

стратегия
сокрушения

4

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА
В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

12

УПРЕЖДАЮЩАЯ
ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЯМИ

50

ДРАЙВЕР
ДЛЯ ИННОВАЦИЙ

61

Наука и инновации

№2 (252)
ФЕВРАЛЬ 2024

научно-
практический
журнал



**НОВЫЕ
ГОРИЗОНТЫ**
АТОМНОЙ
ЭНЕРГЕТИКИ

ISSN 1618-9857



9 771818 985001 02

ISSN 2412-9372 (online)

ОТРАСЛЕВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

государственного научного учреждения «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси



Проводит радиационную обработку:

- медицинских изделий, упаковки и тары, биологических материалов, лекарственных препаратов и субстанций
- фармацевтического, пищевого и косметического сырья с целью снижения их микробной обсемененности
- модификацию полимерных изделий
- облучение изделий электронной техники и радиоэлектронной аппаратуры с целью проведения испытаний на радиационную стойкость.

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- высокая производительность
- различные уровни обеспечения стерильности продукции
- небольшая длительность процесса обработки
- нет строгих требований к размерам упаковки товара
- большая номенклатура обрабатываемых товаров
- безопасность товаров после обработки
- обработка продукции в конечной индивидуальной упаковке
- экологичность процесса обработки

Государственное научное учреждение «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси
223063, Минская обл., Минский р-н, Луговослободской с/с, д. Прилесье, 47/22,
лабораторно-технический корпус, каб. 205,
телефон: + 375 17 374-54-48, факс: + 375 17 374-83-35,
<http://sosny.bas-net.by>,
e-mail: jinpr@sosny.bas-net.by

X Международная конференция



«Атомная энергетика, ядерные и радиационные технологии XXI века»

28–31 мая 2024 г.

Тематика

Энергетическая безопасность

- научные исследования в обоснование развития атомной энергетики
- ядерные и радиационные технологии
- разработка методов, технологических решений и новых технологий обеспечения безопасности при эксплуатации ядерных и радиационных установок
- обращение с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом
- развитие ядерной инфраструктуры

**В рамках конференции состоится круглый стол
«Роль международных ветеранских организаций в
формировании платформы для дальнейшего развития
атомной энергетики и промышленности»**

По вопросам участия обращаться по тел.: +375 17 358-14-62, +375 17 385-93-72
по e-mail: jipnr@sosny.bas-net.by, dimmax67@sosny.bas-net.by

Место проведения:

конференц-зал «ГРАНД» гостиницы «Юбилейная», пр-т Победителей, 19,
Минск, Республика Беларусь

Организаторы:



НАЦИОНАЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ
НАУК БЕЛАРУСИ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
И ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ – СОСНЫ»
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ



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

Главный редактор:
Жанна Комарова

Ведущие рубрик:

Ирина Емельянович	Татьяна Жданович
Наталья Минакова	Юлия Василюшина

Дизайн и верстка:
Татьяна Аверкова

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 501 экз.
Цена договорная.
Подписано в печать 20.02.2024.

Издатель: РУП «Издательский дом «Беларуская навука». Свид. о гос. рег. №1/18 от 02.08.2013. г. Минск, ул. Ф. Скорины, 40. Заказ № 32.

© «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

ОСВОБОЖДЕНИЕ. ХРОНИКА СОБЫТИЙ

Алексей Литвин

Стратегия сокрушения 4

Первый материал совместного проекта журнала «Наука и инновации» и Института истории НАН Беларуси «Освобождение. Хроника событий», приуроченного к 80-летию освобождения Беларуси от немецко-фашистских захватчиков и призванного месяц за месяцем восстанавливать главные вехи на пути к Победе, посвящен событиям января – февраля 1944 г.

ТЕМА НОМЕРА: ГОРИЗОНТЫ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Андрей Кузьмин

Значение атомной энергетики в современном мире 12

Проанализировано современное состояние атомной энергетики в мире и в Республике Беларусь, даны прогнозы дальнейшего развития отрасли.

Денис Муха, Валентина Цилибина

Роль атомной энергетики в экономике на современном этапе 15

Рассмотрена роль атомной энергетики в обеспечении национальной энергетической безопасности страны.

Александр Михалевич, Татьяна Зорина, Александр Гребеньков,
Сергей Александрович

На пути к устойчивому низкоуглеродному развитию 21

Показано, как широкое развитие электроэнергетики, основанной на низкоуглеродной атомной энергии, будет способствовать достижению углеродной нейтральности национальной экономики в ближайшем будущем.

Андрей Кузьмин, Святослав Сикорин

Научное сопровождение Белорусской АЭС: итоги и перспективы 28

Представлена деятельность Объединенного института энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси, направленная на подготовку и внедрение научно-технических предложений по оптимизации технологических процессов, а также эффективность объектов атомной энергетики.

Андрей Чорный

О роли теплогидравлических расчетов 32

Проанализирована роль теплогидравлических расчетов, применяемых для прогнозирования теплофизических процессов, происходящих при эксплуатации инженерно-технических систем, аппаратов и устройств ЯРУ во избежание возникновения аварийных ситуаций.

Юлия Кисель, Павел Кривошеев

Изучение воспламенения бедных смесей водорода с воздухом для задач обеспечения безопасности Белорусской АЭС 36

Представлены результаты исследований по изучению процессов воспламенения бедных смесей водорода с воздухом для задач обеспечения безопасности Белорусской АЭС.

Михаил Коржик, Александр Лобко, Сергей Максименко, Виталий Мечинский

Детекторы ионизирующих излучений 41

На основе опыта Института ядерных проблем БГУ в разработке ядерно-физического измерительного и дозиметрического оборудования и, в частности, детекторных элементов различного назначения показано влияние этих работ на диагностику и терапию в медицине, безопасность на транспорте и др.

Светлана Сытова

Национальная система управления ядерными знаниями 46

Обоснована необходимость и пути создания национальной системы управления ядерными знаниями в Республике Беларусь.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРАКТИКИ АНАЛИЗА

Ирина Емельянович

Упреждающая основа для управления новыми технологиями 50

На основе отчета «Перспективы развития науки, технологий и инноваций ОЭСР на 2023 г.» анализируется набор критериев и инструментов для рационального формирования новых разработок с учетом ценностей общества.

ИНТЕГРАЦИОННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Александр Русакович, Виталий Чабатуль, Светлана Макрак, Дмитрий Башко

Технологический суверенитет: направления развития АПК Союзного государства 57

Рассмотрены нормативно-правовые акты Российской Федерации и Республики Беларусь, регламентирующие технологическую независимость агропромышленного комплекса, определены концептуальные направления обеспечения технологического суверенитета АПК Союзного государства.

ПАТЕНТНЫЙ КОМПАС (ПОИСК, АНАЛИЗ, ПРОГНОЗ)

Юлия Василишина

Драйвер для инноваций 61

Построение международной сети центров поддержки технологий и инноваций – проект Всемирной организации интеллектуальной собственности, к которому Беларусь присоединилась в 2016 г. Сейчас в нашей стране создано 30 ЦПТИ. О том, для чего они нужны и какую пользу приносят, мы расспросили их руководителей и экспертов НЦИС.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Маргарита Водейко, Дарья Цубленок

Обновление данных о водных объектах в бассейне реки Неман 67

Статья посвящена результатам инвентаризации 3377 поверхностных гидрологических водных объектов в бассейне реки Неман.

ОНТОЛОГИЯ НАУКИ

Жанна Комарова, Татьяна Жданович, Наталья Минакова

Столпы белорусской науки 70

Представлены коммеморативные практики увековечивания памяти академических исследователей в области биологии, медицины и гуманитарных наук, чьи имена стали достоянием всего белорусского народа.

Дорогие наши читатели, коллеги, друзья!

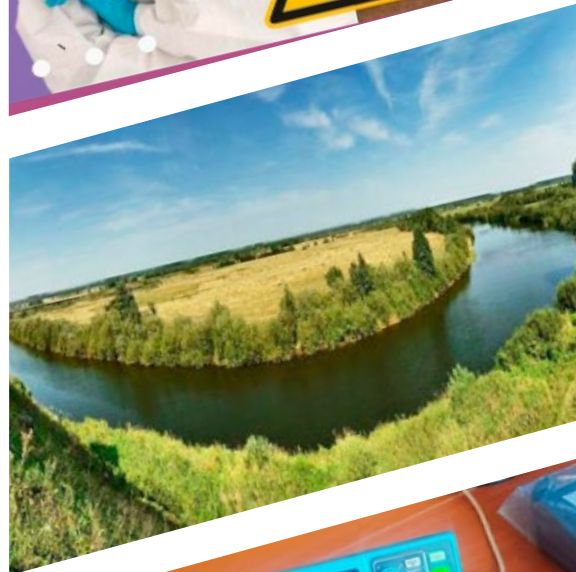
Научно-практический журнал «Наука и инновации» приглашает вас к сотрудничеству! Журнал зарегистрирован в научной электронной библиотеке eLibrary.

Научным публикациям присваиваются номера DOI.

Высшей аттестационной комиссией Республики Беларусь журнал «Наука и инновации» включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по биологическим, медицинским, а также экономическим наукам (вопросы инновационного развития).

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

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



СТРАТЕГИЯ СОКРУШЕНИЯ

январь – февраль 1944 г.



Алексей Литвин,
заведующий центром
военной истории
Беларуси Института
истории НАН Беларуси,
доктор исторических
наук, профессор

Чем дальше от нас дни Великой Отечественной, тем более важно кропотливо собирать и беспристрастно трактовать факты нашей истории для ныне живущего и будущих поколений во избежание попыток исказить события того времени. В преддверии знаменательной даты – 80-летия освобождения Беларуси от немецко-фашистских захватчиков, которое наша страна отметит 3 июля 2024 г., журнал «Наука и инновации» представляет совместный с Институтом истории НАН Беларуси проект «Освобождение. Хроника событий». Месяц за месяцем мы будем восстанавливать главные вехи на пути к Победе, сфокусировав внимание на первом полугодии 1944 г., когда советские войска перешли от стратегии «измора» к стратегии сокрушения противника.

Коренной перелом

Новый 1944 год народы Советского Союза встретили на волне все возрастающей уверенности в скором окончании войны. Эта вера основывалась на возросшей экономической и военной мощи СССР. Безусловные крупные успехи Красной армии летом – зимой 1943 г.: победа на Курской Дуге и прорыв на левобережье Днепра и «Восточного Вала», на который немцами и их союзниками возлагались большие надежды, ознаменовали завершение второго периода в истории Великой Отечественной и Второй мировой войны в целом, вошедшего в отечественную историографию под названием «Коренной перелом в Великой Отечественной войне» (19 ноября 1942 – декабрь 1943 г.). Важно подчеркнуть, особенно в сегодняшнее время, что решающий вклад в этот перелом внесли Советский Союз и его вооруженные силы. Напомним, что на восточном фронте действовало почти три четверти всех войск фашистского блока: от 193 до 203 дивизий Германии и от 32 до 66 дивизий ее союзников, основная масса техники и вооружения. Именно здесь противник имел почти 80% своих боевых потерь. Было разгромлено 218 дивизий, с ноября 1942 до конца 1943 г. потери сухопутных сил вермахта составили почти 7 тыс. танков, 13,3 тыс. боевых самолетов; в 1943 г. в плен попало 442 623 солдат и офицеров, общие людские потери по сравнению с 1942 г. возросли почти в 1,9 раза [1].

Важнейшим итогом 1943 г. было то, что в наступательных и оборонительных сражениях на всем протяжении линии фронта Красная армия смогла овладеть стратегической инициативой, повернуть ход войны в свою пользу, навязать противнику свою волю.

К концу декабря 1943 г. Красная армия сократила оборону врага на фронте до 2 тыс. км и с боями продвинулась на 500 км на центральном и до 1300 км на южном направлении. Освободив Киев, советские войска, ведя маневренные сражения на правобережной Украине, удерживая стратегическую инициативу и имея общее превосходство в силах и средствах над противником, уверенно продвигались на запад.

Вместе с тем нельзя сказать, что успехи советских войск к началу 1944 г. были повсеместными. На южном направлении оставалась неопределенной ситуация на подступах к Крыму, в Таврии, где немецкие и румынские вооруженные силы удерживали Никопольский плацдарм. На северном участке – от Баренцева моря до Ладожского озера – оборону

К началу 1944 г. советские войска на правобережной Украине насчитывали 2230 тыс. человек, от устья Днепра до южной границы БССР было сосредоточено 2015 танков и самоходных артиллерийских установок (САУ), 2600 боевых самолетов, что составляло 84% всех крупных танковых и механизированных соединений Красной армии [2]. Им противостояли две немецкие группы армий – «Юг» и «А» (без 17-й армии), насчитывающие 1760 тыс. солдат и офицеров, 16 800 орудий и минометов, 2200 танков и штурмовых орудий, 1460 боевых самолетов [3].

держали войска Карельского фронта, которым противостояли 20-я немецкая горная армия и большая часть войск финской армии. На северо-западном направлении враг все еще стоял на подступах к Ленинграду, город оставался под прицелом немецкой артиллерии.

Сложная ситуация сложилась и на западном стратегическом направлении, где к началу 1944 г. фронт стабилизировался, образовав так называемый «Белорусский балкон» – выступ на восток по линии Витебск – Орша – Могилев. Немецкие войска группы армий «Центр» стояли здесь всего в 500 км от Москвы. Их задачей было глубоко эшелонированной обороной, используя лесисто-болотистую местность и водные преграды, остановить советские войска и прикрыть прямой путь в Восточную Пруссию, Польшу и Прибалтику. Не исключалась возможность при благоприятных условиях нанести удары с севера по войскам Красной армии, действовавшим в Украине [4].

Десять сокрушительных ударов

Политические цели СССР и стратегические замыслы на 1944 г. были выработаны на совместном заседании Политбюро ЦК ВКП(б), Государственного комитета обороны и Ставки ВГК, состоявшемся в середине декабря 1943 г. Планируя наступление в зимне-весеннюю кампанию 1944 г., Ставка ВГК намечала, как и осенью – зимой 1943 г., основные действия на северо-западном и юго-западном направлениях. Главный удар планировался на юго-западном направлении силами 1, 2, 3, 4-го Украинских фронтов.

Понятие «сокрушительный удар» содержит отличный смысл происшедшего в 1944 г. изменения в характере действий на советско-германском фронте. В 1941–1943 гг. в сложившихся обстоятельствах Красная армия вынуждена была реализовать стратегию «измора», в 1944 г. же стала реальностью стратегия сокрушения. Германское командование, наоборот, потеряв стратегическую инициативу, перешло к стратегии «измора» с целью нанести тяжелые потери советским войскам в оборонительных боях.

Начало 1944 г. Красная армия встретила подготовкой и проведением на всем фронте, от Баренцева до Черного морей, новых, еще более крупных наступательных операций, продолжавшихся на протяжении всего года. Оценка этим стратегическим операциям была дана в выступлении И.В. Сталина на торжественном заседании в честь годовщины Октябрьской революции 6 ноября 1944 г. Верховный Главнокомандующий выделил ряд важнейших из них, и сообразно тому, как они были перечислены в его речи, в отечественной историографии они первоначально получили наименование «Десять сокрушительных ударов» или «Десять сталинских ударов» [5].

