 2018.
- Левкевич В.Е. Инженерная защита и мониторинг прибрежной зоны водохранилищ Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2020.
- Левкевич В.Е. Динамика формирования берегов малых равнинных водохранилищ / В.Е. Левкевич. – Рига, 2018.
- Левкевич В.Е. Устойчивость берегозащитных и берегоукрепительных сооружений водохранилищ Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2019.
- Левкевич В.Е. Крепление берегов и верховых откосов подпорных сооружений гидроузлов Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2019.
- Природоустройство Полесья. Международное научное издание. Кн. 1. Белорусское Полесье. Т. 2. Преобразование и использование природных ресурсов / [под науч. ред. Ю.А. Можайского, А.Н. Рокочинского, А.А. Волчека, О.П. Мешика, Е. Енаха] // В.Е. Левкевич. Разд. 4.1. Береговые процессы на водохранилищах Белорусского Полесья. – Брест–Ровно–Варшава–Рязань, 2019. С. 240–260.
- Левкевич В.Е. Современные экзогенные инженерно-геологические процессы на водохранилищах и озерах Беларуси / В.Е. Левкевич. – Минск, 2021.
- Савкин В.М. Искусственные пляжи для берегоукрепления и комплексного использования прибрежной зоны на Новосибирском водохранилище / В.М. Савкин, К.В. Марусин, Е.А. Федорова // Труды междунар. конф. «Создание и использование искусств. земельных участков на берегах и акватории водоемов», Новосибирск, 20–25 июля 2009 г. / Сибир. отд. РАН; отв. ред. А.Ш. Хабидов. – Новосибирск, 2009. С. 255–261.
- Копосов Е.В. Прогнозирование абразионной и оползневой опасности побережий Волжских водохранилищ / Е.В. Копосов, И.С. Соболев, А.Н. Ежков // Вестник МГСУ. 2013. №6. С. 170–188. Doi: 10.2227/1997-0935.2013.6.170-188.
- Кирвель И.И. Малые водоемы Белорусского Полесья и их влияние на окружающую среду / Кирвель, А.А. Волчек, А.Я. Хоиньский, В.Е. Левкевич, П.И. Кирвель, С.И. Парфомуков // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посв. 100-летию БГУ, 60-летию кафедры физич. географии и образовательных технологий, 100-летию со дня рождения профессора О.Ф. Якушко, «Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI вв.», Минск, 24–26 марта 2021, БГУ. – Минск, 2021. С. 398–404.



Пасяджэнне цэха.
Гравюра XVII ст.



Аляксандр Доўнар,
загадчык аддзела
гісторыі Беларусі
IX–XVIII стст. і археаграфіі
Інстытута гісторыі
НАН Беларусі, кандыдат
гістарычных навук, дацэнт

Рамесніцкія цэхі гарадоў Беларусі – вытворчыя аб'яднанні XVI–XVIII стст.

У часы феадалізму «кожны чалавек, група, структура былі абавязаны дзейнічаць у адпаведнасці са сваім сааслоўным статусам, які набываўся па праву нараджэння ці шляхам набывання прывілеяў». Такая рэгламентацыя жыцця на ўзроўні карпарацыі «не столькі скоўвала чалавека (гэтую саванасць ён, відаць, доўга суб'ектыўна не адчуваў), колькі надавала акрэсленую агульназначную форму яго паводзінам» [1].

Неабходна адзначыць, што правы і свабоды кожнага саслоўя не даваліся проста так. Прадстаўнік любой грамадскай групы не толькі карыстаўся імі, але і павінен быў даказаць сваё права на гэта, а таксама выконваць акрэслены шэраг абавязкаў. Структурна грамадства Беларусі ў XVI–XVIII стст. складалася са шляхты, духавенства, мяшчанства і сялянства. Абавязкам шляхты было кіраванне краінай і яе абарона як у ваенным, так і ў іншых планах; духавенства адказвала за духоўнае развіццё грамадства. Мяшчанства займалася гандлем і рамяством, сялянства – сельскай гаспадаркай. Нягледзячы на тое, што ў кожнага саслоўя быў свой комплекс правоў, які адпавядаў, на думку сучаснікаў, яго месцы ў грамадстве, у кожнага чалавека было пачуццё ўласнай годнасці. Пры гэтым трэба ўлічваць, што галоўным для тагачаснай асобы была роўнасць не ў агульным, абстрактным сэнсе, а ў рамках сваёй сацыяльнай супольнасці. Саслоўныя абмежаванні не расцэньваліся як парушэнні правоў чалавека, як нераўнапраўнае становішча: іх існаванне лічылася справядлівым і апраўданым з пункту гледжання функцыянальнага падзелу грамадства.

Нягледзячы на значную ролю сельскагаспадарчых заняткаў у жыцці горада, усё ж на працягу XVI–XVIII стст. аснову гарадской гаспадаркі ў Беларусі складалі рамяство і гандаль. У гэты час адбыліся значныя змены ў ступені іх развіцця і месцы ў соцыуме, ажыццяўляўся эвалюцыйны пераход рамеснікаў ад працы на замову (хоць яна таксама захоўвалася) да масавай працы на продаж, рынак.

Рамеснікі, асабліва тых гарадоў, якія мелі права на самакіраванне, для таго, каб адгарадзіцца ад канкурэнцыі сваіх калег – жыхароў іншых мясцовасцей, а

таксама ад замежных майстроў і купцоў, аб'ядноўваліся ў прафесійныя вытворчыя саюзы – «сотні», «брацтвы», пазней – «цэхі». Гэта адбывалася звычайна ў межах адной прафесіі або некалькіх сумежных, прычым незалежна ад таго, знаходзіліся рамеснікі ў падпарадкаванні магістрата ці пражывалі на прыватнаўласніцкіх тэрыторыях. Цэхі былі арганізацыямі рамеснікаў, створанымі імі для адстойвання сваіх прафесійных і грамадскіх інтарэсаў у межах канкрэтнага горада. На тэрыторыі Беларусі падобныя рамесніцкія структуры ў XVI–XVIII стст. існавалі ў Брэсце, Ваўкавыску, Віцебску, Гродне, Давыд-Гарадку, Дзісне, Друі, Зэльве, Камянцы, Капылі, Клецку, Кобрыне, Койданаве (сучасным Дзяржынску), Любчы, Магілёве, Мазыры, Мінску, Міры, Міхалове, Мсцібаве, Навагрудку, Нясвіжы, Оршы, Пінску, Полацку, Слоніме, Слуцку, Шклове [2].

Кожная такая карпарацыя мела свой герб, штандар, цэхавую касу («скрынку»), што наглядна фіксавала яе статус. Звычайна ролю герба ў рамесных цэхах адыгрывалі сімвалічныя выявы прылад працы. Напрыклад, у аршанскіх краўцоў, пастрыгачоў і кушняроў, згодна з прывілеем ад 13 кастрычніка 1612 г., свой герб мела кожнае рамяство: адпаведна парцяжныя і пастрыгацкія нажніцы і рысь «расцягнутую» [3]. На сходах членам цэха не дазвалялася сядзець за сталом са зброяй, прыходзіць п'янымі, дрэнна апранутымі. На гарадскія святы ўсе яны ўбіраліся ў найлепшае адзенне і выходзілі на гарадскую плошчу пад асабістай харугвай, а заможныя старшыні і майстры выязджалі на конях.

Унутраны парадак цэха рэгламентаваўся яго «ўставай» (статутам), якая складалася самімі членамі аб'яднання і зацвярджалася

гарадскім магістратам як прадстаўніком улады. Цэхавыя ўставы розных рамесніцкіх арганізацый адрозніваліся паміж сабой як па аб'ёме, так і па змесце. Напрыклад, у дакументах 1636 г. навагрудскіх злотнікаў і цырульнікаў утрымлівалася адпаведна 20 і 31 артыкулаў, а цэхавая ўстава навагрудскіх шаўцоў 1607 г. увогуле не была падзелена на артыкулы [4]; у Оршы ў цэхавым статуте шаўцоў змяшчалася 12 артыкулаў, шапашнікаў – 22, у той час як устава аршанскіх краўцоў не была гэтак структуравана.

Складанне цэхавых уставаў было вельмі адказнай справай, таму што ў гэтым дакуменце ўтрымліваліся нормы грамадскага і прафесійнага жыцця ўдзельнікаў саюза. Пасля прыняцця рамеснікамі той ці іншай спецыяльнасці рашэння аб аб'яднанні ў прафесійную арганізацыю яе прадстаўнікі інфармавалі аб гэтым гарадскія ўлады. Атрымаўшы іх дазвол на ўтварэнне цэха, яны складалі праект статута і прасілі мясцовыя ўлады аб яго зацвярджэнні.

Такія праекты звычайна разглядаліся і абмяркоўваліся на пашыраных пасяджэннях гарадскога магістрата: «войтаўскага, радзецкага і лаўніцкага ўрадаў», «рады ўсёй гарадской супольнасці», «увесь цэлага грамадства ...магістрат», – на якім прысутнічалі войт, бурмістры, радцы, лаўнікі і прадстаўнікі мяшчанства горада. Пры неабходнасці «парадак ці артыкулы» цэха прыходзілі «слуханні» на некалькіх пасяджэннях магістрата пры шырокай прысутнасці гарадскіх жыхароў. Праекты цэхавых уставаў зачытваліся ўслых па некалькі разоў, абмяркоўваліся, у іх дадаваліся змяненні і дапаўненні. Прынятыя статуты ўносіліся ў гарадскія актавыя кнігі.

Пры стварэнні цэхаў маглі мець законную сілу рашэнні не толькі магістрата, але і іншых прадстаўнікоў улады, напрыклад стараст. Так, у 1625 г. рыбакі розных юрыдык (асобных адміністрацыйна і судовы незалежных частак горада: магдэбургскай (гарадской), замкавай, прыватнай (шляхецкай), царкоўнай) Пінска, найперш замкавай і гарадской, сабраліся і вырашылі стварыць цэх, вызначылі прынцыпы вядзення рыбнай лоўлі і гандлю, выбралі сярод сябе старшага, які б ахоўваў інтарэсы цэха. Дадзеную пастанову зацвердзіў пінскі стараста Ежы Збаражскі, бо бачыў, што ў «месце Пінскім вялікі непарадак між рыбакамі ў продажы рыб» быў, з-за чаго «дарагавізна там умножылася». У 1627 г. ліст Е. Збаражскага зацвердзіў кароль польскі і вялікі князь літоўскі Жыгімонт Ваза [5].

У сувязі з тым, што ў цэхах уставах змяшчалася інфармацыя, якая адносілася не толькі да жыхароў магдэбургскай юрыдыкі, але і да насельніцтва іншых частак горада і наваколля, магістрат звяртаўся да караля польскага, вялікага князя літоўскага з просьбай аб зацвярджэнні гэтых дакументаў, пасля чаго прадстаўнікі цэха са сваімі цэхавымі ўставамі і рэкамендацыямі («атэстацыяй») магістрата падавалі дакументы да манарха, які канчаткова яго ўзаконьваў. Кароль польскі, вялікі князь літоўскі адзначаў, што цэхавыя ўставы «правомъ волностям местскимъ и вradoмъ и доброму посполитому местъскому шкодливые не суть». Пры гэтым у некаторых выпадках манарх не проста зацвярджаў прадстаўленыя яму цэхавыя уставы, але і ўключаў у іх тэкст змянення ці дапаўнення і, як правіла, пашыраў і ўзмацняў правы і паўнамоцтвы рамеснікаў, што ўваходзілі ў цэхі (у прыват-

наўладальніцкіх гарадах на ўставы цэхаў даваў «дабро» ўласнік горада).

Важнасць захавання прывілеяў і ўставаў цэхаў горада ў пісьмовай форме тлумачылася так: «бо ўсялякія вялікія і важныя справы, асабліва тыя, што людзям патрэбны і карысныя ў цяперашнія і будучыя часы, заўсёды заносіцца на паперу (заўсёды пісьмом зацверджаны бываюць), бо інакш бы людзі пра іх з цягам часу забывалі, з цягам часу яны б ад ведама і памяці людской сплывалі» [6].