Первым сокрушительным ударом была названа Ленинградско-Новгородская стратегическая наступательная операция, проводившаяся с 12 января войсками 2-го Прибалтийского (генерал армии М.М. Попов) и с 14 января по 1 марта 1944 г. Ленинградского (генерал армии Л.А. Говоров) и Волховского (генерал армии К.А. Мерецков) фронтов, с целью разгрома немецкой группы армий «Север», полного снятия блокады с Ленинграда и освобождения Ленинградской области. Войска трех фронтов насчитывали 1252 тыс. человек, 20 183 орудия и миномета, 1580 танков и самоходно-артиллерийских установок и 1386 боевых самолетов. Они превосходили противника в людях в 1,7 раза, в орудиях и минометах – в 2 раза, в танках и САУ – более чем в 4 раза, в боевых самолетах – в 3,7 раза [6].

Хотя Красной армии не удалось уничтожить указанную группировку противника, задачи по освобождению советской территории были выполнены. Безусловно, здесь важно подчеркнуть большое политическое значение, которое придавалось

Ленинграду как «колыбели революции» и важному политическому и промышленному центру СССР. Готовясь к операции, исходя из опыта боев 1943 г. по взлому обороны на Синявинских высотах, советское командование радикально переработало план снятия блокады Ленинграда и сменило стратегию. В качестве стартовых позиций выбрали Ораниенбаумский плацдарм. Операция началась 14 января 1944 г. Артиллерия флота вела огонь одновременно по 30 целям, выпустив за 2 ч 35 мин 8500 снарядов [7]. Ураганным огнем морских орудий оборона противника в полосе наступления 2-й ударной армии и 42-й армии была буквально сметена. Немецкие пехотинцы быстро остались без артиллерии и пулеметов, редкий огонь винтовок уже не мог сдержать советских атак. Через неделю после начала операции наступающие 2-я ударная и 42-я армии соединились в районе Ропши. Угроза обстрелов Ленинграда была ликвидирована, и блокада города окончательно снята.

Одновременно с войсками Ленинградского фронта после мощной артподготовки перешли в наступление войска 59-й армии Волховского фронта под Новгородом. Удар наносился в обход города с севера и юга. Несмотря на строившуюся многие месяцы оборону врага, она была взломана, замкнув кольцо вокруг Новгорода, который был очищен от врага 20 января 1944 г. В плен было взято 3 тыс. солдат и офицеров противника. С потерей Новгорода и окружением в районе Ропши группа армий «Север» начала общий отход. К концу февраля 1944 г. советскими войсками была очищена от противника почти вся Ленинградская обл., ряд районов Калининской обл., и начались бои на территории Эстонии. Гитлеровцы были отброшены на 220–280 км от Ленинграда, понесла значительные потери. Было разгромлено 26 дивизий, из них три полностью уничтожены [8].

Весной 1944 г. боевые действия на северо-западном направлении постепенно замерли.

Первыми же по хронологии из десяти сокрушительных ударов стала Кировоградская (5 января – 16 января 1944 г.) и Корсунь-Шевченковская (24 января – 17 февраля 1944 г.) операции 2-го Украинского фронта в ходе Днепровско-Карпатской стратегической наступательной операции (24 декабря 1943 г. – 17 апреля 1944 г.), которая включала в себя десять фронтовых ударов, два из которых произведены в январе и феврале 1944 г. Во время этих операций советские войска разгромили 10 дивизий и одну бригаду противника. Немцы потеряли более 70 тыс. солдат и офицеров убитыми и ранеными,

19,2 тыс. пленными, а также большое количество техники и вооружения. Советские потери превысили 80 тыс. человек [8].

Пятым сокрушительным ударом стала Белорусская наступательная операция «Багратион». Десятым – Петсамо-Киркенесская операция (7–29 октября 1944 г.). В ее ходе войска Карельского фронта и Северный флот в суровых условиях Заполярья нанесли поражение противнику, освободили оккупированную часть Мурманской области и оказали помощь норвежскому народу в освобождении от захватчиков, лишив нацистскую Германию никелевой руды.

В итоге зимних и весенних стратегических наступательных операций Красной армии не только была снята блокада Ленинграда, но и очищены от вражеских войск Карелия, Крым и Украина.

Ожесточенные бои за Витебск

Войскам 1-го Прибалтийского, Западного и Белорусского фронтов, наступавшим на белорусском направлении, на зиму и весну 1944 г. ставилась задача сковать немецкую группу армий «Центр», не допустить переброску противником сил и средств для отражения наступления советских войск на основных направлениях и освободить как можно большую часть белорусской земли. Операции по окончательному освобождению территории республики от германских оккупантов намечалось провести летом 1944 г. [9].

На этом направлении войсками трех фронтов в январе – феврале 1944 г. была проведена серия насту-

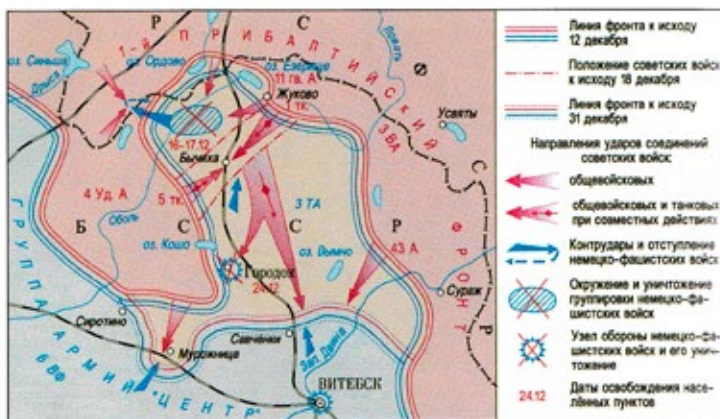
пательных операций, которые имели весьма ограниченные успехи. Главные события на центральном участке советско-германского фронта зимой 1944 г. развернулись на витебском направлении. По мнению современных немецких историков, Витебск рассматривался гитлеровским командованием как «ворота в Прибалтику», поэтому «Красная армия использовала все имеющиеся силы, чтобы взять этот город» [10]. В январе – феврале 1944 г. были предприняты две попытки овладеть Витебском: с 3 по 18 января и с 3 по 16 февраля.

В ходе ожесточенных боев 3–18 января 1944 г. войска 1-го Прибалтийского фронта ценой больших потерь вклинились в оборону немцев на северо-западе, освободили несколько населенных пунктов и перерезали шоссе Полоцк – Витебск, что способствовало успеху соседнего 2-го Прибалтийского фронта на невельском направлении и еще больше обострило положение на стыке германских групп армий «Центр» и «Север». Однако полностью выполнить поставленные задачи наступления 1-й Прибалтийский фронт не смог. Его войскам не удалось прорвать оборонительный рубеж противника северо-западнее Витебска и охватить город с юго-востока [11].

На этом направлении наступательные действия также вела 33-я армия Западного фронта (командующий – генерал В.Н. Гордов), принявшая 22 декабря 1943 г. от 39-й армии 1-го Прибалтийского фронта часть полосы обороны вместе с войсками. В ходе наступления 2 января ею были очищены от противника лесные массивы, расположенные в 16 км юго-восточнее Витебска, а часть сил вышла на шоссе Витебск – Орша. При возобновлении наступательных боев 5 января были взяты опорные пункты

Осиновка и Рожново, расположенные в 13 км юго-восточнее Витебска. Части и соединения армии уничтожили до 1 тыс. немецких солдат и офицеров, захватили 28 пленных, 5 автомашин и склад с продовольствием [9, 11].

В период с 8 по 24 января 1944 г. наступление на богусhevском направлении, которое хотя и проводилось значительными силами 33-й и 5-й армий Западного фронта (16 стрелковых дивизий, 1 стрелковая бригада, танковый корпус, 12 артиллерийских бригад, 6 артиллерийских полков РГК, 6 танковых бригад (295 танков), 8 самоходных артиллерийских полков), завершилось в целом неудачно. Войска сумели вклиниться в оборону противника на



Городокская наступательная операция, 13–31 декабря 1943 г.



2–4 километра, понеся при этом ощутимые потери: убитыми – 5517 и ранеными – 19 672 человек [2].

Однако, как это часто происходило и ранее, советское командование считало, что успех близок и остается сделать последний шаг. Поэтому Директивой Ставки ВГК №220011 от 18.01.1944 г. 1-му Прибалтийскому и Западному фронтам предписывалось «разбить витебскую группировку противника и овладеть городом Витебск».

В период с 3 по 16 февраля войсками 1-го Прибалтийского и Западного фронтов (которому из состава 1-го Прибалтийского фронта была передана 39-я армия) проводилась Витебская операция с общей задачей совместными действиями разбить витебскую группировку противника и овладеть Витебском. Войскам предстояло преодолеть всего 10–12 км, чтобы завершить окружение города.

Однако выполнить эту директиву они смогли лишь частично. Первыми из войск 1-го Прибалтийского фронта перешли в наступление 3 февраля часть сил 4-й ударной и 11-й гвардейской армий, сумевших, несмотря на упорное сопротивление противника, прорвать его передний край обороны и к концу дня освободить населенные пункты Гурки, Ратьково, Заполье в 18 км северо-западнее Витебска. За день боя войска фронта уничтожили до 2300 вражеских солдат и офицеров, захватили 30 пленных, подбили 5 немецких танков. Преодолевая сильное огневое сопротивление и контратаки, части 4-й ударной армии до 10 февраля прорвали на витебском направлении вторую полосу обороны противника и 13 февраля сумели овладеть лесным массивом возле поселка Старое Село и перерезать железную дорогу Витебск – Шумилино северо-западнее этого населенного пункта. Взять станцию и поселок Старое Село не смогли. На завершающем этапе Витебской операции части 83-го гвардейского

стрелкового корпуса освободили населенные пункты Горбачи, Брыли, Прудники в 22–24 км северо-западнее Витебска.

Части и соединения 11-й гвардейской армии в ходе наступления на витебском направлении также преодолели вторую полосу обороны и овладели опорными пунктами Ковалево, Субачева, Городище, Коверза, Ворошилы, Шарки, Новоселки, Косино, Козлы, Большие Рубины, Ворошилово. Наступательные действия советских войск вдоль шоссе Сиротино – Витебск сталкивались с контратаками противника. Только во второй половине дня 9 февраля 1944 г. немцы предприняли несколько контратак силами до трех батальонов пехоты с 30 танками. При этом несколько деревень были снова захвачены оккупантами. Дальнейшее продвижение войск армии было приостановлено, так как они оказались перед очередным оборонительным рубежом противника в 12–13 км к северо-западу от Витебска [9, 11].

Несмотря на то, что войска 1-го Прибалтийского и Западного фронтов в очередной раз не смогли овладеть Витебском, они существенно истощили врага. В районе города были сосредоточены фактически все силы 3-й танковой армии противника. В ходе ожесточенных боев войска двух фронтов нанесли им ощутимый урон и еще глубже охватили с северо-запада и юго-запада Витебск, южнее города перерезали шоссе, идущее к Орше, и вышли на рубеж в 4–6 километрах от железной дороги Витебск – Орша.

Таким образом, своими активными действиями в январе – феврале 1944 г. на витебском направлении войска Красной армии сковали в районе Витебска значительные силы противника и тем самым не позволили гитлеровскому командованию перебрасывать войска с этого региона на северо-западное направление.

В течение февраля 1944 г. войска Западного фронта кроме наступления на витебском направлении наносили удары и на других участках. В боевых действиях на оршанском направлении (22–25 февраля 1944 г.) принимали участие войска 31-й и 5-й армий.

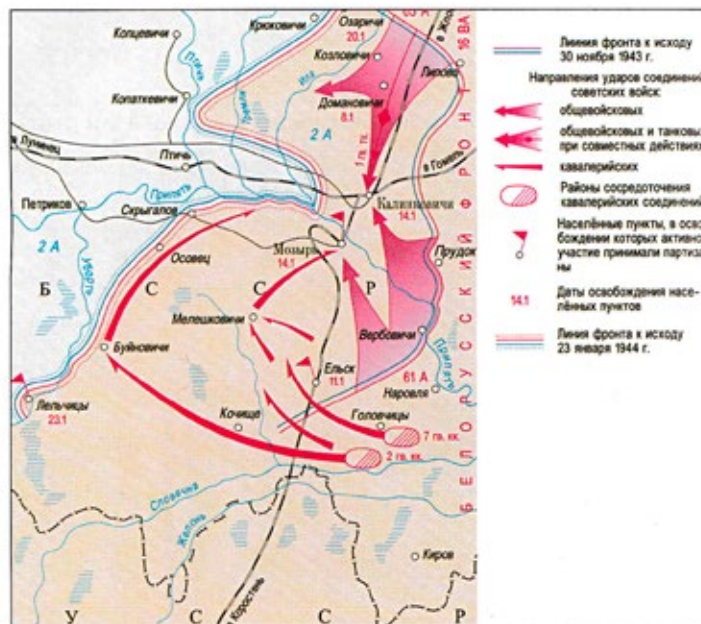
Проведенные в январе – феврале 1944 г. войсками 1-го Прибалтийского и Западного фронтов наступательные операции по освобождению Витебска и на богушевском и оршанском направлении закончились ограниченными результатами и значительными потерями советских войск, что весьма диссонировало успехам Красной армии на Правобережной Украине и при снятии блокады Ленинграда.

Несколько успешнее проходили наступательные операции Белорусского фронта в январе –

феврале 1944 г. В директиве ВГК от 2 января 1944 г. была поставлена задача войсками левого крыла разбить мозырскую группировку противника, охватить с севера и юга Калинковичи и Мозырь и затем овладеть этими мощными узлами сопротивления оккупантов. В дальнейшем следовало развивать наступательные действия в направлении Бобруйска и Минска, частью сил действовать вдоль Припяти в сторону Лунинца. Выполняя требования этой директивы, войска Белорусского фронта провели зимой 1944 г. две крупные операции: Калинковичско-Мозырскую (8 января – 8 февраля 1944 г.) и Рогачевско-Жлобинскую (21–26 февраля 1944 г.). В результате первой противник был отброшен на 60 км и освобождены Мозырь, Калинковичи, Озаричи и Лельчицы.

В ходе наступательных боев 8–14 января войсками ударной группы Белорусского фронта освобождено 400 населенных пунктов на площади 3400 км², уничтожено 20 750 немецких солдат и офицеров, 123 орудия, 106 танков, 83 миномета, 11 самоходных орудий и др., сбито 38 немецких самолетов, захвачено 57 орудий, 24 миномета, 103 пулемета, 17 танков, 10 бронетранспортеров, 3 склада с боеприпасами, вещевой склад, 855 пленных [11].

К концу января 1944 г. войска левого фланга Белорусского фронта отбросили противника к низовьям реки Птичь и Петрикову и левым флангом продвигались вдоль южного берега Припяти в направлении Столина, поддерживая соприкосновение с правофланговыми соединениями, успешно наступавшей 13-й армией 1-го Украинского фронта. Командование группы армий «Центр» для обеспечения безопасности своего южного фланга было вынуждено



Калинковичско-Мозырская наступательная операция, 8–20 января 1944 г.