Права на ўдзел у абмеркаванні і прыняцці цэхавых ўставаў мелі ўсе рамеснікі, што ўваходзілі (ці збіраліся ўвайсці) у адпаведную цэхавую арганізацыю. Так, напрыклад, падчас зацвярджэння ўстава шавецкага цэха ў навагрудскую ратушу прыйшлі рамеснікі-шаўцы, якія пражывалі ў гарадской, замкавай, плябанскай, мітрапалітаўскай юрыдыках: усяго 56 майстроў. У гэты лік не ўвашлі тыя, хто па розных прычынах не прысутнічаў на сходзе (хворыя, былі ў ад'ездзе і г.д.).

Паказальна, што ўстава цэха навагрудскіх шаўцоў 1607 г. была ўзгоднена таксама з ўладальнікамі юрыдык: Адамам Храптовічам, Пятром Неміровічам, Юзэфам Голубам, Янам Драчылоўскім, мітрапалітам Іосіфам Вельямінам Руцкім і віленскім біскупам Яўстафіем Валовічам. Подпісы ўласнікаў юрыдык служылі дазвалам для рамеснікаў, што пражывалі на іх землях, на далучэнне да вышэйзгаданага цэха.

Звычайна рамеснікі складалі свае цэхавыя ўставы з улікам аналагічных дакументаў іншых гарадоў ВКЛ, найперш – па прыкладу сталічнай Вільні [7]. Так, у статуте шавецкага цэха Навагрудка 1607 г. адзначана, што тымі артыкуламі аб арганізацыі цэхавога жыцця, якія з той ці іншай прычыны не

былі змешчаны ва ўставе, усё адно неабходна кіравацца так, як імі кіруюцца ў цэхах таго ж рамяства ў іншых гарадах, а менавіта ў сталіцы («артыкулы, которые-то з стороны порядку цехового не помени, мают им служить, яко цехом того ремесла в иных местах, а меновите яко в месте головном»).

Цэхавыя ўставы як дакументы, у якіх былі запісаны правы, льготы цэха, прывілеі манарха, якія іх зацвярджалі, а таксама дазволена ўладамі цэхавая атрыбутыка з'яўляліся найвышэйшай каштоўнасцю кожнага прафесійнага аб'яднання. Таму часта ў іх уставах прадугледжвалася, што ў памяшканні, дзе стаяла адчыненая цэхавая скрынка для захоўвання дакументаў, атрыбутыкі і каштоўнасцей, ніхто не меў права знаходзіцца са зброяй; тут было забаронена падвышаць голас, а члены цэха павінны былі стаяць, а не сядзець. За парушэнне гэтага парадку ў цэху цырульнікаў Навагрудка 1636 г. быў усталяваны штраф у памеры 10 злотых, у цэху злотнікаў – 3 грошы. Тым, хто ішоў на яшчэ большыя парушэнні, пагражала зняволенне.

Цэхі ствараліся не толькі для абароны ад канкурэнцыі, але і для паляпшэння ўмоў развіцця таго ці іншага віда рамяства ў горадзе. Так, навагрудскі шавецкі цэх 1607 г. быў створаны таму, што:

- «добрым парадкам павінен кіравацца не толькі горад, а і яго асобныя часткі, бо іначай яны да заняпаду і знішчэння прыходзяць»;
- «для захавання паміж сабой адзінства, любові і братэрскай згоды»;
- для лепшай арганізацыі кантроля за яшчэ «недасканалай у тым рамястве моладзі»;
- для таго, каб пакараць свавольнікаў, «вынішчыць партачоў і п'янчугаў»;

■ а таксама каб «узнагародзіць і пахвалиць добрых людзей».

Для арганізацыі паўнавартаснай дзейнасці аб'яднання перыядычна праводзіліся пасяджэнні яго членаў – «сходкі», на якіх павінны былі прысутнічаць усе майстры і таварышы цэха. На гэтых мерапрыемствах майстры мусілі «думаць пра жыццё ў адпаведнасці з боскімі заповедзямі, пра тое, як захоўваць парадак у сваім рамястве, якое справядліва і прыстойна, а не па-партацку, выконваць павінны («обмышлявать о побожном житию и захованию, о порядке в ремесле своем, которого бы побожне и цвичесне, а не партакко се справовало»). Іншымі словамі, задачаю вопытных рамеснікаў было разглядаць пытанні аб жыцці і дзейнасці цэха, усталяванні парадаку ў сваім рамястве. Так, у кампетэнцыю сходу майстроў цэха шаўцоў (сапожнікаў) Оршы ўваходзіў разгляд пытанняў «около раженье добрых речей братских; около порядков цеховых и около обмысливания о размоитых припадках на потом приподающихх, которые бысе всех братства притрафить могли, которые будут меть, тую моць иншую братью выступную и упорную на розсудок до враду меского отсылать...; такъ тежъ которые бы до брат» [8].

Вядома некалькі відаў цэхавых пасяджэнняў: перыядычныя, экстражныя, выбарчыя, урачыстыя, дзелавыя. Напрыклад, у Навагрудку тэрмін правядзення выбарчага сходу быў дакладна названы толькі ў статуте цэха шаўцоў – дзень Святога Крыжа. Злотнікі і цырульнікі пры неабходнасці павінны былі вызначыць дзень выбараў самастойна. Аршанскія краўцы збіраліся на генеральны сход на свята Святога Мікалая, а шаўцы – 11 студзеня кожнага года. Звычайныя агульныя цэха-выя сустрэчы павінны былі пра-

ходзіць кожныя 2 тыдні. Асобныя сходы мелі таварышы аршанскіх краўцоў; яны павінны былі праходзіць у прысутнасці двух старэйшых майстроў [9].

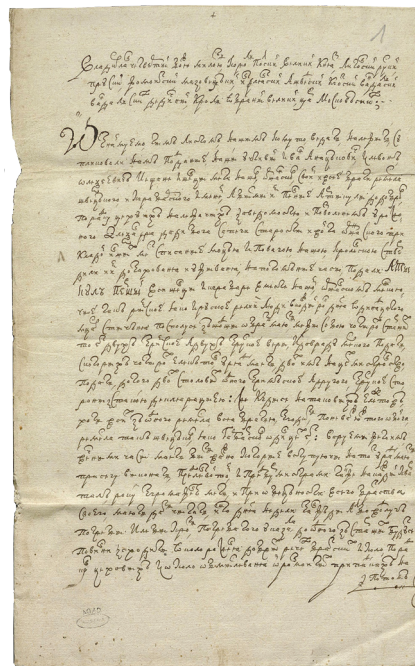
Цэхі злотнікаў і цырульнікаў Навагрудка праводзілі парадныя і штоквартальныя сходы. Шаўцы і цырульнікі збіраліся на дзелавыя пасяджэнні кожную нядзелю. Запашэнні на сход па даручэнні цэхмайстраў разносілі малодшыя майстры.

Для ажыццяўлення жыццядзейнасці цэха, правядзення сваіх пасяджэнняў цэхі мелі права пабудаваць, набыць ці арандаваць дом. У цэхавым доме захоўваліся скрынка, прывілеі, атрыбутыка і іншыя рэчы арганізацыі. Каралеўскімі прывілеямі такія будынкі былі вызвалены ад падаткаў за карыстанне імі, а таксама ад вайсковых пастояў.

На цэхавыя сходы забаранялася прыходзіць нападнітку, са зброяй (нават з нажом), што падкрэслівала важнасць «сходак» і рашэнняў, якія на іх прымаліся. Гэтыя сустрэчы былі, па сутнасці, абавязковымі для ўсіх членаў цэха: за няяўку ці спазненне яны караліся даволі высокімі штрафамі. Так, у цэха злотнікаў Навагрудка ў 1636 г. штраф за першую няяўку на пасяджэнне складаў 3 грошы, за другі раз – 6 грошаў, за трэці – 12 і г.д.

Члены карпарацыі часта праводзілі разам не толькі працоўны, але і вольны час, святы. Так, у статуте навагрудскіх цырульнікаў прыгадваецца «таварыскі стол». Цэхі злотнікаў і цырульнікаў таго ж горада ў 1636 г. у выпадку адсутнасці асобнага цэхавага дома мелі права лічыць ім дом аднаго са сваіх цэхмайстраў.

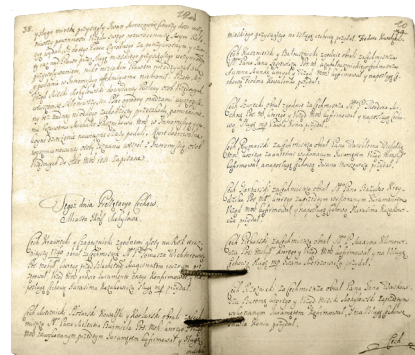
Як правіла, у гарадах Беларусі кіраўніцтва такімі прафесійнымі саюзамі ажыццяўлялі органы цэхавага самакіравання, у якія ўваходзілі па два старэйшыя



Цэхавая ўстава навагрудскіх шаўцоў 1607 г. (копія)



Прывілей на кравецкі цэх Мінска 1591 г. з пячаткамі войта і магістрата



Запіс аб выбаранні цэхмайстраў у г. Магілёве. 18 студзеня 1740 г.

майстры (цэхмайстры, старасты). Цэхмайстры павінны былі быць «людзьмі добрымі, аселямі, парадак і згоду любячымі, гораду прысяглымі». Асноўнымі іх абавязкамі было судзіць, караць і сачыць за дакладным выкананнем прафесійных абавязкаў членамі цэха (павінны «радзіць, караць і паслуг братэрскіх пільна даглядаць»).

Парадак выбараў цэхмайстраў у розных цэхах гарадоў Беларусі не быў аднастайны. Звычайна самі майстры выбіралі штогод сваіх цэхавых службоўцаў, якія потым, у адпаведнасці з магдэбургскім правам, прыносілі прысягу. У навагрудскім шавецкім цэху ўсталяваўся адметны парадак выбару старастаў: кожны год выбіраліся па два старасты – адзін быў адказны за брацкую скрынку (грамадскія складанкі), другі – за цэхавую, прафесійную. Старасты выбіралі з кожнай юрыдыкі «альтернатою... то есть одного року з местское, другого зъ замъковое, третее з митрополие юрысдыкцыи». Астатнія навагрудскія цэхі сваіх цэхмайстраў выбіралі з прадстаўнікоў магістрацкай юрыдыкі. У 1636 г. згадваюцца чатыры старшыя навагрудскія злотнікі: Міхал Сымеін Вільгельмавіч, бурмістр; Ян Коканаевіч, Мікалай Цішкоўскі і Крыштаф Спарышэвіч; а таксама чатыры старшыя майстры навагрудскіх цырульнікаў: Міхал Эрнэст, Пётр Хіліцкі, Ежы Болт, Яраш Марунскі.

Выбраныя цэхамі цэхмайстры давалі прысягу гораду перад магістратам. Запіс ад 3 ліпеня 1777 г. у магістрацкіх кнігах Пінска засведчыў, што ў прысутнасці кожнага з цэхаў прысягнулі кавальскі, рымарскі, шавецкі, кушнерскі, рэзніцкі цэхмайстры [10]. 11 чэрвеня 1782 г. перад ландвойтам выканаў прысягу на цэхмайстарства кравецкага, куш-

нерскага, ткацкага, муральскага цэха Пінска Аляксандр Ладко [11]. А 18 жніўня 1789 г. на пасаджэнні войтаўскага суда Пінска пад старшынствам ландвойта на кіраўніцтва муральскім аб'яднаннем даў гэткую ж клятву Матэуш Скабарэвіч [12]. З апошніх двух прыкладаў бачна, што з цягам часу з саюзаў, у якія аб'ядноўваліся рамеснікі розных спецыяльнасцей, вылучаліся аб'яднанні асобных з іх, як у дадзеным выпадку з муральскім цэхам Пінска.

Цэхмайстры павінны былі рэгуляваць дзейнасць цэха: размяркоўваць працу, сачыць за якасцю прадукцыі, ажыццяўляць збор і выдаткаванне сродкаў на патрэбы цэха і г.д. У сувязі з гэтым штогод падчас выбараў яны рабілі справаздачу аб прыходах і расходах грошай сваёй скрынкі «перед братею», а калі хто-небудзь нешта «не вылічыў» ці зрабіў шкоду, то павінен быў вярнуць адным разам падвойную суму страчанага са сваёй маёмасці паводле брацкага суда. Спаганяць гэтую суму быў абавязаны новавыбраны цэхмайстр.

Цэхі гарадоў Беларусі часоў ВКЛ усталёўвалі і падтрымлівалі манаполію ў горадзе адносна свайго віда рамяства. Але разам з тым неслі адказнасць за якасць вырабаў і арганізоўвалі прафесійнае навучанне. Так, цэхмайстры злотніцкага цэха павінны былі ажыццяўляць нагляд за тым, каб злотнікі выконвалі якасна сваю працу, а майстры не набывалі крадзеных рэчаў або някаснае золата ці срэбра. Западозраныя ў крадзяжах павінны былі дастаўляцца ў магістрат, фальшывае золата і срэбра прадпісвалася «молатам трушчыць».

Злотнікам забаранялася залаціць «латунёвую (масяножовую) работу, асабліва тую, якая была зроблена нахштальт золата».

Нельга таксама было латунёвы ланцуг упрыгожваць златавымі агнівамі, устаўляць латунёвыя «падманкі» ў пярсцёнкі, як і шкло ці простае каменне да золата асаджаваць. Забаранялася «залаціць манеты». На парушальнікаў накладаўся штраф: за першы выпадак – паўтрыўны срэбра, за другі – грыўна, за трэці – дзве грыўны; далейшыя парушэнні цягнулі за сабой суд і выгнанне з цэха.

Каб стаць членам прафесійнага рамесніцкага аб'яднання, патрэбна было прайсці шлях ад вучня – праз падмайстра – да майстра. Цэх навагрудскіх злотнікаў дазваляў аднаму майстру мець не больш за трох падмайстраў («таварышаў») і трох вучняў (цырульнікам – не больш за двух). За парушэнне дадзенага правіла злотнікі падлягалі штрафу ў 1 грыўну. Вучань у злотніка павінен быў навучацца не менш за 4 гады, у цырульніка – не менш за 3 гады.

Пасля вучнёўства належала адпрацаваць у майстра падмайстрам (тэрмін службы на такой пасадзе быў роўны 2 гадам), а пасля абавязкова ажыццявіць двухгадовую вандроўку для стажыравання ў майстроў па-за межамі горада. І, нарэшце, каб стаць майстрам пасля гэтай вандроўкі, атрымаць права займець уласную майстэрню і быць прынятым у цэх, падмайстры мусілі зрабіць так званую «штуку», ці «шэдэўр». Але перад гэтым павінны былі паказаць пасведчанне аб нараджэнні ад урада таго месца, дзе нарадзіліся, і пасведчанне цэха, дзе вучыліся. Падмайстар навагрудскага цэха злотнікаў павінен быў зрабіць на працягу трох месяцаў сам, без нічыёй дапамогі, кубак з накрыўкай, пячаць з літарамі ў кола, з шлемам, ды персцень з каменем, добра асаджаным. Ад падмайстра-цырульніка патрабавалася вылячыць хворага пад наглядом

калегі-майстра. У выпадку няздачы «іспыту» падмайстар ізноў накіроўваўся ў вандроўку для павышэння сваёй кваліфікацыі. Стымул для ўступлення ў прафесійны саюз існаваў – хоць бы таму, што рамеснікаў, якія не ўваходзілі ў цэхі, называлі «партачамі», а іх вырабы звычайна прадаваліся па больш нізкіх коштах.

Пры наяўнасці цэха забаранялася займацца яго рамяством майстрам, якія не з’яўляліся членамі гэтай арганізацыі. Таму ў навагрудскія цэхі ўступілі ўсе злотнікі і цырульнікі з юрыдык замкавай, духоўнай, шляхецкай, гарадской. Аднак гэтага не маглі зрабіць «сыны лазебніцкія, цэкларскія, яўрэі і татары». Асабліва жорскімі былі патрабаванні цырульніцкага цэха, бо акрамя вышэйзгаданых асоб яшчэ і людзі простага стану, тыя, «хто ёсць не свайго права і вольнай дыспазіцыі паводле права паспалітага», не маглі прымацца да навукі цырульніцкага рамяства, таксама да публічнай і сакрэтнай справы іх не дапускалі (гэтая забарона не дзейнічала пры атрыманні вольнай ад сваіх панюў).

Апрача гэтага, злотнікам з іншых гарадоў забаранялася прывозіць і прадаваць золата, срэбра і вырабы з іх у Навагрудку падчас правядзення Трыбуналу і іншых шляхецкіх зездаў, а прышлым цырульнікам – увогуле займацца сваім рамяством: «галеннем, стрыжэннем, пусканнем крыві, даваннем лекаў, або якім кальвек спосабам, што ўласна навучы і звычайам цырульніцкім прыналежыць». А купцы, як хрысціяне, так і яўрэі, не мелі права прывозіць і прадаваць абутак у Навагрудку, бо гэта было б на шкоду цэху шаўцоў.

На патрэбы аб’яднання і дабрачынныя справы ўсе яго члены выплочвалі пэўныя грошы, якія захоўваліся ў цэхавай скрынцы.

Так, цырульнікі ўносілі ў казну сваёй арганізацыі кожны тыдзень па 1 грошу, а кожны квартал па 3 грошы, «таварышы» – адпаведна паўгроша і грош, «паўтаварышы» – па 1 шэлегі ў тыдзень. Шаўцы, як майстры, так і «таварышы», на нядзельнай сходцы ахвяравалі ў цэхавую скрынку па паўгроша.

Прафесійная арганізацыя не толькі абараняла інтарэсы, але і наглядала за паводзінамі сваіх членаў. Напрыклад, устава навагрудскіх цырульнікаў падкрэслівала, што майстры не могуць выходзіць «без плашча або верхняй сукні, ці з раскрытымі рукавамі, без шапкі, таксама з куфлем, кубкамі ці шлянкамі праз рынак і вуліцы», а таксама «прымаць хворага і зраненага чалавека ніякім чынам на рынку ці вуліцы», за выключэннем выпадку, калі б, ідучы па вуліцы ўначы, «натрапіў на хворага ці зраненага, лежачага на дарозе», а таварышы і паўтаварышы не маглі «пакутна» лячыць ці пускаць кроў.

Усе цэхі займаліся дабрачыннасцю. Яны выдаткоўвалі грошы на свечы ці алтары ў храмах, на дапамогу «ўбогаму брату», пахаванне сваіх членаў і наогул бедных хрысціян, а таксама бралі пад апеку ўдоў і сірот памерлых майстроў. Цэхавая ўстава цырульнікаў Навагрудка прадпісвала з брацкай скрынкі аказваць дапамогу тым майстрам, «якія праз слабасць у гадах надыйшоўшых старасці сваёй не могуць пажывення зарабіць».

Большасць пытанняў унутранага, вытворчага характару цэхі вырашалі самі, але магістраты гарадоў як прадстаўнікі ўлады займаліся рэгуляваннем іх жыцця. Напрыклад, рада Пінска 20 сакавіка 1640 г. зацвердзіла каралеўскі прывілей ад 17 лістапада 1639 г. кавальскаму цэху (злотнікі, кавалі, катляры, мечнікі). Цікава тое, што

рада распаўсюдзіла дзеянне дадзенага прывілея па просьбе цэхмайстраў («а пры іх немала асоб браціі таго») гэтага цэха на неўпісаных у ім слесараў («яка спольне да таго належачыя і браця ўпісная») [13]. У выпадку існавання невырашальнага канфлікту ўнутры цэха гарадскі магістрат умешваўся ў справу для навядзення парадку, а ў Мінску ў другой палове XVIII ст. нават правёў працэдуру банкрутства. У выніку старога аб’яднання рамеснікаў перастала існаваць, але было створана новае.

З другога боку, у сувязі з тым, што цэхмайстры былі кіраўнікамі вытворчых аб’яднанняў, важных эканамічных аб’ектаў горада, яны ў абавязковым парадку прысутнічалі пры пасяджэннях магістрата як органа ўлады.

Увогуле, у гарадах Беларусі XVI–XVIII стст. цэхавая арганізацыя ў пэўным сэнсе садзейнічала развіццю рамесніцкай вытворчасці, выпуску якаснай прадукцыі. Цэхі спрыялі ўмацаванню прававой культуры гараджан, утварэнню адзінай юрыдычнай прасторы горада. ■

СПІС ВЫКАРЫСТАНЫХ КРЫНІЦ

1. Стрэнкоўскі С.П. Цэхі Навагрудка як органы самакіравання // Людзі і ўлада Навагрудчыны: гісторыя ўзаемадзеяння (да 500-годдзя надання Навагрудку прывілея на магдэбургскае права): зб. навук. арт. – Мінск, 2013. С. 103–112.
2. Цітоў А. Краіна майстроў. Рамесныя цэхі Беларусі: XVI – канец XVIII ст. – Мінск, 2013.
3. НГАБ. КМФ-18 (Метрыка ВКЛ). Воп. 1. Спр. 91. Арк. 76–76 адв.
4. НГАБ. КМФ-18. Воп. 1. Спр. 111. Арк. 103 адв – 107, 116 адв. – 622 адв., 640 адв. – 647.
5. НГАБ. КМФ-18. Спр. 99. Арк. 229.
6. НГАБ. КМФ-18. Воп. 1. Спр. 106. Арк. 93.
7. НГАБ. КМФ-18. Спр. 91. Арк. 75.
8. Галоўны архіў старажытных актаў (Варшава). Архіў Фашчаў. Спр. 142. Арк. 1–2.
9. НГАБ. КМФ-18. Спр. 91. Арк. 76.
10. НГАБ. Ф. 1822. Воп. 1. Спр. 2. Арк. 1 – 1адв.
11. НГАБ. Ф. 1822. Воп. 1. Спр. 2. Арк. 22.
12. НГАБ. Ф. 1822. Воп. 1. Спр. 4. Арк. 35.
13. НГАБ. КМФ-18. Спр. 99. Арк. 229.

Библиотечные технологии интеллектуального управления информацией и знаниями



Юлия Переверзева,
заведующий научно-исследовательским отделом библиотекосведения Центральной научной библиотеки НАН Беларуси, кандидат педагогических наук, доцент

Вопрос об обращении научных и деловых знаний в общественном производстве подняла в начале 2000-х гг. советский и российский библиотековед, доктор педагогических наук Ю.Н. Дрешер. Она же предложила выделить информационное производство в отдельный вид научного труда, который, по ее мнению, «заключается в сборе, аналитико-синтетической переработке, хранении и поиске закреплённой в документах информации, а также в предоставлении этой информации всем нуждающимся в ней в соответствующее время и в удобной для них

форме» [3] и реализуется в деятельности «по созданию новой информации, то есть превращению научных знаний в научную информацию» [3].

Важнейшими субъектами информационного производства выступают научные библиотеки как крупнейшие агрегаторы больших массивов данных и документных потоков, центры отраслевой аналитики, библиографии и библиометрии. Информационно-библиографический, информационно-аналитический, информационно-технологический блоки библиотечной работы, задействованные в управлении знаниями, составляют инфраструктуру, наполненную разнообразными сведениями. Они подлежат систематизации и группировке в целях обеспечения их оперативного поиска и дальнейшего использования при проведении фундаментальных исследований, научно-технических разработок, компоновке актуальных знаний, создании инновационной продукции.

Аккумуляция информационных ресурсов происходит на основе универсальных и отрасле-



вых критериев, которые позволяют формировать библиотечные фонды, создавать коллекции документов, объединять разнородные материалы (книги, журналы, газеты, карты, ноты, изодокументы и др.) по тематическому признаку в зависимости от структуры и содержания пользовательского запроса.

Этот составной по своей сути конструкт характеризуется по следующим параметрам: тематика и доступность материалов, права собственности на данные, форма их предоставления. В состав такого массива сведений могут входить: опубликованные и неопубликованные первичные документы (книги, диссертации, периодические издания); вторичная информационная продукция, представленная аналитикой (обзоры, дайджесты, аннотации, рефераты); полнотекстовые и фактографические базы данных, архивные документы, библиографическая продукция (самостоятельные универсальные или отраслевые пособия, прикнижные и пристатейные списки литературы).

В любом случае построение информационного ресурса независимо от формы представления соотносится с наиболее распространенными признаками информации: релевантность, степень безопасности, содержательность, точность, ясность, достаточность, многоаспектность, своевременность [2].