также растягивать правый фланг 2-й армии вдоль северного берега Припяти [12].

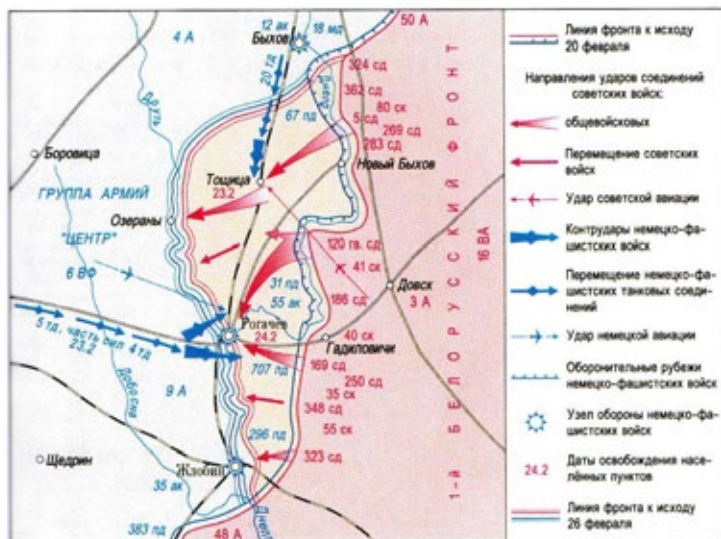
В результате проведения Калинковичско-Мозырской операции Белорусский фронт продвинулся на 30–40 км, а на отдельных направлениях – до 60 км и охватил бобруйскую группировку противника с юга. Советские войска потеряли за месяц боев 12 350 человек убитыми и 43 807 ранеными.

В результате Рогачевско-Жлобинской операции в ночь на 24 февраля был освобожден Рогачев, а также захвачен плацдарм на правом берегу Днепра в 15 км южнее Быхова, взят под контроль участок железной дороги Жлобин – Могилев, и войска фронта вышли на подступы к Жлобину.

Несомненно, в ходе январско-февральских боев 1944 г. войска 1-го Белорусского фронта добились определенных успехов, однако развить наступление в направлении Бобруйска, Минска и Лунинца они не смогли [13].

В тылу врага: рост партизанского движения

Вместе с войсками Красной армии в наступательных действиях в январе – феврале 1944 г. участвовали белорусские партизаны, принимавшие участие в освобождении населенных пунктов, помогавшие советским воинским формированиям возводить и



Рогачевско-Жлобинская наступательная операция, 21–26 февраля 1944 г.

удерживать переправы, а также снабжавшие разведданными и проводниками. Так, в январе 1944 г. партизаны провели на железных дорогах 677 боевых операций, а в феврале – 690. С нарастающей силой диверсионная деятельность, в том числе на шоссейных и грунтовых дорогах, продолжалась и в последующие месяцы.

Необходимо отметить, что под воздействием побед Красной армии на фронтах, организаторской и массово-политической деятельности подпольных партийных и комсомольских органов, командования партизанских формирований силы партизан с каждым днем росли, а в широкой массе населения возрастала уверенность в скором разгроме врага. Так, за январь – март 1944 г. численность партизан увеличилась на 24,5 тыс., а к началу летнего наступления – более чем на 65 тыс. человек. Всего на территории Беларуси в первом полугодии вели борьбу 145 бригад и 89 отдельных партизанских отрядов [20, 21].

В январе партизаны провели ряд ударов по гарнизонам противника. Так, 17 января 1944 г. силами партизанских бригад им. Сталина, «Алексея», 1-й Антифашистской, им. С.М. Короткина, им. Уткина, «Железняк» и двух отрядов бригады «Народные мстители» им. Воронянского была проведена операция по разгрому вражеских гарнизонов вдоль дороги Пустозелье – Лепель. Обрушив одновременно удары 14 гарнизонов, народные мстители разгромили 9 гарнизонов, располагавшихся в населенных пунктах Любово, Пышно, Веселая Горка, Закалилье, Поплавки, Августово, Боровка, Кадлубицк, Пустозелье, Варлынь [16].

Стремясь парализовать боевую деятельность партизан и обезопасить свои тылы, гитлеровское руководство стало широко применять для борьбы с ними не только охранные и полицейские силы, но и регулярные войска вермахта, в том числе авиацию, артиллерию и танки. В январе 1944 г. в боевых действиях против партизан принимали участие 30 тыс., в феврале – 40 тыс., марте – до 60 тыс., апреле – до 80 тыс., в мае до 100 тыс., июне – до 60 тыс. немецких солдат и офицеров.

На освобожденной земле: столица – Гомель

К началу 1944 г. на освобожденной от оккупантов территории начали действовать почти все центральные органы государственного управления, хозяйственные органы, исполнительные комитеты местных Советов, партийный аппарат. Функцию столичного города стал исполнять Гомель. В конце декабря 1943 г. сюда переехали из Москвы и разместились в его левобережном районе – Новобелице – сотрудники аппарата ЦК КП(б)Б, Президиума Верховного Совета и СНК БССР. В Гомеле располагался штаб командующего К.К. Рокоссовского, а в д. Чонки Гомельского р-на – Белорусский штаб партизанского движения. Таким образом, в Гомеле были сосредоточены все рычаги государственного управления как освобожденной, так и оккупированной территорией республики.

Важным событием стало празднование на освобожденных территориях 25-й годовщины образования БССР и издание 01.01.1944 г. Указа Президиума Верховного Совета СССР о награждении орденами и медалями партизан Беларуси. Высокого звания Героя Советского Союза были удостоены известные руководители и организаторы партизанского движения: А.С. Азончик, Е.И. Барыкин, И.К. Захаров, Н.В. Зебницкий, А.Л. Исаченко, Е.А. Клещев, И.П. Кожар, Н.Ф. Королев, Ф.П. Котченко, В.И. Ливенцев, С.С. Манкович, Ф.Г. Марков, Р.Н. Мачульский, С.И. Сикорский, И.М. Тимчук, И.Ф. Титков, В.А. Тихомиров, В.Е. Чернышев. В этом же месяце за достигнутые в годы войны научные результаты в различных областях правительственные награды были вручены группе белорусских ученых: орден Ленина – академикам Н.М. Никольскому и В.Н. Перцеву, орден Трудового Красного Знамени – академикам Т.Н. Годневу, А.Р. Жебраку,

О.К. Кедрову-Зихману, В.А. Леонову, А. Я. Прокочуку, членам-корреспондентам Д.М. Голубу, Н.Ф. Ермоленко, профессору Т.И. Ломтеву.

Успех войск фронта, освобождение еще одного областного центра и ряда районных стал одной из причин издания 14 февраля 1944 г. Указа Президиума Верховного Совета о созыве 6-й сессии Верховного Совета Белорусской ССР – первой за время войны. Она состоялась 21–24 марта 1944 г. в Новобелице, в восстановленном клубе спичечной фабрики «Везувий».

Падение международного престижа Германии

Успехи Советского Союза на фронте и в тылу значительно укрепили его положение на международной арене. Итоги Московской и Тегеранской конференций 1943 г. свидетельствуют о том, что взаимоотношения между руководством СССР, США и Великобританией в политической и военной областях вступило в новую стадию. Стороны, наряду с консолидацией усилий по скорейшему разгрому врага, преследовали свои цели. Особенно это проявлялось в решении вопроса об открытии второго фронта и послевоенного устройства мира. Важное значение имело расширение числа стран – участниц антигитлеровской коалиции с 26 до 41. На этом фоне стал быстро развиваться процесс ослабления Германии и падения ее международного престижа. Капитуляция Италии положила начало распаду фашистского блока государств. Потерпели крах расчеты Берлина на вовлечение в войну против СССР Турции и Японии, союзники Германии стали искать пути выхода из войны.

Все это говорит о том, что к 1944 г. страны фашистского блока еще обладали значительными военными и экономическими ресурсами, и исход войны зависел от общих усилий участников антигитлеровской коалиции.

Необходимо отметить, что успехи Красной армии летом – осенью 1943 г. являлись наглядным свидетельством того, что ход войны изменился. И это обстоятельство в определенных кругах на Западе вызвало серьезную обеспокоенность. Руководящие деятели США и Англии вернулись к широкому использованию различных средств, способов, форм невоенного противоборства в отношениях со своим союзником – СССР. Успехи советских войск в 1943 г. заместитель военно-морского министра США Д. Форрестол оценил как вырисовывающуюся угрозу

западному миру со стороны СССР, «которая вычеркивает из политического лексикона понятие «безопасность» [17].

В военном ведомстве США росло число документов, связанных с разработкой планов возможной войны уже против Советского Союза. Так, в августе 1943 г. президенту Ф. Рузвельту был представлен «Меморандум 121», подготовленный Комитетом начальников штабов и получивший наименование «Стратегия и политика». В нем был поставлен вопрос о подготовке к войне «в обратную сторону» – против СССР и о возможности использования в такой войне вооруженных сил Германии. Главной в англо-американской политике стала задача не допустить русских в Западную Европу и вывести из войны Германию и ее европейских сателлитов с наименьшими издержками.

В связи с этим весьма примечательно мнение известного американского советолога У. Ростоу, высказанное им в книге «Соединенные Штаты на мировой арене»: «Начало холодной войны обозначилось отчетливо, уже когда стало ясно, что Сталинград не будет взят немцами» [18]. Эта цитата ясно указывает, как зарождалась будущая «холодная война».

Иллюстрации из открытых интернет-источников

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. История Великой Отечественной войны Советского Союза. 1941 – 1945. В 6 т. Т. 3. Коренной перелом в ходе Великой Отечественной войны. (ноябрь 1942 – декабрь 1943 гг.). – М., 1961.
2. Операции советских Вооруженных сил в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. Т. 3. – М., 1958.
3. История Второй мировой войны 1939–1945. В 12 т. Т. 8. – М., 1976.
4. История Второй мировой войны 1939–1945. В 12 т. Т. 7. – М., 1976.
5. Десять сокрушительных ударов. – М., 1945.
6. Великая Отечественная война 1941–1945 гг. Военно-исторические очерки. Кн. 3. – М., 1999.
7. Боевой путь Советского Военно-Морского Флота. – М., 1974.
8. Великая Отечественная война. 1941–1945: Энциклопедия – М., 1985.
9. Великая Отечественная война 1941 – 1945 годов: В 12 т. Т. 4. Освобождение территории СССР. – М., 2012.
10. Das Deutsche Reich und der Zweite Weltkrieg. Bd. 8. Deutsche Verlags-Anstalt. – München, 2007.
11. Великая Отечественная война – день за днем (по материалам рассекреченных сводок Генерального штаба Красной Армии). Т. 7. – М., 2010.
12. История Второй мировой войны 1939–1945. В 12 т. Т. 8. – М., 1976.
13. Страна в огне: в 3 т. Т.3. Освобождение. 1944–1945: В 2 кн. Кн.1. Очерки / Отв. ред. Литвин А. М., Мягков М. Ю. – М, 2017.
14. Всенародная борьба в Белоруссии против немецко-фашистских захватчиков в годы Великой Отечественной войны. Т. 3. – Минск, 1985.
15. Партизанские формирования в Белоруссии в годы Великой Отечественной войны. – Минск, 1983.
16. Иливский Н.В. Холодная война. От Потсдама до Ялты. – М., 2014.
17. Великая Отечественная война 1941–1945 годов. В 12 т. Т. 9. – М., 2011.



Значение атомной энергетики в современном мире



Андрей Кузьмин,
генеральный директор
Объединенного
института
энергетических и
ядерных исследований –
Сосны НАН Беларуси,
кандидат физико-
математических наук,
доцент

По состоянию на начало 2024 г. в 32 странах мира в эксплуатации находятся 412 реакторов установленной мощностью 370,17 ГВт (э), а также 25 – суммарной мощностью около 21,2 ГВт (э), эксплуатация которых временно приостановлена. В стадии сооружения – 59 энергоблоков на 61,2 ГВт (э). Приблизительно 90% действующих мощностей приходится на реакторы с легководным замедлителем и теплоносителем, около 6% – тяжеловодным, 2% – легководные реакторы с графитовым замедлителем и около 2% – газоохлаждаемые. Кроме того, эксплуатируются две АЭС с реакторами на быстрых нейтронах и жидкометаллическим теплоносителем [1, 2].

Лидерами по числу эксплуатируемых энергетических реакторов являются США (92 энергоблока), Франция (56), Китай (54) и Российская Федерация (37). Наибольшее число строящихся станций находится в Китайской Народной Республике (20) и Индии (8). При этом лидером по числу энергоблоков АЭС, сооружаемых за рубежом, является Россия. Портфель зарубежных заказов Госкорпорации «Росатом» включает 33 блока на разных стадиях реализации. В 2023 г. успешно введен в эксплуатацию второй блок Белорусской АЭС. Помимо этого, в Российской Федерации сооружаются 3 энергоблока, включая инновационный опытно-демонстрационный с реактором на быстрых нейтронах БРЕСТ-ОД-300. По данным МАГАТЭ, на начало 2023 г. в разных странах планировалось строительство еще 69 энергетических реакторов общей установленной мощностью более 60 ГВт (э) [1, 2].

Белорусская атомная электростанция [3] на 2400 МВт построена по российскому проекту «АЭС-2006», относящемуся

к поколению «3+». Благодаря ее работе Беларусь занимает 3-е место в рейтинге стран Европы по дешевизне электроэнергии [4, 5].

Ежегодно АЭС всего мира производят около 2500 ТВт-ч электроэнергии, что составляет приблизительно 10% общемировой электрогенерации и примерно треть мирового производства низкоуглеродной электроэнергии. Атомная энергетика может удовлетворить растущий спрос на электроэнергию и неэлектрические применения энергии на период до 2050 г. в рамках концепции перехода к устойчивой низкоуглеродной энергетике [6, 7].

Согласно пессимистичному прогнозу, на период до 2030 г. установленная мощность нетто АЭС в мире сначала будет постепенно снижаться, а затем к 2050 г. вернется к уровню 371 ГВт (э). В соответствии с оптимистичным сценарием, к 2030 г. мощность возрастет до 496 ГВт (э) и к 2050 г. – до 715 ГВт (э). Эти цифры демонстрируют увеличение установленной мощности АЭС по сравнению с текущими уровнями на 25% к 2030 г. и на 80% – к 2050 г. К середине века доля атомной энергетики в общемировом производстве электроэнергии составит порядка 6% для низкого прогноза и 12% – для высокого (по сравнению с достигнутым на сегодня значением порядка 10%). Большая разница между этими цифрами обусловлена неопределенностью, связанной с заменой большого числа реакторов, вывод из эксплуатации которых запланирован на период до 2030 г. и позднее, в особенности в Северной Америке и Европе.

Ожидается, что рост мощностей атомной энергетики в краткосрочной и долгосрочной перспективе будет происходить преимущественно в Азии, где строятся

35 реакторов. Там же находятся 61 из 74 новых реакторов, подключенных к энергосетям в период с 2005 г., и началось комбинированное производство тепла и электроэнергии на двух реакторах типа AP1000, недавно введенных в эксплуатацию в Китае. Ядерная когенерация позволит существенно повысить их экономическую эффективность.