На нынешнем этапе развития библиотечно-информационной деятельности информационные ресурсы представлены печатными и электронными (локального и сетевого распространения) форматами. Однако, и это видно все отчетливее, в их производство и потребление включаются цифровые способы. Среди трендов, влияющих на развитие науки, а значит, и на ее информационную инфраструктуру, эксперты выделяют растущую необходимость использования алгоритмов сбора и обработки больших данных, возможностей искусственного интеллекта и машинного обучения, Интернета вещей как технологии, способной осуществлять сбор, обработку и анализ информации, а в ближайшем будущем – концепции «Интернет всего», которая объединит не только предметы, но и процессы и людей в единую сеть [1].

Информационные ресурсы функционируют в информационно-поисковых системах (ИПС), размещаются на различных сервисах и платформах.

Современные ИПС, доступные пользователям библиотек, трансформировались из автоматизированных библиотечно-информационных систем (АБИС), появившихся на рубеже 1960–1970-х гг. К середине 1990-х гг. крупнейшие библиотеки на территории СНГ, в том числе Центральная научная библиотека НАН Беларуси, Национальная библио-

тека Беларуси, Республиканская научно-техническая библиотека, Белорусская сельскохозяйственная библиотека, применяли в своей работе АБИС. Они упростили и ускорили технологические циклы, связанные с комплектованием библиотечных фондов, включая отбор, заказ материалов, прием партии литературы, учет каждого документа и его распределение по фондам, инвентаризацию, выдачу и возврат книг читателям, управление такими процессами, как регистрация и перерегистрация пользователей, и др. Бесспорным достижением системы стала возможность создавать электронные каталоги, используя для этого унифицированные поля для однократного ввода сведений о документе с последующим редактированием сформированных библиографических записей и базы данных.

ИПС библиотек представляют собой связку программного обеспечения и технологий, предназначенных для сбора, обработки, хранения, передачи информации, работы по подготовке аналитики и статистики, экспорта и конвертирования фактических сведений (данных) о самих источниках информации и сведений (данных), имеющих непосредственно в них.

Данные – фундаментальный компонент библиотечных систем поиска. В качестве примера структурированных сведений можно привести их систематизированные и упорядоченные хранилища, организованные в виде строк и столбцов, в базах данных библиотек, стандартизированные библиографические записи в электронном каталоге или картотеке. В ИПС представлены и неструктурированные данные – те, что до определенного момента строго не присоединены, например, к библиографическим записям на определенный документ в электронном каталоге. Это могут быть текстовые файлы, аудио-файлы, изображения.

Важное направление библиотечно-информационной деятельности – формирование и использование составных электронных информационных ресурсов (ЭИР). К ним относятся базы данных / электронные тематические коллекции, электронные каталоги библиотек, электронные библиотечные системы и пр.

В научных библиотеках базы данных представлены собственно генерируемыми и приобретенными. Первые подготавливаются на основе информационных массивов, имеющих в распоряжении учреждения: документов из библиотечного фонда (монографических, справочных, энциклопедических изданий, периодики, аудио- и видеоносителей); материалов, в том числе архивных, доступных

специалистам по линии корпоративного взаимодействия с другими библиотеками и иными организациями. Примерами баз данных собственной генерации могут быть «Биобиблиография ученых НАН Беларуси» (Центральная научная библиотека НАН Беларуси), «Книга Беларуси XIV–XVIII веков» (Национальная библиотека Беларуси), Электронный указатель трудов ученых-агроведов Беларуси (Белорусская сельскохозяйственная библиотека) и др.

Вторая категория баз, как правило, закупается у определенных производителей. В качестве примера приведем American Chemical Society (ACS), American Physical Society (USA), Ulrich's Periodicals Directory (USA), имеющиеся в Центральной научной библиотеке НАН Беларуси (рис. 1, 2).

На информационном рынке нашей страны представлено достаточно много электронных библиотечных систем. Большинство из них приобретается научными библиотеками у различных производителей, в последние годы – в основном у российских. В белорусских научных библиотеках имеются такие лицензионные электронно-библиотечные системы, как BOOK.RU, ibooks.ru, ZNANIUM, Лань, Университетская библиотека онлайн, полнотекстовая база данных российских изданий компании ИВИС (East View Information Services), сервисы компании EBSCO, ЛитРес: Библиотека.

Информационно-поисковые сервисы и платформы типа электронных библиотек и репозиториев стали новыми неотъемлемыми атрибутами классического библиотечно-информационного обслуживания. Они создаются по принципу представления в своей структуре библиографических записей на документ и его полного текста, который может быть выражен в знаковой и/или графической формах. В этих цифровых хранилищах собираются научные статьи, диссертации, учебно-методические, производственно-практические издания, для того чтобы обеспечить их сохранность и доступность. Они пополняются на постоянной основе, а представляемые в них документы специальным образом организуются (разделы, коллекции, персоналии, даты), в том числе с использованием гиперссылок (рис. 3).

В комплексе ЭИР научных библиотек представлены открытые архивы (ресурсы открытого доступа). Они доступны в режиме реального времени на специальных платформах. Это полнотекстовые материалы, снабженные аннотациями, ключевыми словами и иными опциями (автор, тема, дата издания) для быстрого поиска. В основе работы с ними лежит официальный документ политики открытого доступа, содержащий сведения об организациях,

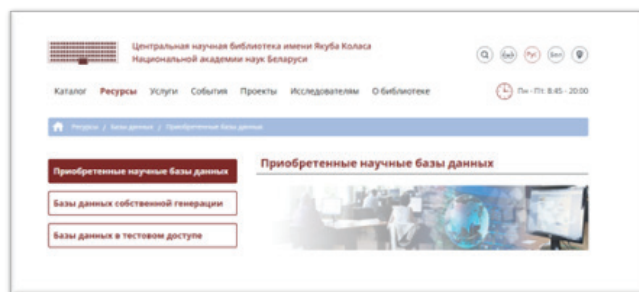


Рис. 1. Страница сайта Центральной научной библиотеки НАН Беларуси, отображающая базы данных

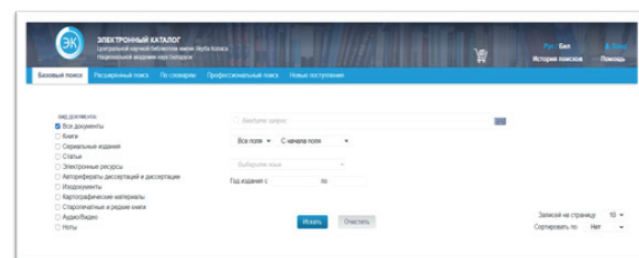


Рис. 2. Электронный каталог Центральной научной библиотеки НАН Беларуси

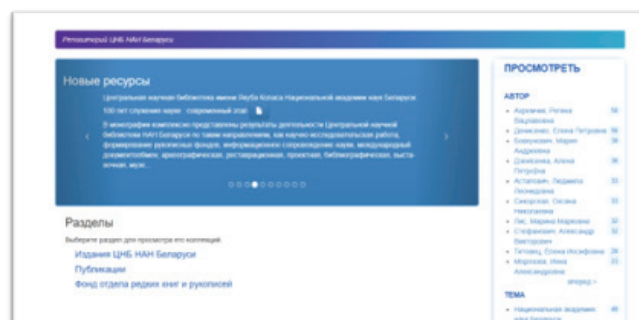


Рис. 3. Репозиторий Центральной научной библиотеки НАН Беларуси

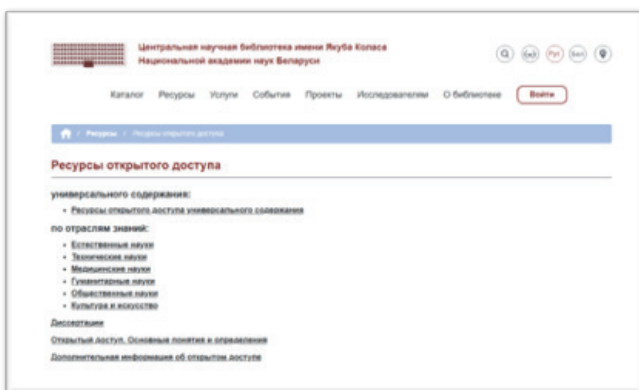


Рис. 4. Ресурсы открытого доступа на сайте Центральной научной библиотеки НАН Беларуси

работающих с данным контентом, и размещенный на платформе «The Registry of Open Access Repository Mandates and Policies» (ROARMAP) (рис. 4).

Сегодня научным библиотекам необходимо использовать цифровые решения, способные на поиск метаданных в разных информационных массивах и в ЭИР, объединяя их исходя из смысла запроса. Такую возможность дает MyLOFT (My Library on Finger Tips) – система, позволяющая получать доступ к подписным книгам, журналам, отдельным публикациям (статьям), размещенным на множестве информационных платформ напрямую. Она не только структурирует, но и тегирует материалы, что увеличивает скорость поиска; позволяет загружать нужный массив, делать закладки, выделять и озвучивать текст; способна автоматически воспроизводить контент. Примечательно, что MyLOFT запускается на различных гаджетах.

ЭИР, а также сервисы научной библиотеки для удобства пользователей все чаще представляются в рамках личных кабинетов (ЛКП). Такие разработки активно ведутся в ЦНБ НАН Беларуси в рамках НИР «Формирование цифрового пространства академических библиотек как условие информационно-библиотечного обеспечения научно-исследовательской деятельности» [6]. ЛКП научной библиотеки определяется как персонализированное, управляемое виртуальное пространство информационной поддержки и сопровождения научной деятельности, осуществляющее организацию доступа различного уровня (в зависимости от наличия читательского билета) для зарегистрированных пользователей к электронному абонементу, электронным ресурсам и услугам библиотеки [5]. Будучи специализированным и многокомпонентным, он не только объединяет, но и структурирует цифровые составляющие основных направлений деятельности научных и академических библиотек по информационной поддержке и сопровождению научных исследований, содержит ассортимент основных ресурсов и услуг, предоставляемых библиотекой, ряд возможностей для взаимодействия с ними, тем самым создавая персонализированную рабочую среду для каждого из пользователей [4].

В цифровой трансформации библиотек особое место занимает искусственный интеллект (ИИ). Ответ на вопрос, как он изменит библиотечно-информационное обслуживание, как повлияет на трансформацию библиотечных технологических процессов, будет получен со временем. При этом технологии ИИ увязываются с новыми источниками производительности труда ученых. Эксперты отмечают: «Уже в бли-

жайшей перспективе ИИ будет активнее вовлекаться в непосредственное создание знаний, включая поиск в больших массивах данных зарождающихся тенденций с высоким потенциалом влияния, постановку актуальных вопросов, исследование предметной области и текущей ситуации в различных областях науки и технологий, выдвижение гипотез, планирование и координацию выполнения экспериментов, участие в публичном обсуждении результатов и т.д.» [1].

Чат-боты, голосовые помощники, интеллектуальные рекомендации – это лишь часть технологий искусственного интеллекта, которые меняют взгляд на информационное производство. Например, программное обеспечение, применяемое при работе с редкими и ценными изданиями, помогает «читать» тексты и изображения, уточнять детали, имеющиеся в конкретных экземплярах (символы, знаки, пометы).

Интеллектуальный поиск и анализ данных стали не просто удобными инструментами, но необходимостью для эффективного управления знаниями. С развитием цифровых решений библиотечные технологии будут обогащаться новыми соответствующими инструментами. Можно предположить, что на первый план выйдут разработки, направленные на совершенствование аналитических и инфраструктурных алгоритмов библиотечно-информационной деятельности, связанных с обработкой больших объемов научной информации, в том числе неструктурированной, – иными словами, на алгоритмизированное представление знаний. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Будущее мировой науки: [коллектив. моногр.] / Высш. шк. экономики; [авт. коллектив: Л.М. Гохберг (рук.), Т.Е. Кузнецова, Ю.В. Мильшина и др.]; под ред. Л.М. Гохберга. – М., 2024.
2. Денчев С. Роль библиотек в формировании и развитии культуры информационной прозрачности: социальные функции библиотечной деятельности / С. Денчев, И. Петева. – М., 2014.
3. Дрешер Ю.Н. Организация информационного производства: учеб. пособие. – М., 2005.
4. Кветкина Е.А. Личный кабинет пользователя научной библиотеки в дистанционной информационной поддержке и сопровождении научной деятельности / Е.А. Кветкина // Веснік Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта культуры і мастацтваў. 2024. №3. С. 104–114.
5. Кветкина Е.А. Личный кабинет пользователя в системе современных научных коммуникаций / Е.А. Кветкина // Духовное развитие молодежи средствами библиотеки в эпоху цифровизации. Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием, Самара, 14 дек. 2023 г. / Самарский государственный институт культуры; редкол.: М.Г. Вохрышева, И.Н. Ключешкина. – Самара, 2024. С. 18–20.
6. Переверзева Ю.А. Перспективные научные исследования и разработки в области библиотечного дела и библиографии / Ю.А. Переверзева, О.В. Пирогова, Е.А. Кветкина // Подготовка научных кадров: опыт, проблемы, перспективы: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6 дек. 2024 г. / редкол.: М.Г. Жилинский (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2024. С. 166–168.