В 2019 г. на нужды неэлектрических применений атомной энергии 71 ядерным энергетическим реактором по всему миру (14 в Азии и 57 в Европе) было произведено 2146,72 ГВт-ч тепловой мощности в электрическом эквиваленте. Из числа этих реакторов 10 использовались для целей опреснения (48,01 ГВт-ч вырабатываемой мощности), 56 – для централизованного теплоснабжения (1870,6 ГВт-ч) и 32 – для выработки тепла для технологических нужд (1248,01 ГВт-ч) [1].

Свыше 2/3 действующих блоков АЭС находятся в эксплуатации более 30 лет. Порядка 1/6 мировой ядерной генерации вырабатывается ядерными энергетическими реакторами, находящимися в строю уже более 40 лет [8]. На начало 2024 г. средний возраст эксплуатируемых реакторов составляет 32 года [9]. Практически на всех АЭС имеются программы по обеспечению долгосрочной эксплуатации и управлению старением. Проявляется общая тенденция продления сроков работы АЭС во всем мире. Затраты на обоснование безопасности и технические меры по реализации указанной опции (продление эксплуатации на 10–20 лет) малы по сравнению с выгодой от производства и продажи электроэнергии, что обуславливает высокую экономическую эффективность и привлекательность для инвестиций.

Согласно последним экономическим оценкам, опубликованным Всемирной ядерной ассоциацией, атомная энергия конкурентоспособна по стоимости с другими формами производства электроэнергии, за исключением случаев, когда имеется прямой доступ к дешевым ископаемым ресурсам. Расходы на топливо для АЭС незначительны, хотя капитальные затраты выше, чем для угольных электростанций, и намного больше, чем для газовых электростанций. Системные расходы (сети передачи и распределения) на атомную энергетiku, а также на угольную и газовую генерацию намного ниже, чем на возобновляемые источники энергии [10].

Результаты оценки относительной стоимости новых генерирующих станций, использующих различные технологии, в решающей степени зависят от их местоположения. Уголь был и, вероятно, останется экономически привлекательным в таких странах, как Китай, США и Австралия, до тех пор, пока выбросы углерода будут бесплатными. Во многих местах природный газ также является конкурентоспособным в производстве электроэнергии в режиме базовой нагрузки, особенно при эксплуатации парогазовых установок. АЭС дороги в строительстве, но относительно дешевы в эксплуатации. Во многих местах атомная энергия конкурирует с энергией, вырабатываемой при сжигании ископаемого топлива. Затраты на удаление радиоактивных отходов и вывод из эксплуатации АЭС обычно полностью включаются в эксплуатационные расходы. Если также принять во внимание социальные, медицинские и экологические капиталовложения на ископаемые виды топлива,

конкурентоспособность атомной энергетики повышается [6, 11].

Растет интерес к реакторам малой и средней мощности и малым модульным реакторам (ММР), особенно в отдаленных местах и в странах с небольшими электросетями. В то же время ожидается, что в ближайшие 30 лет увеличение будет происходить в основном за счет усовершенствованных водоохлаждаемых реакторов большой мощности, что позволит быстро нарастить потенциал для производства низкоуглеродной энергии в рамках борьбы с изменением климата. В этой связи в ядерной отрасли необходимо решить ряд проблем, в частности сократить затраты и повысить уровень стандартизации для достижения большей конкурентоспособности, а также обеспечить доступ к финансированию на тех же условиях, что и для других поставщиков низкоуглеродной энергии.

ММР представляют собой усовершенствованные реакторы с электрической мощностью, как правило, не превышающей 300 МВт (э), отдельные элементы, узлы и системы которых изготавливаются в заводских условиях и затем транспортируются на площадку размещения атомной станции для установки в виде готовых модулей. Подобные проекты разрабатываются с использованием всего накопленного опыта в области реакторных технологий и включают все основные типы реакторов: водоохлаждаемые, высокотемпературные газоохлаждаемые, на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем, жидкосолевые, а также различные варианты конструкции микрореакторов.

Ключевыми конкурентными преимуществами ММР являются безопасность, экономиче-

ская доступность и эффективность, маневренность, гибкость в удовлетворении нужд широкого круга пользователей и применений, возможность замены устаревших энергоблоков, работающих на ископаемом топливе, в том числе для производства тепловой энергии и пара. Такие реакторы предназначены для нишевых рынков электроэнергии или для работы в энергосистемах, где ядерные реакторы большой мощности невозможно применять по техническим или экономическим соображениям. ММР могут обеспечить когенерацию тепла, производство водорода, опреснение воды, работу в небольших изолированных электросетях отдаленных и автономных районов, а также создание гибридных ядерно-возобновляемых энергетических систем. Благодаря модульной технологии реакторы нацелены на экономию за счет серийного выпуска и более короткого времени сооружения. Ожидается, что ММР, готовые к развертыванию в ближайшем времени, будут иметь параметры безопасности, сопоставимые или превышающие показатели больших энергетических реакторов эволюционной конструкции. Занимая меньшую площадь, ММР более гибки в размещении и позволяют адаптировать их к энергетическим потребностям региональных или промышленных кластеров. Модульность и расширенные функции безопасности делают такие реакторы привлекательными для отраслей и стран с небольшими размерами энергосистемы и практически не требуют опыта эксплуатации атомных электростанций. Разрабатываются и внедряются ММР, как правило, «под ключ» по принципу «включай и работай». Возможность их размещения в отдаленных, автономных

населенных пунктах расширяет доступ таких сообществ к экологически чистой электроэнергии и теплу [12].

Учитывая вышесказанное, для Республики Беларусь в обозримой перспективе использование ММР может стать заслуживающим внимания вариантом реализации планов по сооружению второй АЭС на территории страны наряду с усовершенствованным водоохлаждаемым реактором большой мощности. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. NUCLEAR POWER REACTORS IN THE WORLD // Reference Data Series No.2, 2023 Edition. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. – Vienna, 2023.
2. PRIS. Power Reactor Information System // <https://pris.iaea.org/pris/home.aspx>.
3. О размещении и проектировании атомной электростанции в Республике Беларусь: Указ Президента Республики Беларусь от 15 сентября 2011 г. № 418 // ЭТАЛОН ONLINE / Информационно-поисковая система. – Минск, 2023.
4. Строительство Белорусской АЭС завершено // Энергетическая стратегия. 2023. №6 (96).
5. Белорусская атомная электростанция // www.belta.by/infographica/view/beloruskaja-atomnaja-elektrostantsija-35869/.
6. Кузьмин А.В. Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь / А.В. Кузьмин, А.А. Михалевич, С.Н. Сикорин. – Минск, 2023.
7. World Nuclear Performance Report 2023 // World Nuclear Association. July 2023, Report No. 2023/001.
8. Обзор ядерных технологий: материалы Генеральной конф. МАГАТЭ // Вена, март 2020 г.
9. World Nuclear Power Status // <https://www.worldnuclearreport.org/>.
10. Economics of Nuclear Power // <https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power.aspx>.
11. Projected Costs of Generating Electricity / International Energy Agency (IEA), Nuclear Energy Agency (NEA), Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) // 2020 Edition. NEA No. 7531. Paris, 2020.
12. ADVANCES IN SMALL MODULAR REACTOR TECHNOLOGY DEVELOPMENTS 2022 Edition // A Supplement to: IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS), IAEA, Vienna, 2022.

Роль атомной энергетики в экономике на современном этапе



Денис Муха,
директор Института
экономики НАН
Беларуси, кандидат
экономических наук,
доцент



Валентина Цилибина,
завсектором Института
экономики НАН
Беларуси, кандидат
технических наук

Базовой отраслью экономики любого государства является энергетика: от ее уровня развития и эффективности функционирования зависит работа всего народнохозяйственного комплекса. Атомная энергетика — одно из приоритетных направлений в мире и в Республике Беларусь, что обусловлено многими экономическими, экологическими, социальными факторами, включая энергетическую безопасность.

Развитие ядерных технологий – сложный и насыщенный вызовами путь, который включает в себя самые передовые научные, инженерные, организационные, культурные и экологические достижения. Атомная энергетика играет решающую роль в предотвращении глобального потепления и переходе на экологически чистую генерацию, способствует росту объемов промышленного производства и экспорта продукции, положительно влияет на множество других сфер экономики. Отрасль обладает всеми необходимыми технологиями для безопасного и эффективного обращения с радиоактивными отходами, такими как минимизация и компактизация, уменьшение радиоактивности, переработка и рециклинг, транспортирование, мониторинг, захоронение и др. Строительство и эксплуатация АЭС обеспечивают занятость населения. По мнению экспер-

тов, одно рабочее место при сооружении станции создает более 10 в смежных отраслях.

Атомные станции производят электроэнергию 24 ч в сутки вне зависимости от погодных условий, занимая при этом небольшую площадь и позволяя защитить обширные территории и экосистемы от вмешательства со стороны человека. Вырабатываемая при этом энергия является гарантированной. Следует особо подчеркнуть высокий уровень предсказуемости цены: на стоимость ядерного киловатта на энергорынке практически не влияют сырьевые колебания цен.

По данным МАГАТЭ, эксплуатируемые реакторы обеспечивают почти 10% всей электроэнергии в мире и четверть всей низкоуглеродной электрогенерации. Их установленная мощность нарастающим итогом представлена на *рис. 1* и, согласно прогнозам, к 2050 г. вырастет до 873 ГВт.

Экономическая и социальная эффективность производ-

ства атомной энергии состоит в следующем: конкурентоспособность в сравнении как с традиционными, так и с альтернативными источниками; стоимость ядерного топлива в общих затратах незначительна, что позволяет строить долгосрочные прогнозы ценообразования; она практически не коррелирует с ценами на традиционные источники энергии и, следовательно, не подвержена конъюнктурным колебаниям; непрерывное развитие и инвестиции в отрасль снижают затраты на первоначальные вложения; атомная энергетика предопределяет повышение качества жизни населения, рост его благосостояния и уровня образования. Как отметил Президент Республики Беларусь А.Г. Лукашенко, «развитие атомной энергетики наряду с модернизацией действующей энергосистемы, использованием возобновляемых источников энергии, сокращением энергоемкости ВВП и диверсификацией источников поступления углеводородного сырья является важнейшим фактором обеспечения энергетической безопасности страны, реальной возможностью противостоять диктату монополистов и минимизировать ущерб при возникновении критической ситуации».

В ноябре 2023 г. введен в эксплуатацию пусковой комплекс Белорусской АЭС из двух энергоблоков – важнейший высокотехнологичный проект, объединивший белорусские и российские научные и инженерные школы, десятки предприятий и тысячи специалистов. На сегодняшний день доля электроэнергии, вырабатываемой на БелАЭС в общем объеме ее производства, составляет более 25%. В будущем планируется довести этот показатель до 40%.

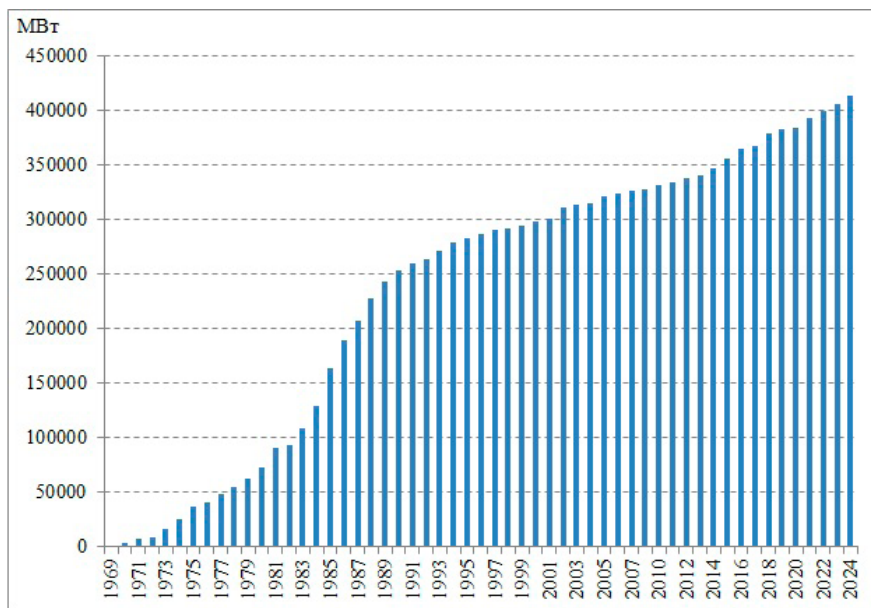


Рис. 1. Установленная мощность-брутто действующих АЭС нарастающим итогом за период 1969–01.01.2024, МВт

На VI Всебелорусском народном собрании Главой государства были обозначены ключевые задачи и основные направления социально-экономического развития страны на 2021–2025 гг., главная цель которых – обеспечение экономической и социальной стабильности в обществе. Определены приоритеты ее достижения, в том числе по основным отраслям экономики. В энергетике это повышение самостоятельности за счет диверсификации видов и поставщиков топливно-энергетических ресурсов, увеличения использования местных видов топлива и возобновляемых источников энергии, снижение зависимости от углеводородного сырья за счет ввода в эксплуатацию БелАЭС, дальнейшая реализация мероприятий по интеграции атомной станции в энергосистему и экономику страны, а также создание условий для увеличения электропотребления реальным сектором экономики и населением.

Ввод в эксплуатацию мощного ядерного источника энергии, позволяющего производить ее около 18,5 млрд кВт·ч, обеспечит надежное развитие топливно-энергетического комплекса страны и даст возможность решить следующие задачи: вывести из топливного цикла значительные объемы органического топлива; диверсифицировать энергетические источники; улучшить экологическую обстановку в республике; повысить инвестиционную привлекательность региона размещения БелАЭС, расширить его социальные и экономические возможности и т.д. Дополнительный импульс получают ряд отраслей и сфер национальной экономики (машиностроение, сельское хозяйство, многие виды услуг и др.), включая высокотехноло-

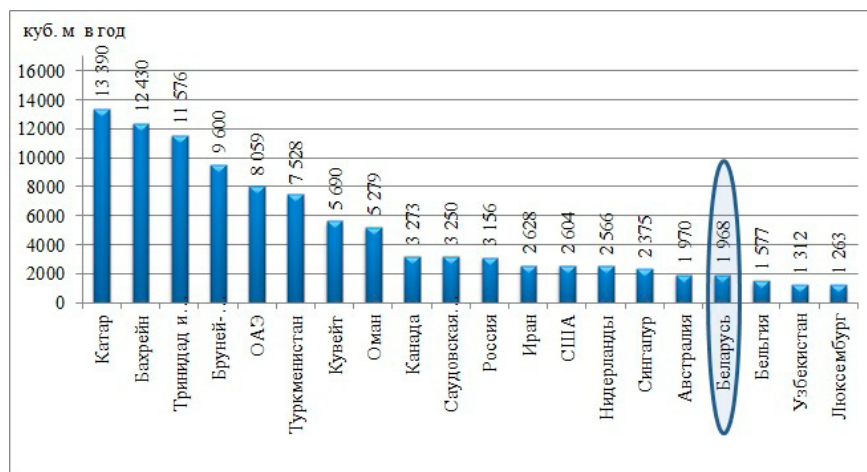


Рис. 2. Удельное потребление газа на душу населения некоторых стран мира в 2020 г.