Михаил Герасименко,
директор РНПЦ травматологии и
ортопедии, заведующий кафедрой
травматологии и ортопедии
Белорусского государственного
медицинского университета,
член-корреспондент НАН Беларуси;
ortoped@mail.belpak.by

Богдан Малюк,
заведующий лабораторией
патологии суставов и спортивной
травмы РНПЦ травматологии и
ортопедии, кандидат медицинских
наук, доцент;
bonyya-mal@yandex.by

Ирина Кандыбо,
ведущий научный сотрудник
лаборатории клинической
электрофизиологии РНПЦ
травматологии и ортопедии,
кандидат биологических наук,
доцент

Ольга Шалатонина,
главный научный сотрудник
лаборатории клинической
электрофизиологии РНПЦ
травматологии и ортопедии,
доктор биологических наук,
профессор

Людмила Пашкевич,
главный научный сотрудник
лаборатории клинической
морфологии РНПЦ травматологии
и ортопедии, доктор медицинских
наук, профессор

Мохаммад Тахер Мохаммади,
заведующий лабораторией
клинической морфологии РНПЦ
травматологии и ортопедии,
кандидат медицинских наук,
доцент

Андрей Деменцов,
заведующий детским
травматолого-ортопедическим
отделением 6-й городской
клинической больницы г. Минска,
кандидат медицинских наук,
доцент

Исследования регионарного кровотока при подготовке к ревизионному эндопротезированию коленного сустава

УДК: 616.728.3-089.28-089.193.4:612.19

Аннотация. Проанализированы результаты реовазографического (РВГ) и доплерографического (УЗДГ) обследования сосудов нижних конечностей у 13 пациентов в возрасте 50–75 лет с асептической нестабильностью компонентов эндопротеза коленного сустава (ЭКС) на этапе подготовки к ревизионному эндопротезированию (РЭКС). Для оценки ортопедического статуса использовали: клинический осмотр, рентгенографию коленного сустава в 2 стандартных и аксиальных проекциях, топограмму и рентгеновскую компьютерную томограмму (РКТ). Результаты проведенных РВГ и УЗДГ-исследований указывают на снижение общего физиологически допустимого уровня кровенаполнения мышц нижних конечностей в состоянии покоя, преимущественно в области бедра, и низком резерве восстановления регионарного кровотока после ревизии по сравнению с первичным протезированием.

Ключевые слова: регионарный кровоток, коленный сустав, нестабильность, эндопротезирование коленного сустава, ревизионное эндопротезирование.

Для цитирования: Герасименко М., Малюк Б., Кандыбо И., Шалатонина О., Пашкевич Л., Мохаммади М., Деменцов А. Исследования регионарного кровотока при подготовке к ревизионному эндопротезированию коленного сустава // Наука и инновации. 2025. №8. С. 74–78.

<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-8-74-78>



Эндопротезирование коленного сустава является золотым стандартом лечения поздних стадий остеоартрита (ОА) [1]. Стандартизированная хирургическая техника с использованием различных моделей эндопротезов и их типоразмеров успешно применяется во всех странах мира как для моно-, так и для панкомпарментного остеоартрита.

С развитием хирургических методик и появлением новых конструкций эндопротезов современная оперативная ортопедия серьезно шагнула вперед. Недавний аналитический обзор продемонстрировал, что примерно 82% ЭКС имеют срок «выживаемости» более 15 лет [2]. Несмотря на эти данные, по разным оценкам, от 10 до 30% пациентов с ЭКС недовольны итогами хирургического лечения [3, 4].

Причины неудовлетворительных результатов очень различны и включают: постоянную боль, связочную нестабильность, асептическое расшатывание компонентов эндопротеза, проблемы в пателло-фemorальном сочленении, повреждение четырехглавой мышцы бедра, разрыв капсулы протезированного сустава, вывих или износ полиэтиленового вкладыша, «размонтаж» соединяющих частей компонентов ЭКС, раннюю и позднюю перипротезную инфекцию и многое другое [5].

С ростом количества первичных операций эндопротезирования коленного сустава одновременно увеличивается и количество ревизионных вмешательств. К сведению, в США в 2010 г. было проведено более 55 тыс. ревизионных операций по поводу нестабильности компонентов ЭКС, и прогнозируется, что к 2030 г. это число достигнет 268 200 случаев

в год, то есть вырастет практически в 5 раз [6, 7]. После первичной операции по замене коленного сустава риск повторной артропластики и ревизий в течение жизни пациента тоже увеличивается. Так, в Австралии риск повторной артропластики коленного сустава в течение жизни у женщин вырос с 1,6% в 2007 г. до 2,2% в 2017 г. Аналогичная картина наблюдалась и у мужчин, риск в течение жизни составлял 1,4% в 2007 г. и 2,0% в 2017 г. [8].

На исходы лечения оказывают влияние многочисленные патологические процессы, возникающие при наличии сопутствующей патологии: гиалиноз сосудов при сахарном диабете; облитерация сосудов при избыточной массе тела, курении, повышенном содержании холестерина в крови; тромбообразование при замедлении венозного оттока и застоя; вазоспазм при воздействии

медиаторов воспаления и т.д. По данным литературы, у пациенток 40–60 лет с ОА коленных суставов при дуплексном сканировании нижних конечностей выявлено двустороннее поражение клапанов большой и малой подкожных вен и тяжелая степень клапанной недостаточности вен. Авторы указывают на существующую самостоятельную ассоциацию между ОА коленных суставов и варикозной болезнью [9]. Пациенты, перенесшие ортопедические операции, входят в группу риска возникновения острого тромбоза глубоких вен [10]. Методом радионуклидной лимфосцинтиграфии показано, что при ОА лимфатический отток снижается как в области коленного сустава, так и во всей нижней конечности [11].

Проведение медицинской реабилитации в предоперационном периоде для подготовки пациента к ревизионному эндопротезированию коленного сустава – ключевая задача для улучшения конечного функционального результата. Комплекс реабилитационных мероприятий периоперационного периода, с учетом данных функционально-диагностических обследований регионарного кровотока пациентов, позволяет решить ряд вопросов, направленных на снижение осложнений. Соответственно, врачи-травматологи-ортопеды, врачи функциональной диагностики и врачи-реабилитологи должны принимать во внимание и понимать текущую ситуацию механизмов возможных неудач после эндопротезирования для улучшения функциональных клинических результатов и снижения количества неудовлетворительных исходов.

В настоящее время не все аспекты подготовки пациентов к ревизионной артропластике

коленного сустава достаточно изучены, что и послужило основанием для проведения настоящего исследования.

Цель данной работы – физиологический анализ особенностей регионарного кровотока при подготовке к РЭКС для прогнозирования осложнений и планирования этапов медицинской реабилитации.

Материалы и методы

Было осуществлено клинкорентгенологическое и клинко-функциональное обследование у 13 пациентов (10 женщин и 3 мужчин) в возрасте 50–75 лет с асептической нестабильностью компонентов ЭКС. Ортопедический статус оценивался по данным стандартного клинического осмотра, рентгенографии коленного сустава в 2 стандартных и аксиальных проекциях, топограммы нижних конечностей, РКТ.

Асептическая нестабильность большеберцового компонента диагностирована у 7 обследуемых (53,8%), бедренного – у 3 (23,1%), износ полиэтиленового вкладыша и связочная нестабильность эндопротеза – у 2 (15,4%), нестабильность обоих компонентов – у 1 (7,7%).

На основании проведенных клинко-диагностических мероприятий в связи с неудачными исходами первичного протезирования по типу «длительно развивающейся асептической нестабильности» был выбран метод хирургического лечения – РЭКС.

Проведен анализ результатов РВГ-обследования и триплексного сканирования – УЗДГ магистральных артерий. На обеих нижних конечностях регистрировали реограммы бедра, голени и стопы в покое. Определяли пуль-

совой прирост крови (ΔV , мл), объемную скорость кровотока (Q , мл/мин/100см³). При доплерографическом исследовании сканировали *aa.* и *vv. femorales, femoris superficiales, profunda femoris, poplitea, tibiales posteriores, tibiales anterior, dorsales pedis, v. saphena magna*. Оценивали состояние сосудистых стенок (толщина, структура, однородность), наличие атеросклеротических бляшек, их характер, проходимость, наличие извитости, стенозов и их значимость, присутствие варикозного расширения, тромбозов, состоятельность клапанов магистральных глубоких и поверхностных вен, состояние периваскулярных тканей (зон отека).

Применяли оборудование: реограф «Рео-Спектр-3» (Россия), компьютер Samsung, ультразвуковой сканер «HD-15» (PHILIPS), линейный датчик 5–12 МГц.

Контрольную группу составили 14 лиц в возрасте 52–64 лет с ОА коленного сустава I–II стадии.

Статистическую обработку полученных данных проводили в программе Microsoft Excel (STATISTICA 10.0) с использованием t-критерия Стьюдента. Количественные показатели представлены в виде среднего значения \pm стандартное отклонение. Уровень статистической значимости исследования был определен как $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Полученные РВГ-данные свидетельствовали о достоверном ($p < 0,05$) снижении пульсового прироста крови, соответствующего притоку в сегмент за один сердечный цикл, и объемной скорости кровотока, которая характеризует распределение кровотока в мышцах на 1 см³ в мин, в

области бедер на стороне ревизии на 33%, на интактной – на 30% относительно среднестатистических контрольных значений (табл. 1, 2). В области голени и стоп снижение величин ΔV и Q было незначительно и не подтверждалось статистически.

Однако следует отметить, что нижняя и верхняя граница значений параметров объемного кровотока, то есть уровень кровенаполнения мышц у пациентов с асептической нестабильностью ЭКС и ОА 3–4-й стадии, по сравнению с контрольной группой, которая включала аналогичные данные у пациентов с ОА 1–2-й стадии, на 22–56% ниже, преимущественно в области бедра. Становится очевидным, что нестабильность эндопротеза коленного сустава, вызывающая боль и прогрессирующие нарушения функции конечности, понижает диапазон количественных показателей функционирующего регионарного кровотока, сохранив-

шие резервы восстановления и возможность компенсации возникших нарушений.

По данным УЗДГ, в магистральных артериях выявлены признаки атеросклеротического проявления в виде диффузного медиасклероза и кальциноза стенок, преимущественно артерий берцового сегмента и стоп: у 9 из 13 пациентов – без значимого нарушения проходимости, у 4 – со стенозом 51–65%. Количественные доплерографические показатели магистральных артерий находились в пределах контрольных значений. У 4 человек с гемодинамически значимым стенозом показатели мышечного объемного кровотока, по данным РВГ, находились в пределах групповых значений, и у них клинически не отмечали признаков ишемии конечностей.

При сканировании магистральных глубоких и поверхностных вен у 8 пациентов диагностировалось варикозное рас-

ширение большой и малой подкожных вен, которое у 7 из них сопровождалось несостоятельностью остиальных клапанов, у 1 – несостоятельностью перфорантов Кокетта. Несостоятельность клапанов магистральных глубоких вен отмечалась у 8 человек. У всех обследованных диагностировали телеангиэктазии и ретикулярный варикоз. Замедление венозного оттока по венам берцового сегмента имело место у 6 человек, по венам подколенно-берцового сегмента – у 2. Признаки незначительного или умеренного подкожно-лимфатического отека отмечались у 6 участников исследования.

Выявленное затруднение венозного оттока по магистральным венам нижних конечностей является одним из патогенетических звеньев развития тромбоза глубоких вен и, как следствие, возможного риска тромбоэмболии легочных артерий. Сосудистая стенка и система гемокоагуляции в

Сегмент	Бедро		Голень		Стопа	
Контрольная группа	0,6±0,20 (0,4-0,8)		0,81±0,239 (0,57-1,05)		0,256±0,072 (0,184-0,328)	
	Ревизия	Интактная	Ревизия	Интактная	Ревизия	Интактная
До операции	0,43±0,18*	0,47±0,20*	0,57±0,13	0,59±0,09	0,21±0,07	0,23±0,15
	0,25–0,61	0,27–0,67	0,44–0,7	0,5–0,68	0,14–0,28	0,08–0,38

Таблица 1. Значение пульсового прироста крови (ΔV , см³) у пациентов ($n=13$) на этапе подготовки к ревизионному протезированию коленного сустава по сравнению с контрольной группой ($n=14$)

Примечание: * – достоверное изменение показателя кровотока обеих конечностей относительно нормы при $p<0,05$ по t-критерию Стьюдента

Сегмент	Бедро		Голень		Стопа	
Контрольная группа	2,40±0,80 (1,60-3,27)		4,95±1,20 (3,75-6,15)		3,65±0,70 (2,95-4,30)	
	Ревизия	Интактная	Ревизия	Интактная	Ревизия	Интактная
До операции	1,61±0,52*	1,70±0,65*	3,29±0,88	3,36±0,7	3,59±1,27	3,66±0,87
	1,09–2,13	1,05–2,35	2,41–4,17	2,66–7,06	2,32–4,86	2,79–4,53

Таблица 2. Значение объемной скорости кровотока (Q , см³/мин/100см³) у пациентов ($n=13$) на этапе подготовки к ревизионному протезированию коленного сустава по сравнению с контрольной группой ($n=14$)

Примечание: * – достоверное изменение показателя кровотока обеих конечностей относительно нормы при $p<0,05$ по t-критерию Стьюдента

организме поддерживает кровь в жидком состоянии, но при механическом или биологическом повреждении, благодаря эволюционному защитному механизму, изначально направленному на образование гемостатического сгустка крови и остановку кровотечения, начинает проявлять протромботические свойства. Тромбоз в венозной системе обусловлен гиперкоагуляцией и может развиваться даже при физически целом эндотелии в результате локального воспаления и/или стаза крови при выполнении сложной ортопедической операции и длительной иммобилизации.

Заключение

- Проведенные исследования регионарного кровотока в группе пациентов с асептической нестабильностью ЭКС свидетельствуют о снижении общего физиологически допустимого уровня кровенаполнения мышц нижних конечностей в состоянии покоя по сравнению с контрольной группой пациентов и 1–2-й стадией остеоартрита коленного сустава, преимущественно в области бедра.
- Полученные данные являются маркером для определения функционального резерва, реабилитационного потенциала и контроля в восстанови-

тельном периоде для данной категории пациентов.

- При разработке реабилитационных мероприятий необходимо учитывать более низкий резерв восстановления регионарного кровотока после ревизии по сравнению с первичным протезированием.
- Замедление венозного оттока по магистральным венам нижних конечностей в сочетании с признаками венозной дисфункции, такими как клапанная недостаточность, посттромбофлебитические изменения, несостоятельность перфорантов, варикозная трансформация, играет ключевую роль в патогенезе венозного тромбоза и тромбоэмболии легочных артерий. Повторные операции по протезированию в наибольшей степени повышают риск возникновения тромбоэмболий.
- Проведение клинических реовазографических и ультразвуковых доплерографических исследований у пациентов с ОА и нестабильностью компонентов ЭКС обеспечивает важной информацией об индивидуальном состоянии регионарного кровотока в предоперационном периоде, позволяет стратифицировать группы риска и планировать послеоперационное восстановление. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Knee replacement / A.J. Price, A. Alvand, A. Troelsen [et al.] // *Lancet*. 2018. №392. P. 1672–1682.
2. Whitehouse How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up / J.T. Evans, R.W. Walker, J.P. Evans [et al.] // *Lancet*. 2019. №393. P. 655–663.
3. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? / R.B. Bourne, B.M. Chesworth, A.M. Davis [et al.] // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2010. №468. P. 57–63.
4. Patient dissatisfaction following total knee arthroplasty: a systematic review of the literature / R. Gunaratne, D.N. Pratt, J. Banda [et al.] // *The Journal of Arthroplasty*. 2017. №32. P. 3854–3860.
5. Анализ основных причин ревизионной артропластики коленного сустава / Б. В. Малюк [и др.] // *Медицинские новости*. 2024. №7. С. 3–8.
6. Clinical and economic burden of revision knee arthroplasty / M. Bhandari, J. Smith, L.E. Miller, J.E. Block // *Clinical Medicine Insights: Arthritis and Musculoskeletal Disorders*. 2012. №5. PP. 89–94.
7. The Current Epidemiology of Revision Total Knee Arthroplasty in the United States From 2016 to 2022 / J.A. Dubin, S.S. Bains, A.E. Paulson [et al.] // *The Journal of Arthroplasty*. 2024. №39 (3). P. 760–765. doi: 10.1016/j.arth.2023.09.013.
8. Monitoring the lifetime risk of revision knee arthroplasty over a decade: a population-level analysis of Australian national registry data / I.N. Ackerman, L. Busija, M. Lorimer [et al.] // *Bone Joint Lett Journal*. 2022. №104-B. P. 613–619.
9. Патология вен нижних конечностей при первичном остеоартрозе коленных суставов / О.М. Лесняк, Е.В. Зубарева, М.Г. Гончарова, Д.М. Максимов // *Остеопороз и остеопатия*. 2016. №2. С. 101.
10. Роль метаболических нарушений в риске развития острого идиопатического тромбоза глубоких вен нижних конечностей / Д.Н. Ровенских, С.А. Усов, М.И. Воевода // *Бюллетень СО РАМН*. 2014. Т. 34, №5. С. 97–101.
11. Нарушение гемоциркуляции и липидического оттока в регионе коленного сустава у пациентов с гонартрозом / М.С. Любарский, Н.Р. Мустафаев, И.А. Алтухов // *Политравма*. 2011. №3. С. 29–42.

■ **Summary.** The results of rheovasographic (RVG) and Doppler ultrasound (USDG) examination of the vessels of the lower extremities study of 13 patients, aged 50–75 years, with aseptic instability of the components of a knee joint endoprosthesis (TKA) at the stage of preparation for revision total knee arthroplasty (RTKA). To assess the orthopedic status, we used: clinical examination, radiography of the knee joint in 2 standard and axial projections, topogram and CT scan. The results of the conducted RVG and ultrasound Doppler studies indicate a decrease in the overall physiologically acceptable level of blood filling of the muscles of the lower extremities at rest, mainly in the thigh area, and a low reserve for restoring regional blood flow after revision, compared with primary prosthetics.

■ **Keywords:** regional blood flow, knee joint, instability, total arthroplasty, revision arthroplasty.

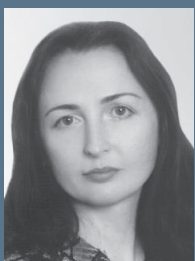
■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2025-08-74-78>

Статья поступила в редакцию
26.05.2025 г.

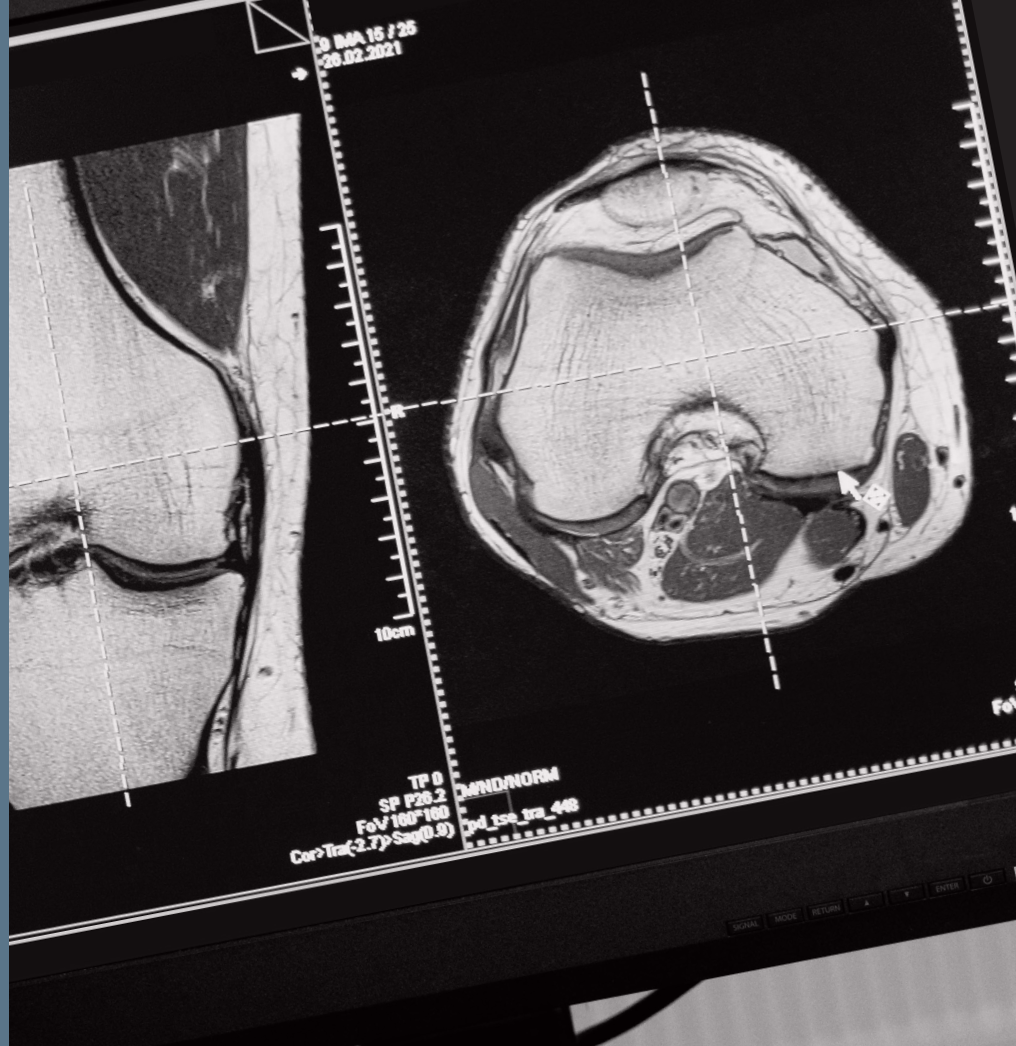
Одним из самых популярных и быстрорастущих применений искусственного интеллекта (ИИ) стала обработка изображений, а также анализ и преобразование мультимедиа, что неудивительно, ведь визуальное восприятие информации является нашим основным способом ее получения. Разработка новых инструментов для решения этих задач с привлечением нейросетей стимулирует развитие таких направлений, как диагностическая медицина, образовательные методики, агротехнологии, современные системы безопасности.



Юрий Вувуниан,
профессор кафедры
системного
программирования
и компьютерной
безопасности ГрГУ,
доктор физико-
математических наук



Светлана Зайкова,
доцент кафедры
системного
программирования
и компьютерной
безопасности ГрГУ,
кандидат физико-
математических наук



Применение вейвлет-нейронных сетей для обработки медицинских изображений

УДК 004.9

Благодаря наращиванию мощностей и обучению нейронные сети стали способны обрабатывать большие объемы информации и анализировать значительные массивы данных, решая все более сложные задачи с высокой скоростью. Внедрение методов вейвлет-преобразований в технологию разработки новых нейронных сетей позволит расширить рамки их возможностей при работе с изображениями. В этой статье представлен один из вариантов применения вейвлет-нейронных сетей для ускоренной обработки визуальных данных.

Вейвлет-нейронные сети представляют собой сборник инструментов, позволяющих улучшить качество и расширение файлов, их информативность и совершать иные преобразования, необходимые в тех случаях, когда требуется детальная информация об изображении.

Вейвлеты подразумевают под собой функции, которые имеют свойства локализации по временным показателям и по частотам, что отличает их от классических синусоидных функций. Главная особенность вейвлетов – возможность адаптации к любому заданному масштабу и затратам времени, что позволяет быстро и корректно анализировать сигналы, содержащие низкочастотные и высокочастотные потоки. Это весьма эффективный метод для обнаружения и анализа определенных явлений в изображениях, что невозможно было бы реализовать классическим методом Фурье-преобразований [1, 2].