Рис. 3. Газоемкость ВВП некоторых стран мира в 2020 г.

гичные секторы (электротранспорт, электротехника, робототехника, информационные технологии и т.д.).

Республика Беларусь не обладает достаточными для полного обеспечения экономики и социальной сферы собственными топливно-энергетическими ресурсами, значительную их часть приходится импортировать, в основном из Российской Федерации. Наша страна входит в двадцатку наиболее энергозависимых государств мира, и в то же время по потреблению газа на

душу населения находится на 17-м месте среди 20 стран – лидеров по этому показателю (рис. 2).

По газоемкости экономики Беларусь – на одном из первых мест в мире, и данный параметр у нас сопоставим с Россией – страной, самообеспеченной газом (рис. 3).

В Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденной постановлением Совета Министров №1084 от 23.12.2015 г., значатся 11 показателей – индикаторов уровня безопасности, среди

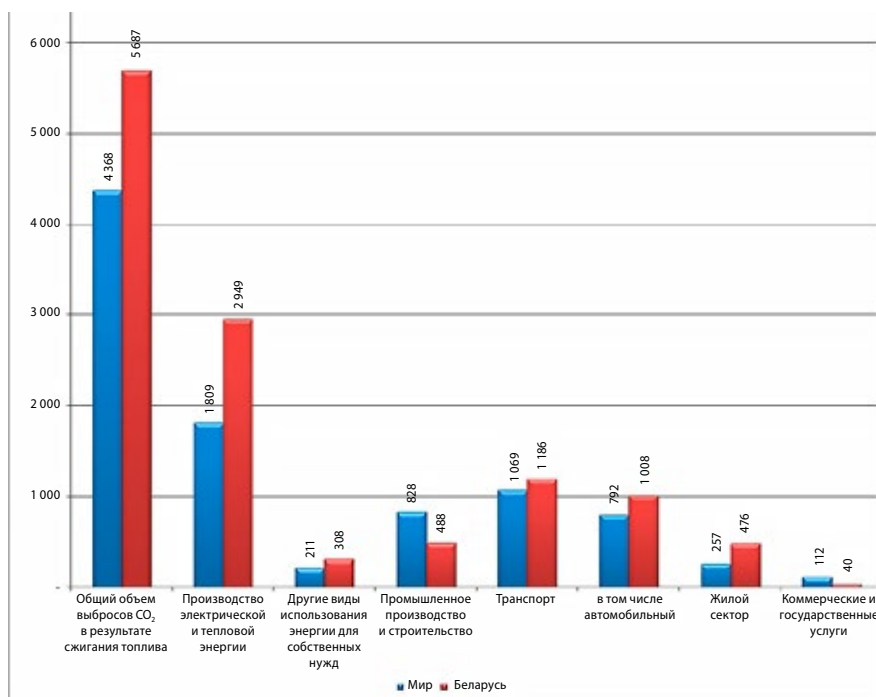


Рис. 4. Структура удельных выбросов CO₂ на душу населения по секторам экономики в мире и в Беларуси, кг CO₂-экв./чел.

которых: доля доминирующего вида топлива в валовом потреблении ТЭР и доля доминирующего энергоресурса (газа) в производстве тепловой и электрической энергии.

Согласно принятой в Концепции градации, пороговое значение индикатора «доля доминирующего вида топлива в валовом потреблении ТЭР» в состоянии «нормальный уровень» (Н) должно быть ниже 50%. Если оно находится в диапазоне 50–70% – это «предкритический уровень» (ПК). «Критическому уровню» (К) соответствует показатель выше 70% (на сегодня в нашей стране). Достичь состояния Н в Беларуси прогнозируется только к 2030 г.

Пороговое значение показателя «доля газа в производстве тепловой и электрической энергии» в состоянии Н – ниже 50%, ПК – 50–80%, К – 80%. Этот индикатор у нас пока также

находится в состоянии К, «нормального уровня» планируется достичь к 2030 г.

По мнению специалистов Министерства энергетики Республики Беларусь, БелАЭС позволит замещать 4,5 млрд м³ природного газа в год (или 5175 тыс. т у.т.). В этом случае важнейшие индикаторы Концепции «доля доминирующего вида топлива в валовом потреблении ТЭР» и «доля доминирующего энергоресурса (газа) в производстве тепловой и электрической энергии» будут в состоянии нормального уровня. Таким образом, целесообразность развития атомной энергетики в целях повышения уровня энергетической безопасности состоит в диверсификации источников энергии.

Согласно имеющимся данным, в целом в мире 41,7% от общего объема выбросов углекислого газа образуется при производ-

стве тепловой и электрической энергии, при этом в Беларуси этот показатель выше – 52,8%. Доля промышленности и строительства в общем объеме выбросов углекислого газа составляет 18,4% и 8,3% соответственно. Значительный объем CO₂ приходится на транспорт: 24,6% (в том числе автомобильный – 18,2%) и 20,8% (17,8%) соответственно (рис. 4).

По данным МЭА, углеродоемкость ВВП (отношение объема выбросов CO₂ к ВВП) в Беларуси в 1,22 раза выше, чем в среднем по миру, и более чем в 2 раза больше, чем в странах ЕС (рис. 5).

Атомная генерация – один из самых чистых способов производства энергии, доступных человечеству на сегодняшний день. В отличие от электростанций, работающих на газе, мазуте и угле, АЭС не являются источником выбросов углекислого газа, поэтому атомная энергетика играет все более важную роль в укреплении энергетической безопасности и смягчении последствий изменения климата. 3/4 общемировых выбросов парниковых газов приходится на энергетический сектор, внутри которого лидирует электроэнергетика.

В заявлении МАГАТЭ, которое в ходе Конференции ООН по климату в Дубае в декабре 2023 г. поддержали десятки стран, было отмечено, что для борьбы с изменением климата мир нуждается в ядерной энергетике, и необходимо расширить использование этого экологически чистого источника энергии, чтобы построить «низкоуглеродный мост» в будущее.

Развитие атомной энергетики приобретает особое значение в контексте реализации Парижского соглашения, которое ставит своей целью сокращение выбросов в атмосферу.

Многие страны, включая ЕС, США, Китай и Японию, принимают различные стратегии по достижению углеродной нейтральности на горизонте 2030–2060 гг. В этой связи важно помнить, что атомная энергетика является низкоуглеродным источником генерации, прямые выбросы CO₂ от АЭС практически равны нулю. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), выбросы парниковых газов от атомной энергетики на всем жизненном цикле равны 12 т CO₂-эквивалента на ГВт·ч. Для сравнения: у ветроэлектростанций – 11 т эквивалента на ГВт·ч, гидростанций – 24 т, солнечных установок – 48 т, газа – 490 т, угля – 820 т CO₂-эквивалента на ГВт·ч.

Соответствие требованиям устойчивого развития означает не только минимальные выбросы парниковых газов, но и отсутствие риска отрицательного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. При безусловно низком уровне углеродного следа до последнего времени оставался нерешенным вопрос относительно второй части требований. Имеющиеся сложности здесь обусловлены не только отсутствием необходимой фактологии, но и отдельными политическими и экономическими аспектами.

В апреле 2021 г. Объединенный исследовательский центр при Еврокомиссии представил детальные критерии и выкладки по сравнению атомной энергетики с другими видами генерации по таким параметрам, как материалоемкость, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, влияние на здоровье и продолжительность жизни человека. Ключевой вывод: атомная энергетика по уровню воздействия

на окружающую среду сопоставима с другими традиционно «зелеными» видами электроэнергии. При этом исследование показывает, что атомная энергетика имеет самую низкую материалоемкость в сравнении с другими низкоуглеродными видами генерации (например, для производства 1 МВт/ч электроэнергии на АЭС она в 13 раз меньше, чем у ветрогенерации). Важно, что для АЭС требуется сравнительно небольшая площадь: для установки ветропарка мощностью 1 ГВт необходимо 950 га земли, а для атомной станции аналогичной мощности – 28 га.

Исходя из вышесказанного, можно с полной уверенностью утверждать, что Белорусская АЭС – важный проект низкоуглеродной экономики, который внесет большой вклад в экологическую составляющую (снижение выбросов парниковых газов составит порядка 7–10 млн т ежегодно).

Сейчас на повестке дня основной вопрос – как сбалансировать все виды генерации. В данном

контексте отметим, что вслед за Парижским соглашением последовало представление Государственной корпорацией по атомной энергии «Росатом» летом 2017 г. концепции «зеленого квадрата», набирающей популярность в мире. Основная ее идея – ускоренное развитие энергетики ветра, воды, солнца, а также атомной, что диктуется использованием этой четверкой таких технологий, при которых тепловые выбросы и образование углекислого газа равны нулю. Концепция предлагает взглянуть на глобальную энергосистему под несколько иным углом, отмечая важную роль мирного атома и возобновляемых источников энергии в деле устойчивого развития и минимизации воздействия на экологию. Ее реализация предполагает повышение энергетической безопасности, независимости страны от импорта энергоресурсов, улучшение экологии, снижение выбросов CO₂, а также возможности потенциального исчерпания запасов

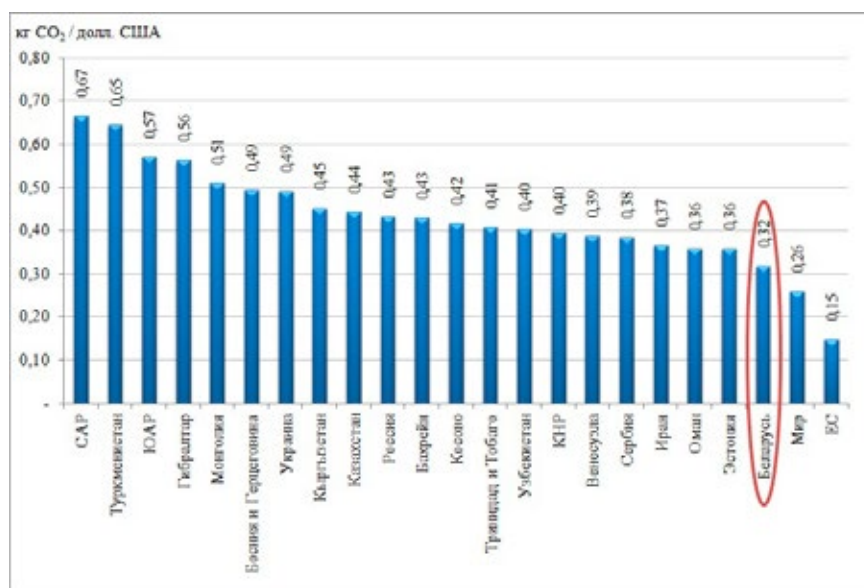


Рис. 5. Углеродоемкость ВВП, ВВП по ППС в ценах 2015 г. в 2020 г.

углеводородов, совершенствование технологий энергетики будущего, научно-технический прогресс отраслей промышленности, формирование нового экспортного потенциала страны, создание значительного количества современных, высокопроизводительных рабочих мест.

Некоторые государства главным приоритетом считают решение проблем энергетической бедности, покрытия дефицита электромощностей в условиях отсутствия традиционных видов топлива или высоких цен на них. Для других наиважнейшим является энергообеспечение труднодоступных регионов, где нет сетевой инфраструктуры. Другими словами, все страны не могут работать одинаково. С учетом экономических, социальных потребностей и климатических условий у каждой будет свой уникальный «зеленый квадрат». Что касается Беларуси, то для нас основные задачи таковы: диверсификация топливно-энергетического баланса, сокращение объемов использования ископаемых видов топлива, уменьшение доли доминирующего ресурса – природного газа, гармоничная сбалансированность генерирующих мощностей (углеводородное сырье, атомная станция и возобновляемые источники энергии). Предполагается, что последнее направление будет развиваться с учетом встраивания в единую энергосистему, то есть должен соблюдаться баланс традиционных и возобновляемых источников энергии, в том числе с учетом ввода в эксплуатацию БелАЭС.

Результатом эффективной реализации концепции «зеленого квадрата» в Беларуси будет поэтапная трансформация национальной экономики, основанная на вовлечении во все больших масштабах

ВИЭ, и достижение целей устойчивого развития на базе обеспечения гармоничного баланса генерирующих мощностей – безуглеродной и атомной энергии. При этом ключевой задачей должно стать поддержание нужных условий жизненного пространства и высокого уровня комфорта общества. Фактически концепция является перспективным вектором развития отечественной экономики, среди приоритетов которой: сокращение выбросов парниковых газов; рост доходов и занятости; повышение энергоэффективности; сохранение биоразнообразия и природного богатства; совершенствование рынка экологических товаров и услуг; «зеленые» инвестиции в чистые технологии и природную инфраструктуру; совершенствование института социальной и экологической ответственности. Кроме того, это позволит решить не только задачи, поставленные Парижским соглашением по климату, но и связанные с тем, что в мире более 1,5 млрд человек в развивающихся странах либо имеют крайне ограниченный доступ к электроэнергии, либо не имеют его вовсе.

В Беларуси проводится последовательная взвешенная государственная политика в энергетической сфере, направленная на достижение целей диверсификации ТЭР, обеспечения энергетической и экологической безопасности.

К настоящему времени не существует какого-либо универсального плана перехода к реализации «зеленого квадрата». Соответствующая программа должна быть разработана исходя из индивидуальных характеристик белорусской экономики, ее приоритетов, конкурентных преимуществ, природного капитала, уровня экономического развития и эффек-

тивности деятельности социальной сферы. При этом необходимо принимать во внимание и адаптировать уже наработанную международным сообществом методологическую базу оценки степени «озеленения» экономики в виде индикаторов состояния всех сегментов национальной экономики и перспективных направлений развития.

На конференции ООН по климату в Глазго в 2021 г. 10 стран ЕС предложили включить атомную энергетику в разработанный Еврокомиссией список отраслей, способствующих уменьшению вреда окружающей среде. Франция, Финляндия, Польша предложили считать инвестиции в атомные электростанции соответствующими правилам «зеленого» финансирования, которое получило название «зеленая таксономия». На климатическом саммите ООН прозвучал «положительный» ответ на вопрос, должна ли атомная энергетика быть безуглеродной в мировом энергобалансе.

Без использования мирного атома решить задачи климатической повестки в среднесрочной и долгосрочной перспективе невозможно. Рост потребления электроэнергии будет способствовать наращиванию объема ВВП, в том числе за счет производства и экспорта энергоемкой продукции с высокой добавленной стоимостью. Перспективно также дальнейшее развитие нефтехимической промышленности, производства минеральных удобрений, цементной и стекольной промышленности, цветной металлургии, электротранспорта, в том числе личного.