Компактность – одно из самых значимых свойств сетей, основанных на вейвлет-нейронных пре-

образованиях. Из-за того, что вейвлеты не имеют бесконечной волны синусоиды, они через ограниченную деятельность локализуют сигнал. Это свойство позволяет сжимать данные и избавляться от шума, тем самым выявляя и оставляя неизменными обрабатываемые детали. Высокий уровень компрессии делает их важным инструментом в цифровой обработке.

Существует множество разновидностей вейвлетов, их функции – не однообразный алгоритм. Хаар-вейвлеты используются для самых простых задач и базового анализа, более сложно структурированные вейвлеты Добеши – для выполнения многоплановых, объемных заданий. Разнообразие функций дает возможность оптимально подобрать вариант под конкретный случай.

Многоразрешающий анализ позволяет обрабатывать сигналы на разных уровнях разрешения, обеспечивая более четкое и глубокое исследование объекта изучения: начиная от общего сбора информации и до выявления его мельчайших деталей.

Вейвлет-преобразования – весьма надежный и эффективный метод обработки изображений, в основе которого лежит идея разложения сигнала на составляющие, что позволяет более глубоко изучить его сигнатуру, определяя различные особенности [3, 4].

Вейвлеты разделяются на несколько различных видов, каждый из которых имеет свою область применения.

CWT – непрерывное вейвлет-преобразование. Оно дает возможность получать более глубокое и доскональное представление о структуре сигнала. Этот вид удобно использовать для анализа сигналов с непрерывными изменениями частотного содер-

жания. Но сложность вычислений этого метода ограничивает его применение в прикладных задачах. Поэтому было создано дискретное вейвлет-преобразование (DWT), которое, в отличие от CWT, использует дискретные значения по масштабу и смещению. Тем самым затраты на вычисления ощутимо снижаются и делают новый метод более эффективным при практическом применении.

DWT позволяет обрабатывать цифровые сигнатуры, обеспечивая сжатие объема данных без существенной потери в качестве. Это делает его полезным инструментом для преобразования изображений в более компактные параметры (например, стандарт JPEG2000).

WPT – вейвлет-пакетное преобразование, отличается тем, что на каждом уровне разложения сигнала он разделяется как на низкочастотные, так и на высокочастотные составляющие и дает более четкое и подробное представление о высокочастотных компонентах, что весьма полезно для анализа текстур и решения задач обнаружения изображений.

MRA – многоразрешительный анализ – базовая концепция многих вариаций вейвлет-преобразований. Он позволяет просматривать сигнал с различными разрешениями, начиная от общего обзора его структуры до выявления самых мельчайших деталей. Этот подход важен для тщательного изучения сложных сигналов различных масштабов. MRA обеспечивает достойный уровень гибкости и точности, тем самым позволяет адаптировать методы к поставленным задачам и данным [5].

Различные типы вейвлет-преобразований предоставляют большую выборку инструментов для анализа и обработки сигнала.

тур сигналов и обладают набором уникальных преимуществ при работе с изображениями, что делает их незаменимыми в диагностической медицине, в частности при проведении и анализе томографий. Использование этих передовых технологий позволяет повысить детализацию и качество снимков, быстро и точно поставить диагноз [6].

Нейронные сети на основе биометрических процессов – это одно из самых быстрорастущих направлений в области изучения ИИ. Структуру таких сетей составляют слои, собранные из искусственных нейронов. Каждый отдельный нейрон принимает сигналы и при помощи нелинейных функций обрабатывает их. Несколько слоев могут работать над одной задачей в режиме минимизации потерь.

Подобная архитектура дает возможность смоделировать сложные зависимости и алгоритмы, что обеспечивает их высокую гибкость и мощность. Процесс работы нейронных сетей основан на главном аспекте – обучении сети, которое можно разделить на 2 этапа: прямое и обратное распространение ошибки. При первой процедуре входные данные проходят через все слои и в результате генерируется некий прогноз; на этапе же обратного распространения ошибки проводится корректировка ошибок и другие процессы устранения коллизий и несовпадений.

В настоящее время вейвлет-преобразования предоставляют возможность гибкого и эффективного подхода к обработке и слиянию изображений. Они могут локализовать информацию во времени и частоте и сохраняют важные детали на разных уровнях как для уменьшения, так и увеличения картинки. Этот

метод возможен благодаря разложению исходных снимков на вейвлет-коэффициенты, с помощью комбинирования которых с применением различных правил слияния и последующим обратным вейвлет-преобразованием получается итоговое изображение высокого качества, с сохранением важных деталей и текстур.

Интеграция вейвлет-преобразований с нейронными сетями открывает новые возможности для слияния изображений. Метод реализуется с помощью вейвлет-базисной функции с характеристиками поддержки и среднего нулевого значения, включая дискретное вейвлет-преобразование DWT [7].

В архитектуре DWT входной сигнал разбивается на составляющие различных частотных диапазонов с помощью двух фильтров – верхних и нижних частот. Первый фиксирует подробные характеристики сигнала, второй – грубые. Путем многократного разложения низкочастотных компонентов создается многомасштабная структура. После каждого этапа декомпозиции объем данных уменьшается за счет понижающей дискретизации, и важная информация о сигнале сохраняется. При восстановлении исходного сигнала он воссоздается с помощью обратной фильтрации и повышающей дискретизации, чтобы обеспечить его целостность.

Интеграция моделей глубокого обучения, основанных на вейвлет-преобразовании, таких как сверточные нейронные сети (CNN) и конвертерные модели, расширила возможности обработки сигналов и изображений. Вейвлет-преобразование используется для первоначального выделения признаков, чтобы улучшить способность модели фик-

сировать многомасштабную информацию. Такой подход поддерживает отличную производительность в области устранения помех на изображениях, сжатия, анализа текстур и т.д.

Благодаря постоянной оптимизации методов выбора вейвлет-базисной функции и восстановления декомпозиции обеспечивается адаптивность и преимущество в производительности (рис. 1).

Входные сигналы x проходят через блок с функциями ($\psi(x)$, $\chi(x)$, $\lambda(x)$, $\theta(x)$), которые основаны на вейвлетах и обрабатываются на различных уровнях и слоях. В результате полученные значения объединяются и передаются на полносвязный слой, в котором происходит взвешенное суммирование, необходимое для получения окончательного результата. Архитектура такого типа демонстрирует, что вейвлет-преобразования могут быть интегрированы в нейронную сеть, тем самым улучшая ее способность к анализу и обработке изображений, включая их слияние [7].

Свои собственные характеристики в задачах объединения изображений будут иметь функции различных вейвлетов, их производительность в свою очередь будет зависеть от выбора базовой функции вейвлета и различных характеристик изображения.

Отметим, что благодаря своей простоте и вычислительной эффективности вейвлеты Хаара отлично подходят для обработки в реальном времени и базовых задач слияния изображений, но обладают ограниченной производительностью при захвате деталей. Эксперименты показали: функция ступенчатого базирования приводит к тому, что обработка краев изображений получается недостаточно плавной,

и иногда эффект слияния оставляет желать лучшего.

Вейвлеты Добеши обеспечивают более высокую ортогональность и более длительную поддержку, позволяют фиксировать детали и информацию о текстуре изображения. Увеличенная длина фильтра позволяет более точно выделять объекты и уменьшает ошибки реконструкции. Однако вычислительная сложность в данном случае выше и требует больше времени и ресурсов на обработку.

Вейвлеты Койфлет справляются с сохранением характеристики изображения и его краев для высокоточного слияния. Они обладают превосходными характеристиками локализации в частотно-временной области. Однако вычислительная сложность алгоритма относительно высока и нуждается в оптимизации для повышения эффективности обработки.

Вейвлеты Симлет – это симметричные, с похожими характеристиками вейвлеты Добеши, помогающие уменьшать граничные эффекты и лучше обрабатывать

края изображений, что обеспечивает более естественный эффект перехода при их слиянии и подходит для приложений с высокими требованиями к качеству краев.

Разработка концепции алгоритма

Процесс вейвлет-слияния начинается с отдельно взятого изображения, которое раскладывается на большое множество коэффициентов, представляющих собой всевозможные уровни детализации или/и приближения, что позволяет выделить самые важные компоненты. Разложение также может включать использование высоких или низких фильтров соответственной частоты, разделяющихся уже на множество поддиапазонов частот для данных изображений, содержащих информацию о таких его аспектах, как структура и/или текстура, делающих их идеальными для следующих слияний.

В конце каскада данных разложений с помощью вейвлет-коэффициентов следует выбор

некоторых, нужных в каждой конкретной ситуации, правил соединения (слияния) этих же коэффициентов. Важно отметить, что применение нейросетей позволяет извлечь разноуровневые (предпочтительнее высокоуровневые) признаки, которые скрыты от обычного использования. Такой подход также можно задействовать для оптимизации слияния и выявления нужных признаков.

Следующий этап нашего исследования – разработка программного решения, включающего в себя комбинацию вейвлет-нейронных преобразований и пользовательских функций. Оптимальным следует считать выбор языка Python, в котором собрано большое количество как готовых решений и библиотек, так и инструментов для самостоятельной разработки проектов. Наиболее подходящей средой является PyCharm, а для обучения нейронной сети подходят функциональные возможности Google Collab.

Создание вейвлет-нейронной сети проводилось на базе архи-

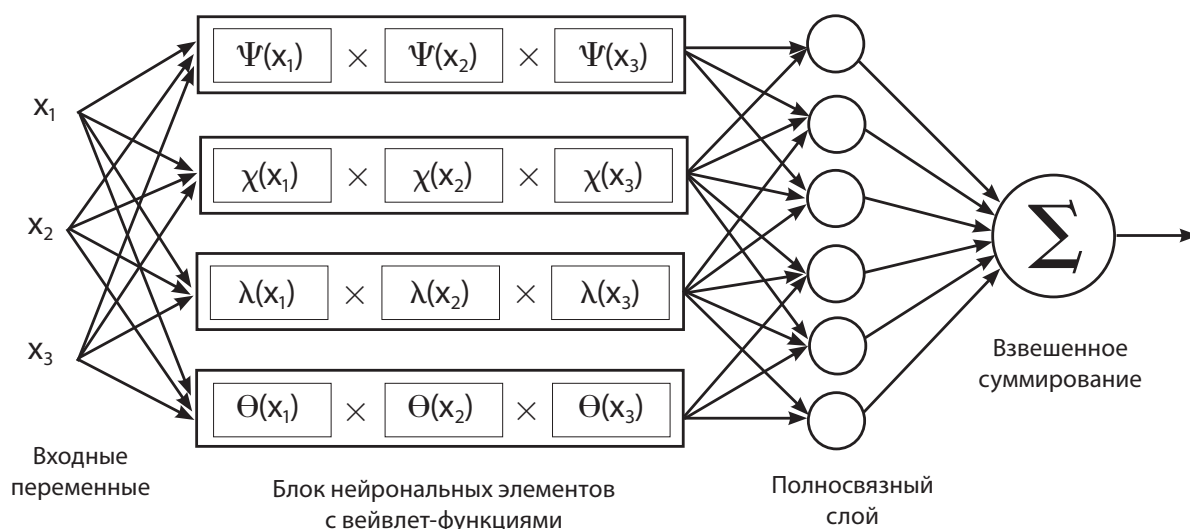


Рис. 1. Модель искусственного вейвлет-нейрона

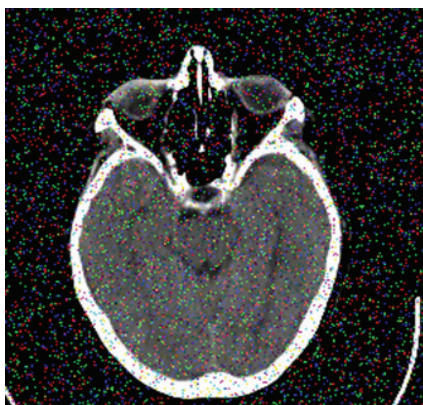


Рис. 2. Изображение с шумом



Рис. 3. Изображение без шума

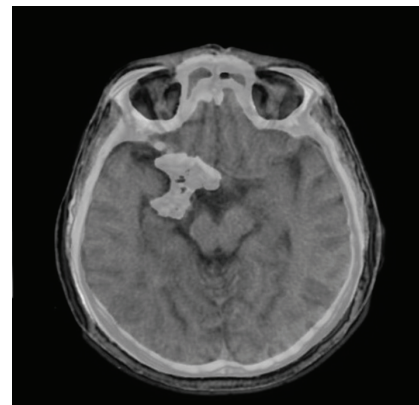


Рис. 4. Результат выполнения операции слияния изображений

тектуры U-Net. В каждой эпохе происходило обучение модели на зашумленных данных, затем вычисление функции потерь и обратное распространение ошибки для обновления весов модели, оценка ее на валидационных данных и сохранение, если ошибки уменьшались.