Атомная отрасль позволит обеспечить дополнительные гарантии укрепления энергетической безопасности и государственной независимости Беларуси. ■

На пути к устойчивому низкоуглеродному развитию



Александр Михалевич,
главный научный
сотрудник лаборатории
«Устойчивое
энергетическое
развитие» Института
энергетики НАН
Беларуси, академик,
профессор



Татьяна Зорина,
заведующий
лабораторией
«Устойчивое
энергетическое
развитие» Института
энергетики НАН
Беларуси, доктор
экономических наук,
профессор



Александр Гребеньков,
ведущий научный
сотрудник лаборатории
«Устойчивое
энергетическое
развитие» Института
энергетики НАН
Беларуси, кандидат
технических наук



Сергей Александрович,
старший научный
сотрудник лаборатории
«Устойчивое
энергетическое
развитие» Института
энергетики НАН
Беларуси

Выполнение мер по снижению темпов роста углеродоемкости ВВП становится заметной тенденцией мировой климатической политики. При этом важнейшим показателем является сокращение объема выбросов парниковых газов в производственных процессах, использующих углеводородное сырье, доля которых в суммарных данных составляет около 73% , где почти половина приходится на выбросы при производстве энергии [5]. Анализ динамики изменения данного показателя за последнее десятилетие указывает на его продолжающийся общемировой рост (в среднем на 0,7% в год). При этом в странах Приложения I к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИК ООН), к которым относится Республика Беларусь, наблюдается снижение выбросов парниковых газов при производстве энергии (в среднем на 2,8% в год). Данный факт обусловлен не только ростом энергоэффективности экономики этих государств, но и постепенным переходом на низкоуглеродные топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) при производстве и потреблении энергии, к которым относят, помимо возобновляемых источников энергии (ВИЭ), также ядерную энергию. Доля последней в конечном энергопотреблении на протяжении 10 лет сохраняется на уровне около 4,4% за счет ввода новых атомных станций [6].

Современная энергетическая политика рассматривает атомную энергетику как необходимый компонент переходного периода в сторону климатически нейтральной экономики. На 28-й сессии Конференции сторон РКИК ООН в результате обсуждений основных направлений развития энергетического сектора множество стран приняли декларацию [7], в которой признается необходимость утроения мощностей атомной

энергетики к 2050 г. и предлагается акционерам международных финансовых институтов поощрять включение ядерной энергии в политику кредитования с тем, чтобы реализовать сценарий, который не допускает повышения глобальной температуры на 1,5 °C к концу столетия.

Поскольку проблемы сохранения климата усиливают импульс для поиска и продвижения более устойчивых и низкоуглерод-

ных вариантов экономического развития, в мире наблюдается существенный рост долгосрочных вложений в новую энергетику. Согласно оценкам [8], ежегодные инвестиции за последние 15 лет в повышение энергоэффективности, ускоренное развитие АЭС и ВИЭ, электрификацию с системами сетевых накопителей энергии возросли примерно в 30 раз, превысив в 2023 г. 1,74 трлн долл. Их рост за 2021–2023 гг. составил 24%, что почти в 1,7 раза превышает расходы на поддержку инфраструктуры энергетики, основанной на ископаемых ТЭР. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в данной сфере также заметно переориентированы на разработки низкоуглеродных энергоисточников [9], бюджеты которых увеличились за последние 15 лет почти в 2,3 раза, превысив в 12,5 раза финансирование проектов по ископаемым видам топлива.

За счет этих ресурсов крупные энергетические компании реализуют глобальный энергопереход, включающий вывод из эксплуатации энергоисточников на ископаемых видах топлива с заменой их атомными и другими низкоуглеродными мощностями и расширение масштабов электрификации потребителей. Отмеченные тенденции иллюстрирует динамика ключевых индексов в электроэнергетике [5] за последние 12 лет (рис. 1).

Отмеченный рост доли электроэнергии и диверсификации ее источников, а также прогнозы по сокращению ископаемых видов топлива в структуре первичных ТЭР в энергоснабжении требуют дополнительных инструментов для покрытия колебаний графиков электрических и тепловых нагрузок на стороне спроса. Это

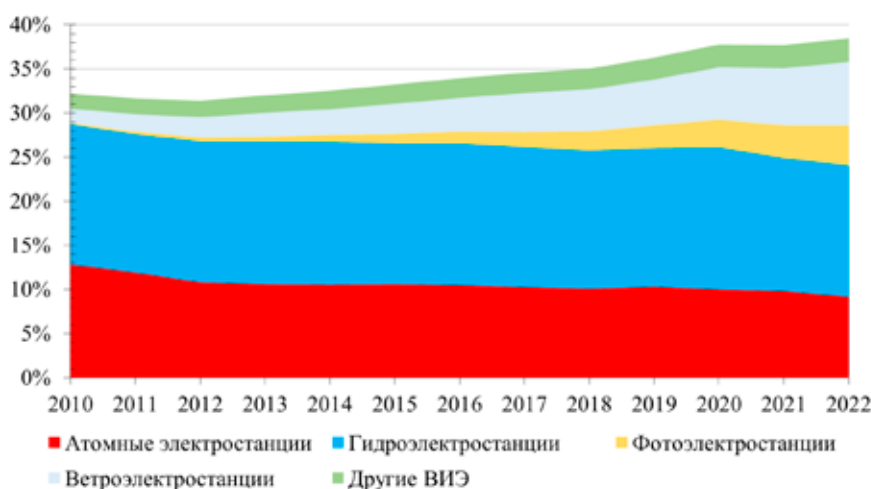


Рис. 1. Структура и динамика потребления низкоуглеродных ТЭР при производстве электроэнергии в мире

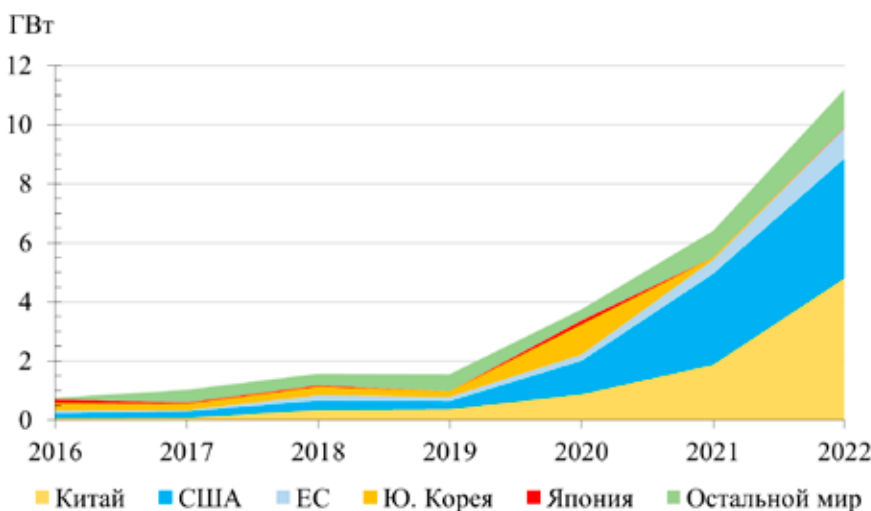


Рис. 2. Нарастание мощностей в области накопления и хранения энергии

является причиной ускоренного и существенного расширения мощностей сетевых аккумуляторных накопителей и других систем хранения энергии [10] (рис. 2).

Таким образом, современное развитие энергетики характеризуется сокращением энергоемкости глобальной экономики. За последние 20 лет валовое потребление первичных ТЭР на единицу мирового ВВП уменьшилось в среднем на 1,5% в год при росте ВВП на 3,1% [11]. При этом уровни, динамика и тенденции сокращения энергоемкости заметно отличаются по странам и регионам, что отражает особенности соответствующих климатических зон и различия в экономическом и технологическом развитии, структуре экономики и национальной энергетической политике. Высокая энергоемкость и ее рост в некоторых государствах объясняется преобладанием низкоэффективных производств, сырьевой экспортной экономикой и низкими ценами на природные ТЭР, не стимулирующими сокращение удельного энергопотребления.

В ближайшие 5 лет в энергетике ведущих стран продолжится переход от мер прямой бюджетной поддержки и неявных субсидий для ископаемых видов топлива к конкурентным схемам в пользу низкоуглеродных ТЭР (аукционам, системам «зеленых» сертификатов, прямым договорам поставки). Цель этих решений – уменьшить зависимость от производства и потребления углеводородов, разнообразить баланс ТЭР, что вместе с растущей ролью выбора потребителя и расширением конкуренции между различными видами энергии и топлива приведет к большей устойчивости, предсказуемости и безопасности развития энергетики. При этом сокра-

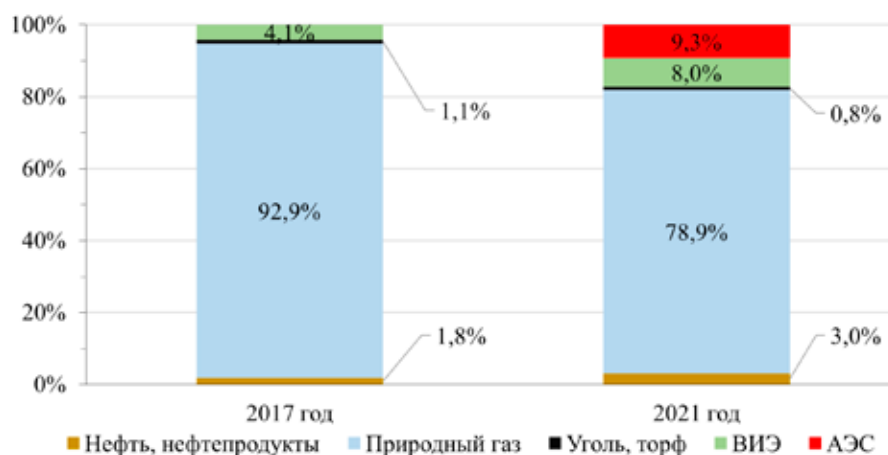


Рис. 3. Структура и баланс валового потребления первичных ТЭР в ТЭК Беларуси

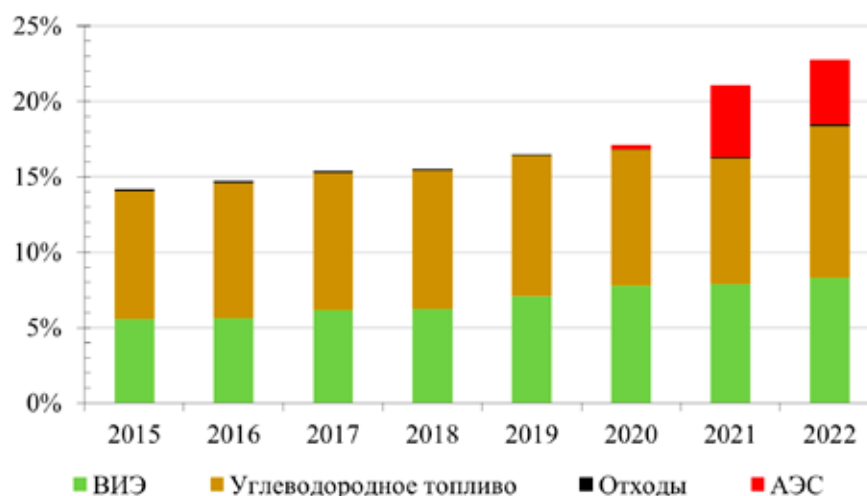


Рис. 4. Доля производства (добычи) первичной энергии (с учетом электроэнергии, выработанной на БелАЭС) в объеме валового потребления ТЭР

щение удельного расхода ископаемого топлива на выпуск продукции станет прямым конкурентным преимуществом участников таких схем. Важным инструментом, стимулирующим развитие низкоуглеродной экономики, становится механизм трансграничного углеродного регулирования, который в настоящее время рассматривается многими странами в качестве налога на импорт углеродоемкой продукции.

Направления развития энергетической отрасли Беларуси

Среди важных приоритетов экономики нашей страны, отвечающих мировым тенденциям, следует назвать безопасность, надежность, финансовую устойчивость и эффективность работы ТЭК. Учитывая структуру валового потребления первичных

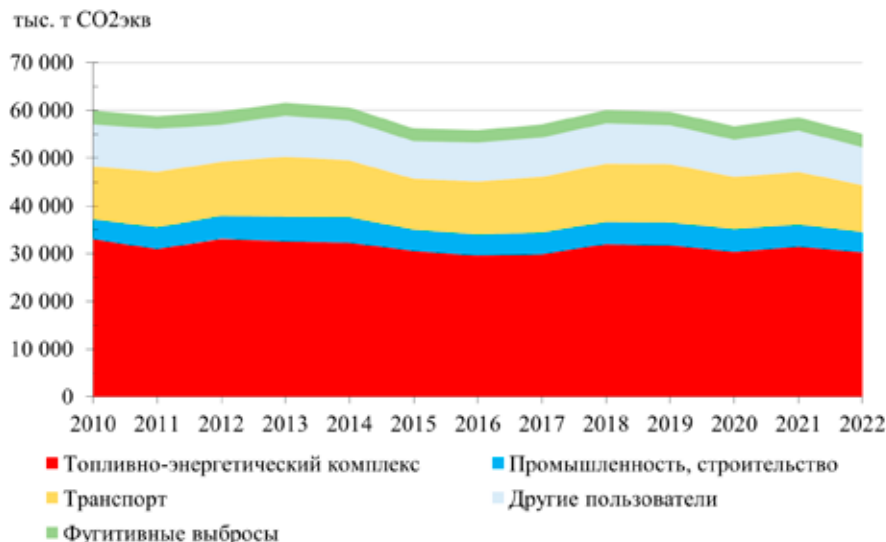


Рис. 5. Выбросы парниковых газов в процессах, где при производстве энергии используются ТЭР на основе ископаемого углеводородного сырья

ТЭР в национальном ТЭК, которая, согласно статистическим данным, является несбалансированной (рис. 3), к стратегическим задачам развития отрасли отнесены: снижение зависимости от импорта углеводородов, сближение энергоемкости ВВП со среднемировым значением этого показателя, сокращение валового потребления ископаемых ТЭР и наращивание мощностей низкоуглеродных энергоисточников, включая АЭС.

За последние 20 лет валовое потребление первичных ТЭР остается практически неизменным, однако анализ структуры их нынешнего баланса в сравнении с данными предыдущего периода указывает на хорошую динамику сокращения импорта: по электроэнергии – почти в 15 раз, нефти – на 39%, природному газу – на 5,3%, углю – на 54%.

Рассматривая возможность дальнейшей диверсификации первичных ТЭР, правительство страны до 2025 г. планирует повысить энергетическую самостоятельность за счет расширения атомных энергоисточников,

местных ТЭР и ВИЭ, доля которых в объеме валового потребления значительно выросла после ввода в промышленную эксплуатацию БелАЭС (рис. 4).

Республика Беларусь, выполняя положения Парижского соглашения и соответствующих международных обязательств, при разработке и реализации национальной природоохранной политики прилагает необходимые усилия и меры для сокращения выбросов парниковых газов в сфере энергетики [12]. Производственные процессы, основанные на технологиях сжигания углеродосодержащего топлива с целью получения тепловой энергии и ее дальнейшего преобразования и использования, являются основным источником выбросов парниковых газов в стране, на долю которого приходится 63,2% от общенациональных выбросов [13]. При этом более половины этих выбросов занимают процессы, применяемые в ТЭК (рис. 5), которые включают стационарное сжигание топлива при производстве элект-

рической и тепловой энергии как тепловыми конденсационными электростанциями общего пользования, станциями комбинированной выработки тепловой и электрической энергии, котельными, так и тепловыми энергоисточниками предприятий.