Обработка медицинских изображений

На основе модели UFocus модифицированной архитектуры U-Net с добавлением блоков внимания удалось эффективно выделять важные области на изображениях и удалять шум. Главное окно программы предоставляет пользователю, специалисту по обработке медицинских изображений, варианты для выбора функционала: слияния изображений и удаления шума. При нажатии на соответствующую кнопку открывается окно интерфейса.

Функция `load_denoising_model` загружает обученную модель из указанного файла и переводит ее в режим оценки (`eval`). Результат работы нейросети – изображения с шумом и после его удаления – представлены на рис. 2, 3.

Разработчики системы предусмотрели возможности выбора настроек типа вейвлета. Это позволило значительно повысить эффективность конечных этапов обработки специализированных медицинских данных и улучшить степень детализации в анализируемом изображении. Результат указанного процесса и успешное выполнение операции слияния представлены на рис. 4.

Проведенное исследование показало, что предложенное авторами программное решение позволило реализовать эффективный инструмент для обработки медицинской информации, а также улучшать детализацию изображений, повысить уровень диагностики.

Таким образом, новейшие разработки по обучению и использованию нейронных сетей упрощают методы решения сложных, многогранных и ресурсоемких задач. Результаты проведенного эксперимента позволяют выделить вейвлет-преобразования как эффективный инструмент для высокоточной диагностики.

Разработанные методы и новое программное обеспечение имеют потенциал для дальнейшего раз-

вития и внедрения в различные практические приложения. Предложенный подход будет способствовать развитию визуализации не только в медицинской сфере, но и в других областях, например при обработке звуковых сигналов, в финансовой аналитике, что может быть важным инструментом для принятия обоснованных инвестиционных решений. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Best Programming Language for Machine Learning // <https://clck.ru/34MecV>.
2. Deep Learning by Goodfellow, Bengio, and Courville // <https://clck.ru/3B54EG>.
3. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep Learning // <https://clck.ru/3B54b9>.
4. Genetic Algorithms vs Neural Networks // <https://clck.ru/3B54ie>.
5. Мюллер А. Введение в машинное обучение с помощью Python: Руководство для специалистов по работе с данными / А. Мюллер, С. Гвидо. – М., 2017.
6. Зайкова С.А. Защита специальных данных пациентов в медицинском центре / С.А. Зайкова // Технические средства защиты информации: тезисы докладов XXII Белорусско-российской науч.-техн. конф., Минск, 12 июня 2024 г. / ред. кол.: Т.В. Борботько. – Минск, 2024. С. 38–39.
7. Вувуникян Ю.М. Математическое моделирование вейвлет-нейронных сетей для обработки изображений / Ю.М. Вувуникян, С.А. Зайкова // 5-я междунар. науч. конф. «Математическое моделирование и дифференциальные уравнения»: мат-лы междунар. науч. конф., Минск, 17–19 декабря 2024 г. – Минск, 2024. С. 9–10.

Viktor Galanov

Expansion of the Belarus' recreational potential via springs 4

Based on the results of a comprehensive analysis of water resources in our country, there is shown the need to expand the recreational potential of water bodies in the republic.

Vladimir Baichorov, Yuri Giginyak, Elena Kulikova

Biological and landscape wealth of nature 10

The authors present the unique spring ecosystems that need care and protection due to hydrochemical pollution and crenobiont fauna.

Nikolay Grechanik, Oksana Gryadunova

Formation conditions and geography of springs in the Brest region 14

The article examines the diversity of natural conditions and the historically formed hydrogeographical network in terms of the springs distribution across the territory of the Brest region. The updated tasks of their protection, rational use and monitoring of the state are given.

Tatsiana Valodzina

Earth's eyes: holy springs of Belarus 20

The article deals with the veneration of springs on Belarusian soil and mythological ideas about the extraordinary properties of this water body.

Larisa Skripko

Evolutionary analysis of the economic aspects of quality development 26

The author examines modern trends in the development of quality economics that have formed over the past two decades.

Anna Popkova

Hackathon mechanism as an effective way to support social entrepreneurship projects 32

The features and advantages of a hackathon as a new mechanism for stimulating innovative solutions to social problems are considered. It is proposed to use it for the purposes of interaction between large enterprises and small and medium-sized businesses.

Alexander Brass

Decision-making in a scientific organization: classics and modernity 37

The author identifies the factors showing the influence of emotions and intuition on people's decision-making, including management decisions.

Valery Hancharou, Natalia Yankevich

The economy of electric mobility: a study of the future 42

Based on the latest studies, the potential problems associated with the massive introduction of electric transport in different countries are analyzed in detail. Their reasons are identified, directions for resolving controversial issues are outlined, and the need for continuing multidisciplinary research is emphasized.

Natalia Lapatava

Stimulating research activities at universities of the People's Republic of China: adaptation prospects for the Republic of Belarus 48

The article analyzes the state policy of the People's Republic of China on the development of research and innovation activities of institutions of higher education.

Song Xin

Technical and technological component of the quality of the educational process 53

There have been developed the indicators characterizing the technical and technological component of the quality of the educational process and a method for their calculation.

Viktor Levkevich, Ivan Kirviel

New coastal protection technologies as an element of nature conservation 57

The authors gave a comparative analysis of the reservoir storages coast line state in Belarus and in the neighboring countries, as well as the effectiveness of various types of coastal fortifications. Based on many years' experience, it is proposed to use an innovative solution for coastal protection that is not only economically advantageous but also environmentally friendly.

Aliaksandr Dounar

Craft guilds of Belarusian cities as the production associations of the 16th–18th centuries 64

The article considers the reasons, goals and principles of the first trade unions formation on the territory of Belarus. Numerous examples show the lifestyle and areas of work of their participants, the criteria for admission to a craft guild, as well as the role of these organizations in the development of industry.

Yuliya Pereverzeva

Library technologies for intelligent management of information and knowledge 70

The author analyses the process of technology development in scientific libraries being the centers of information support for research work, accumulating not only information resources and search engines, but also constantly implemented and updated IT achievements.

Mikhail Gerasimenko, Bogdan Maliuk, Irina Kandybo,

Olga Shalatonina, Lyudmila Pashkevich,

Mohammad Taher Mohammady, Andrey Dzemiantsov

Studies of regional blood flow at the stage of preparation for revision total knee arthroplasty 74

It has been shown that rheovasographic and ultrasound Doppler studies in patients with aseptic instability of the knee endoprosthesis provide specialists with important information about the individual state of regional blood flow in the preoperative period, allow stratifying risk groups and planning postoperative recovery.

Yuri Vuvunikyay, Svetlana Zaykova

Application of wavelet neural networks for processing medical images 79

The author presented his development of a software solution using wavelet neural networks for accelerated processing of visual data and obtaining an effective tool for high-precision diagnostics.



Абярнуса я шэрай зязюляй: беларускія народныя балады з пераказам на рускую і англійскую мовы : іл. выд. з гукавым дадат. / уклад. А. М. Матвеевай ; навук. рэд. А. І. Лакотка ; прадм. Т. В. Валодзінай ; іл. Г. М. Жураўлёвай. – Мінск : Беларуская навука, 2025. – 223 с. : іл. – (Фальклорныя скарбы Беларусі).

ISBN 987-985-08-3313-6.

Самы лірычны зборнік і самы захапляльны, бо менавіта ў баладзе пераказваюцца незвычайныя, неардынарныя падзеі, хоць часта трагічныя ды тужлівыя. Аўдыядадатак паслужыць падарункам для аматараў народных спеваў. Падаецца пераказ сюжэтаў на рускую і англійскую мовы.

Тэксты ілюстраваныя адметным відам беларускага народнага мастацтва – выцінанкамі, створанымі Галінай Жураўлёвай.

Аўтэнтычнае гучанне балад можна паслухаць па кюаркодзе. Адрасавана шырокаму колу чытачоў.

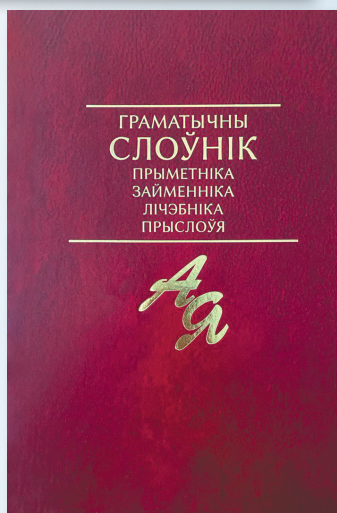


Выбор и применение материалов : учеб. пособие. В 5 т. Т. 6 (дополнительный). Выбор и применение наноматериалов в технологии металлов / Н. А. Свидунович, П. А. Витязь, И. В. Войтов [и др.] ; под ред. Н. А. Свидуновича. – Минск : Беларуская навука, 2025. – 815 с. : ил.

ISBN 978-985-08-3305-1.

В учебном пособии рассмотрены технологические особенности получения, выбора и применения наноматериалов в металлургии, литейном производстве, обработке материалов резанием и давлением, в процессах сварки и пайки металлов. Описаны технологические условия получения субмелкозернистых и наноструктурных материалов на основе металлических сплавов. Дано современное представление об образовании фуллеренов в железоуглеродистых сплавах и их влиянии на надежность и долговечность изделий из тонкого стального листа.

Адресуется студентам, изучающим дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Материаловедение и обработка материалов» и др. Будет интересно научным и научно-техническим работникам, занимающимся вопросами технологии металлов в различных областях промышленности.



Граматычны слоўнік прыметніка, займенніка, лічэбніка, прыслоўя / Нац. акад. навук Беларусі, Цэнтр даслед. беларус. культуры, мовы і літ., Ін-т мовазнаўства імя Якуба Коласа ; уклад. В. П. Русак [і інш.] ; навук. рэд. В. П. Русак. – Мінск : Беларуская навука, 2025. – 1119 с.

ISBN 978-985-08-3306-8.

Граматычна-арфаграфічны слоўнік-даведнік адлюстроўвае сучаснае словазмяненне знамянальных часцін мовы, дае поўную парадыгму іх марфалагічных форм. Асноўная інфармацыя аб часцінах мовы ўтрымліваецца ў слоўнікавым артыкуле, які змяшчае адпаведна формы словазмянення прыметніка, займенніка, лічэбніка, формы ступеней параўнання прыслоўяў.

Разлічаны на шырокае кола чытачоў: настаўнікаў і вучняў, выкладчыкаў і студэнтаў, усіх, хто карыстаецца беларускай мовай у пісьмовай і вуснай формах.

РУП «ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «БЕЛОРУССКАЯ НАУКА»

предлагает литературу

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

принимает заказы на печать

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

Получить информацию об изданиях и оформить заказ можно по телефонам:

**+375 (17) 396-83-27,
370-64-17, 320-33-74.**

*Адрес: ул. Ф. Скорины, 40,
220084, г. Минск,
Республика Беларусь;
e-mail: belnauka@mail.ru;
сайт: www.belnauka.by*



Международный
выставочный
проект

БЕЛОРУССКИЙ ПРОМЫШЛЕННО- ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ

28-я международная специализированная выставка
технологий и инноваций в промышленности



ТЕХИННОПРОМ

24-я международная специализированная выставка
химической и нефтегазовой промышленности и науки



**ХИМИЯ. НЕФТЬ
И ГАЗ**

2-я выставка-конференция контрольно-измерительных,
диагностических и метрологических решений



LABTech

9-я международная специализированная выставка
оборудования и технологий для сварки и резки



ПРОФСВАРКА

8-я международная специализированная выставка
оборудования и технологий для производства
полимеров и композитов



**ПОЛИМЕРЫ
И КОМПОЗИТЫ**

VI межрегиональный специализированный форум

**SMART
EXPO industry**

Цифровые
технологии и решения
для промышленности

23–25 СЕНТЯБРЯ 2025
Минск, пр. Победителей, 20/2

16+