Сокращение углеродоемкости ТЭК, таким образом, становится в ряд важнейших задач развития энергетической отрасли и хорошо согласуется с отмеченными выше другими приоритетными направлениями, в которых одну из ключевых ролей начинает играть атомная энергетика.

Условия развития и перспективы атомной энергетики

Монтаж реактора первого энергоблока БелАЭС мощностью 1,17 ГВт был начат 27 января 2016 г., 3 ноября 2020 г. он был включен в объединенную энергосистему страны, а с 10 июня 2021 г. он введен в промышленную эксплуатацию. До 31 декабря 2021 г. станция выработала 6120 млн кВт·ч электроэнергии, в 2022 г. – 4685,4 млн кВт·ч. Второй энергоблок БелАЭС мощностью 1,17 ГВт к 27 декабря 2021 г. был заправлен ядерным топливом, и 26 апреля 2022 г. осуществили физический пуск его реактора. Ввод в промышленную эксплуатацию состоялся в ноябре 2023 г. По данным Минэнерго, начиная с этой даты совокупная выработка электроэнергии к середине января 2024 г. составила около 23 млн кВт·ч, или 14,5% от общей по стране за 2020–2023 г.

В то же время для интеграции БелАЭС в энергосистему Беларуси и поддержания работы ядерных блоков в базовом режиме необходимо обеспечить

соответствующее значение и режимы электропотребления. За последние 3 года этому содействовали правительственные решения, направленные на повышение потребления электроэнергии в различных областях народного хозяйства, а также на строительство и реконструкцию электросетей и подстанций различных классов напряжения.

С 1 января 2021 г. введена категория «энергоемкие потребители», предусматривающая применение стимулирующего тарифного плана. Учитывая тот факт, что домохозяйства являются одним из основных энергопотребителей, на долю которых приходится примерно 45% и 21% от поставляемой на рынок тепловой и электрической энергии соответственно, для их стимулирования установлена система скидок к тарифам.

Необходимым элементом в создающейся инфраструктуре электроснабжения является строительство пиково-резервных источников и электрокотлов. Их суммарная установленная мощность, достичь которой планируется к 2025 г., составляет 1,12 ГВт, из них 0,76 ГВт – на электростанциях и 0,16 ГВт – на котельных. В настоящее время введено в эксплуатацию 170 МВт и 26 МВт

соответственно. Предусмотрено также запустить в работу дополнительное сетевое оборудование и новые подстанции.

Ускоренный переход к замещению основных объемов вторичных ТЭР электроэнергией для достижения необходимой величины расхода этого ресурса стал важным приоритетом энергетической политики государства. Однако, как следует из анализа данных, положительный рост электропотребления, наметившийся в течение последних 5 лет, в 2022 г. показал отрицательную динамику – сокращение на 6%. Одновременно появилась тенденция к увеличению потребления электричества населением – на 2,1%. Таким образом, электрификация жилищного сектора и сферы услуг может стать важным направлением повышения спроса на электроэнергию. Планируется, что электродома и электротранспорт составят более 30% от введенных в эксплуатацию объектов.

С учетом обозначенных мер, согласно проведенным исследованиям [20], суммарный технически возможный потенциал ежегодного электропотребления по исследуемым отраслям экономики Республики Беларусь к 2050 г. может увеличиться на 10–20 млрд кВт·ч (рис. 6).

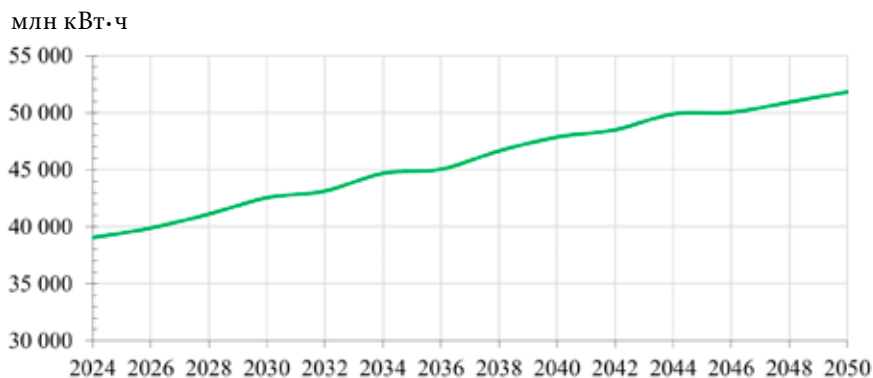


Рис. 6. Показатели ежегодного электропотребления согласно одному из прогнозных сценариев

Этого можно достичь в рамках следующих направлений:

- **в промышленности:** создание производств на базе древесного сырья с обеспечением полной загрузки имеющихся производственных мощностей; выпуск изделий с использованием местных минерально-сырьевых ресурсов, в первую очередь калийных руд и кварцевых песков; развитие наукоемкого фармацевтического и биотехнологического кластера на основе сельскохозяйственной продукции и недревесных ресурсов леса; увеличение глубины переработки импортного углеводородного сырья; совершенствование на новой технологической базе традиционного для Беларуси машиностроения (роботизированные технологические комплексы, элементы концепции «Индустрия 4.0»); замена газовых печей на предприятиях республики на электрические печи по мере их вывода из эксплуатации; увеличение доли электроэнергии в процессах термообработки продуктов в пищевой промышленности;
- **в сельском хозяйстве:** использование систем инфракрасных электрических излучателей для создания благоприятного микроклимата для животных; увеличение доли электроэнергии в процессах подогрева воды и корма животных, сушки сельскохозяйственной продукции; строительство энергосберегающих теплиц с современными методами выращивания растений; замена существующего устаревшего оборудования;

- **в сфере услуг:** комплексное развитие электроиндустрии; создание центров обработки данных; расширение на территории Республики Беларусь деятельности по майнингу криптовалюты; увеличение доли электроэнергии в структуре потребления энергоресурсов для нужд отопления и горячего водоснабжения на объектах недвижимости в сфере услуг;
- **в бытовом секторе:** дальнейшее увеличение потребления электроэнергии населением на отопление и горячее водоснабжение для многоквартирных и индивидуальных жилых домов;
- **на транспорте:** электрификация Белорусской железной дороги; расширение зарядной сети электромобилей, находящихся в собственности у населения; увеличение доли электрического транспорта в структуре городского транспорта.

Важно также отметить, что запуск обеих энергоблоков БелАЭС на полную мощность, а также расширение области использования ВИЭ позволит улучшить ряд индикаторов энергетической безопасности к 2035 г. следующим образом:

- **энергетическая самостоятельность:** объем собственного производства (добычи) первичной энергии в объеме валового потребления ТЭР будет повышен с нынешних 22,5% до 70%;
- **диверсификация энергоресурсов:** доля природного газа (доминирующего вида топлива) снизится с нынешних 59,5% до 40%;
- **резервирование мощности:** отношение суммарной установленной мощности электростанций к максимальной фактической нагрузке в энергосистеме вырастет с нынешних 180,4% до 200%.

В отличие от ВИЭ, которые обеспечивают сложно прогнозируемую и часто прерывистую подачу электроэнергии, БелАЭС позволяет в базовом режиме круглосуточно работать ТЭК надежно и устойчиво, при этом производственная площадь систем станции на единицу выработанной электроэнергии гораздо меньше, чем у многих ВИЭ. С другой стороны, оба данных направления развития электроэнергетики требуют наличия систем по накоплению и хранению электроэнергии для создания регулируемого баланса энергопотребления.

В первую очередь для этого предлагается использовать зарядную инфраструктуру электромобилей. В настоящее время в стране эксплуатируются 768 зарядных станций суммарной мощностью 42,85 МВт. Согласно соответствующей программе [21], до 2030 г. планируется возвести сеть зарядных станций суммарной мощностью 637,4 МВт. Создаваемая сеть сверхбыстрых станций позволит одновременно обслуживать не менее 109,4 тыс. транспортных средств в сутки. Ежегодное аккумулирование электроэнергии в базовом сценарии развития данной технологии составит до 120 млн кВт·ч. С учетом необходимости сглаживания характерных суточных графиков нагрузок зарядных систем, данная технология будет мотивировать разработки зарядных устройств, сопряженных с системами хранения электроэнергии, локальными фотоэлектрическими станциями, а также с технологической схемой Vehicle-to-Grid.

Следующим этапом должны стать системы накопления электроэнергии, основанные на электрохимических процессах [22]. Данные системы обеспечат необходимую долю аварийно-нагрузочного резервирования БелАЭС, балансировку нагрузки в ночных провалах и сглаживание графика нагрузки всей энергосистемы с переносом суточной выработки с пиковых часов на ночные. Системы аккумулирования электроэнергии позволят также выровнять перетоки электрической энергии в распределительных сетях, снизить перерасход углеродосодержащего топлива в традиционных электростанциях, связанный с периодами их недостаточной нагрузки или работой на техническом минимуме.

В конечном итоге предлагаемые выше меры гарантируют полноценную реализацию проекта БелАЭС, обеспечат до 40% внутренних потребностей страны в электроэнергии, приведут к ежегодному замещению около 5 млрд м³ импортируемого природного газа и уменьшат выбросы парниковых газов более чем на 7 млн т в год.

Анализ результатов почти двухлетней эксплуатации первой в Республике Беларусь атомной электростанции позволяет сделать вывод, что включение данного низкоуглеродного источника энергии в Объединенную энергосистему национального ТЭК существенно улучшило показатели энергетической безопасности страны и заметно сократило углеродоемкость ее экономики.

Прежде всего БелАЭС гарантирует устойчивый и последовательный рост энергетической самостоятельности государства.

Во-вторых, эксплуатация БелАЭС содействует диверсификации структуры баланса

первичных ТЭР и их конечного потребления с сокращением доли ископаемых видов топлива, что способствует выполнению принятых страной международных обязательств в рамках Парижского соглашения по климату, а также соответствует современным трендам и программам развития мировых экономик.

В-третьих, атомная энергетика способствует росту спроса на электроэнергию, что, в свою очередь, будет инициировать повышение доли ВИЭ и других низкоуглеродных источников в конечном энергопотреблении, уско-

рять процесс децентрализованной генерации электроэнергии, включая поиск решений в области ее накопления и хранения.

В-четвертых, БелАЭС не только минимизирует или устраняет угрозу недостатка энергоресурсов, другие риски и неопределенности, с которыми сталкивается энергетическая система Беларуси, создавая при этом условия устойчивого энергообеспечения экономики и социальной сферы для эффективного развития страны, но и способствует участию национального ТЭК в международных и региональных

энергетических рынках и объединенных энергосистемах.

Кроме того, эксплуатация БелАЭС в составе ТЭК способствует росту доступности первичных ТЭР в виде электроэнергии для конечного потребителя, делает более надежной, устойчивой и эффективной инфраструктуру производства, преобразования, передачи, потребления и аккумулирования ТЭР, снижает энергоемкость и углеродоемкость национального ВВП, привлекает инвестиции в дальнейшее развитие инфраструктуры отрасли. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. План мероприятий по реализации положений Парижского соглашения к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата. Указ Президента Республики Беларусь №345 от 20.09.2016 (в редакции Указа №491 от 22.12.2018) // <https://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/PLAN-PS-2019.pdf>.
2. Комплексный план развития электроэнергетической сферы до 2025 г. с учетом ввода БелАЭС и межотраслевого комплекса мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 г. Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 01.03.2016, №169 (изменения, дополнения в редакции №205 от 07.04.2021) // <https://energodoc.by/js/pdfs/web/viewer.html?file=/file/fulltext-view/8142.pdf>.
3. Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь на 2021–2025 гг. Постановление Совета Министров Республики Беларусь, 10.12.2021, №710 // <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/2021/nats.plan-po-razvitiyu-zelenoj-ekonomiki.pdf>.
4. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года. Протокол заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь, 04.02.2020, №3 // <https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR/NSUR-2035.pdf>.
5. Energy Institute: Statistical Review of World Energy, 2023, 72nd edition // https://www.energyinst.org/__data/assets/pdf_file/0004/1055542/EI_Stat_Review_PDF_single_3.pdf.
6. International Atomic Energy Agency: Nuclear Power Reactor in the World, IAEA-RDS-2/43, 2023 Edition // https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/RDS-2-43_web.pdf.
7. Declaration to Triple Nuclear Energy, 02 December 2023 // <https://netzeronuclear.org/news/landmark-ministerial-declaration-puts-nuclear-energy-at-the-heart-of-action-on-climate-change>.
8. International Energy Agency: World Energy Investment 2023, May 2023 // <https://iea.blob.core.windows.net/assets/8834d3af-af60-4df0-9643-72e2684f7221/WorldEnergyInvestment2023.pdf>.
9. International Energy Agency: Energy Technology RD&D Budgets Data Explorer, October 2023 // <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-technology-rdd-budgets-data-explorer>.
10. International Energy Agency: 2017–2022 Annual grid-scale battery storage additions, Paris, 10 July 2023 // <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/annual-grid-scale-battery-storage-additions-2017-2022>.
11. Enerdata e.o.: World Energy & Climate Statistics – Yearbook 2023, Energy intensity // <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>.
12. Определяемый на национальном уровне вклад Республики Беларусь в сокращение выбросов парниковых газов до 2030 г. // https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Belarus_NDC_Russian.pdf.
13. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2022 гг. – Минск, 2023.
14. Об одобрении Концепции развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года. Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь №7 от 25.02.2020 // <https://minenergo.gov.by/wp-content/uploads/Koncepcija-razvitija-elektrigen.moshhnostej-i-jel.setej-do-2030-g.-2020.docx>.
15. О Государственной программе «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021–2025 гг. Постановление Совета Министров Республики Беларусь №50 от 28.01.2021 // <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100050>.
16. Об утверждении Государственной программы «Энергосбережение» на 2021–2025 гг. Постановление Совета Министров Республики Беларусь №103 от 24.02.2021 // <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100103>.
17. Об утверждении Программы комплексной модернизации производств энергетической сферы на 2021–2025 гг. Постановление Министерства энергетики Республики Беларусь №19 от 05.04.2021 // <https://energodoc.by/js/pdfs/web/viewer.html?file=/file/fulltext-view/8720.pdf>.
18. Об утверждении комплексного плана развития электроэнергетической сферы до 2025 г. с учетом ввода БелАЭС и межотраслевого комплекса мер по увеличению потребления электроэнергии до 2025 г. Постановление Совета Министров Республики Беларусь №169 от 01.03.2016 (в редакции Постановления №714 от 20.10.2022) // <https://energodoc.by/js/pdfs/web/viewer.html?file=/file/fulltext-view/8951.pdf>.
19. Энергетический баланс Республики Беларусь, 2021. Национальный статистический комитет Республики Беларусь // https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sektor-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/statisticheskie-izdaniya/index_39985.
20. Т.Г. Зорина. Развитие атомной энергетики в Республике Беларусь: сценарное моделирование // Вестник Белорусского государственного экономического университета. 2021. №6 (149). С. 21–30.
21. Об утверждении Программы создания государственной зарядной сети для зарядки электромобилей. Постановление Совета Министров Республики Беларусь №731 от 10.10.2018 // <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C21800731&p1=1>.
22. К.В. Доброго. Об обосновании экономической целесообразности использования электрохимических накопителей электроэнергии в энергетической системе // Энергетическая стратегия. 2022. №5 (89). С. 28–32.

Научное сопровождение Белорусской АЭС:

ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ



Андрей Кузьмин,
генеральный директор
Объединенного
института
энергетических и
ядерных исследований –
Сосны НАН Беларуси,
кандидат физико-
математических наук,
доцент



Святослав Сикорин,
заведующий
лабораторией
Объединенного
института
энергетических и
ядерных исследований –
Сосны НАН Беларуси

Белорусская АЭС, размещенная на Островецкой площадке в Гродненской области, состоит из двух энергоблоков суммарной мощностью до 2400 МВт. Станция построена по российскому проекту «АЭС-2006» с усовершенствованным водо-водяным реактором ВВЭР-1200 повышенной безопасности и надежности поколения «3+», который соответствует национальным и современным международным требованиям по ядерной и радиационной безопасности.

Предложение о строительстве станции было подготовлено в 1992 г. научным учреждением «ОИЭЯИ – Сосны» и нашло поддержку в Национальной академии наук и Министерстве энергетики. Концепция энергетической безопасности, разработанная в 2007 г. и актуализированная в 2015 г. при непосредственном участии НАН Беларуси, предусматривает вовлечение в энергобаланс республики ядерного топлива и строительство АЭС как альтернативу ископаемым видам топлива, в частности природному газу [1].

До принятия решения о возведении атомной станции на 1 января 2005 г. износ основных фондов составлял 60,2%, в том числе генерирующих

источников – 61,4%, подстанций – 64,5%, электрических сетей – 54,2%, тепловых сетей – 77,5%. Срок службы 53% основного оборудования генерирующих источников и 66% общей протяженности электрических сетей превысил 30 лет [2].

Указом Президента Республики Беларусь от 12 ноября 2007 г. №565 «О некоторых мерах по строительству атомной электростанции» ответственность за обеспечение научного сопровождения работ по строительству Белорусской АЭС и его выполнение была возложена на Национальную академию наук и Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси. Была утверждена ГП «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 гг. и на период до 2020 г.». Ее цель заключалась в подго-



товке и внедрении научно-технических предложений об оптимизации технологических процессов, повышающих ядерную, радиационную и экологическую безопасность, физическую защиту, а также эффективность объектов атомной энергетики.

В рамках Государственной программы было разработано более 100 проектов технических нормативных правовых актов, 25 программных средств и баз данных, 6 технологий и технологических процессов, 16 образцов новых материалов и веществ, 50 новых методик и алгоритмов, созданы модели и проведены нейтронно-физические и теплогидравлические расчеты проектных и запроектных аварий, 5 экспериментальных установок, пункт сейсмологических наблюдений и каталог сейсмических событий на основе данных наблюдений, структура сети гидрогеологических скважин для мониторинга водоносных горизонтов площадки Белорусской АЭС, представлены подходы по обращению с очень низкоак-

тивными отходами Белорусской АЭС, опубликовано более 1000 научных работ и т.д.

В 2012–2021 гг. по заданию Госатомнадзора научным учреждением «ОИЭЯИ – Сосны» было проведено 35 экспертиз безопасности на этапах размещения, сооружения и эксплуатации блоков №№1 и 2 Белорусской АЭС, в 2017 г. выполнена экспертиза результатов целевой переоценки безопасности (стресс-тестов). На основании этого выданы лицензии МЧС на размещение, сооружение и эксплуатацию двух блоков.

После успешного ввода 10 июня 2021 г. первого энергоблока на первый план стали выходить задачи научного обеспечения эффективной и безопасной работы АЭС и перспективных направлений развития атомной энергетики страны, что нашло свое отражение в соответствующей подпрограмме Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» на 2021–2025 гг., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23.04.2021 г. №245. Ее цель – научное обеспечение эффективной и безопасной работы станции в течение всего ее жизненного цикла, обращения с радиоактивными отходами (РАО) и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ), а также развития перспективных направлений использования атомной энергии в мирных целях.

Система хранения обеспечивает размещение в стационарных хранилищах переработанных твердых радиоактивных отходов, упакованных в герметизированные металлические бочки; отвержденных жидких РАО в невозвратных защитных железобетонных контейнерах, а также высокоактивных отходов в специальных капсулах. Отработавшее ядерное топливо в течение 10 лет хранится в приреакторных бассейнах выдержки энергоблоков АЭС.

Основные целевые технико-экономические характеристики АЭС-2006:

- **установленная номинальная мощность – 1200 МВт (э);**
- **число энергоблоков – 2;**
- **срок службы – 50 лет.**

Особенность проекта – наличие новой реакторной установки с дополнительными системами безопасности:

- **пассивным отводом тепла;**
- **сбросом и очисткой среды из оболочки;**
- **двойной защитной гермооболочкой;**
- **ловушкой расплава топлива при запроектной аварии.**

Проектная стратегия использования топлива в реакторах ВВЭР-1200 Белорусской АЭС предусматривает четырехгодичный топливный цикл с одной перегрузкой в 12 месяцев. Средняя расчетная глубина выгорания тепловыделяющих сборок в установившемся режиме перегрузок равна 55,6 МВт сут/кг U. Количество ТВС, выгруженных за 60 лет эксплуатации двух энергоблоков, и масса содержащегося в них тяжелого металла, согласно проектным данным, составят: с глубиной выгорания до 50 МВт сут/кг U – 1076 ТВС (506 т тяжелого металла), от 50 до 55 МВт сут/кг U – 148 ТВС (70 т), свыше 55 МВт сут/кг U – 4070 ТВС (1916 т), что в сумме составляет 5294 ТВС с общей массой 2492 т тяжелого металла [3].

Соглашением между правительствами Республики Беларусь и Российской Федерации о сотрудничестве в строительстве на территории нашей страны атомной электростанции от 15.03.2011 г. предусмотрено, что отработавшее в реакторах энергоблоков Белорусской АЭС ядерное топливо, приобретенное у российских исполняющих организаций, подлежит возврату в РФ для переработки.

Практически все страны мира, развивающие атомную энергетику, предусматривают сооружение исследовательских реакторов и центров ядерных исследований и технологий на их базе, а также реализуют соответствующие научно-исследовательские программы в области использования атомной энергии. Целесообразность создания такого центра в нашей стране обусловлена получением государством новых технических и технологических возможностей в таких областях, как ядерная энергетика, медицина, промышленность, сельское хозяйство, оборона и безопасность, научные исследования в области физики, химии, биологии, медицины и других наук, подготовка и переподготовка кадров.

НАН Беларуси и Госкорпорация «Росатом» проработали вопрос создания Центра ядерных исследований и технологий на базе многоцелевого исследовательского реактора на территории Республики Беларусь. В 2014 г. стороны подписали Меморандум о намерениях, после чего Академией наук совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами были определены объекты, которые планировалось включить в состав Центра, разработаны и согласованы основные технические требования, обозначены главные направления деятельности, среди которых:

- ✓ физика и техника ядерных реакторов;
- ✓ исследования по физике ядра, нейтронной физике, физике элементарных частиц;

- ✓ материаловедение, физика конденсированного состояния, физика твердого тела;
- ✓ радиохимия, радиационная химия и их приложения;
- ✓ нанотехнологии, исследования магнитных свойств материалов;
- ✓ биология, медицина, генетика и др.

К возможным направлениям использования Центра для нужд ядерной энергетики относятся:

- оценка и подтверждение соответствия продукции обязательным требованиям безопасности;
- проведение испытаний изделий ядерной техники;
- исследования облученных изделий и материалов с целью управления ресурсом и продления сроков работы блоков Белорусской АЭС;
- метрологическое обеспечение безопасной эксплуатации АЭС и других ядерных и радиационных объектов, а именно проверка, калибровка, сходимость средств измерений;
- разработка и обоснование безопасности технологий долговременного хранения и окончательной изоляции отработавшего ядерного топлива и радиоактивных отходов.

Среди направлений исследований для нужд медицины можно выделить:

- появление новых технологических возможностей и создание условий для дальнейшего развития ядерной медицины в Республике Беларусь, обеспечения импортозамещения радиоизотопов и радиофармпрепаратов;
- организацию нового собственного производства радиоизотопов медицинского назначения и радиофармпрепаратов на их основе для диагностики и терапии онкологических и других заболеваний как для нужд республики, так и для поставок на экспорт;
- выпуск изотопов для радиационной обработки медицинских изделий и расходных материалов, расширение и модернизацию мощностей по радиационной обработке и стерилизации широкого спектра продукции медицинского назначения;
- наработку изотопов для аппаратов контактной и дистанционной радиационной терапии.

Для нужд промышленности предполагается наладить:

- производство с целью импортозамещения радиоизотопной продукции промышленного назначения для контроля технологических процессов, дефектоскопии, радиационной обработки и радиационной модификации продукции и материалов с целью придания им новых потребительских

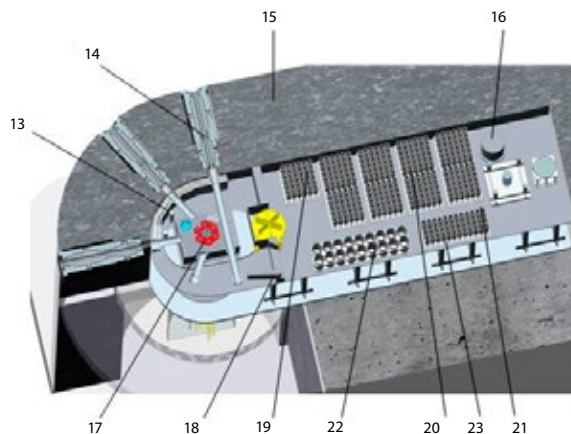
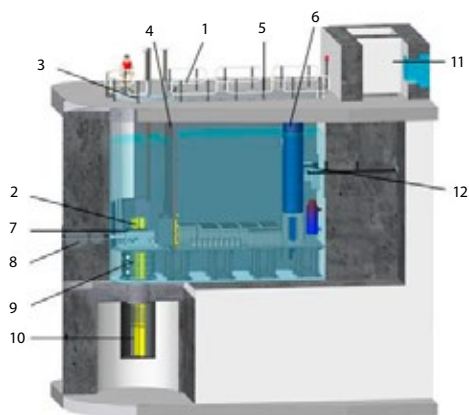


Рисунок. Общий вид многоцелевого исследовательского реактора тепловой мощностью 20 МВт: 1 – защитное ограждение; 2 – расположение канала радиационного легирования кремния; 3 – защитное перекрытие; 4 – перегородка; 5 – настил; 6 – бак аварийного охлаждения; 7 – канал ионизационной камеры; 8 – шибер горизонтального экспериментального канала; 9 – бак реактора; 10 – приводы системы управления и защиты; 11 – горячая камера; 12 – линия транспортирования изотопных сборок в горячую камеру; 13 – ионизационная камера; 14 – горизонтальный экспериментальный канал; 15 – биологическая защита; 16 – выходной трубопровод; 17 – активная зона; 18 – дверь транспортного коридора; 19 – временное хранилище ТВС; 20 – ячейки для хранения отработавших ТВС; 21 – транспортный коридор; 22 – выдержка облученных слитков кремния; 23 – выдержка изотопных сборок

свойств, включая различные полимерные изделия, термоусаживающиеся муфты и пр.;

- ядерное легирование кремния для силовой электроники, в том числе для электротранспорта;
- нейтронную радиографию и томографию для получения качественных изображений внутренней структуры промышленных изделий и процессов в них, например улучшения топливоиспользования и повышения надежности двигателей внутреннего сгорания;
- нейтронно-активационный анализ для количественного определения малого содержания примесей для обеспечения входного контроля материалов, контроля качества продукции и др.

В сельском хозяйстве продукция исследовательского реактора может использоваться для:

- радиационной обработки продуктов питания с целью увеличения сроков хранения;
- радиационной деконтаминации, дезинсекции сельскохозяйственной продукции, радиационной стерилизации ветеринарных препаратов и принадлежностей, питательных сред;
- предпосевного облучения семян для увеличения всхожести, устойчивости, урожайности, защиты от болезней;
- производства радиоизотопов для управления почвенными и водными ресурсами, определения путей миграции и поступления веществ для повышения эффективности удобрений;

- нейтронно-активационного анализа для подтверждения качества и места происхождения сельскохозяйственной продукции и других целей.

Применительно к потребностям Республики Беларусь наиболее подходящими являются разрабатываемые в АО «НИКИЭТ» Госкорпорации «Росатом» многоцелевые бассейновые исследовательские реакторы с водяным охлаждением тепловой мощностью 20 МВт с низкообогащенным (19,7% по урану-235) ядерным топливом. Трехмерная модель и схема активной зоны исследовательского реактора представлена на рисунке.

Изучается технико-экономическая целесообразность дальнейшего расширения ядерно-энергетической программы Беларуси, в частности, сооружение второй атомной электростанции. Атомная энергетика как надежный, экономически эффективный и экологичный источник энергии будет способствовать повышению энергетической безопасности страны и конкурентоспособности ее экономики. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об утверждении Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 23.12.2015 г. №1084 // ЭТАЛОН ONLINE. / Информационно-поисковая система. – Минск, 2023.
2. Кузьмин А.В. Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь / А.В. Кузьмин, А.А. Михалевич, С.Н. Сикорин. – Минск, 2023.
3. О Стратегии обращения с отработавшим ядерным топливом Белорусской атомной электростанции: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.08.2019 г. № 558 // ЭТАЛОН ONLINE. / Информационно-поисковая система. – Минск, 2023.

О роли теплогидравлических расчетов



Андрей Чорный,
заведующий лабораторией
турбулентности Института
тепло- и массообмена
имени А.В. Лыкова
НАН Беларуси, кандидат
физико-математических
наук, доцент

Требования, предъявляемые к теплогидравлическим расчетам существующих и вновь проектируемых ядерных реакторных установок (ЯРУ), обуславливают необходимость усовершенствования методик расчета таких характеристик, в первую очередь для активных зон реакторов [1–3]. При одновременном обеспечении высокой точности и достоверности результатов с учетом влияния большого количества взаимозависимых конструктивных и технологических факторов можно использовать данные теплогидравлических расчетов в качестве исходных для вычисления нейтронной физики, термонапряженного состояния и деформации элементов ЯРУ, тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) и тепловыделяющих сборок (ТВС), скорости коррозионных процессов и т.д.

Одно из условий достоверной оценки теплогидравлических параметров теплоносителя в различных теплонагруженных элементах ЯРУ определяется тем, что возникающие в них термостатические нагрузки (прежде всего термические и гидравлические) могут приводить к ава-

рийным ситуациям при нормальных условиях эксплуатации установок [2–4]. Их прогнозирование достаточно трудоемко, поскольку предполагает необходимость фиксации пульсаций как гидродинамических величин, так и температур в пристеночных потоках рабочих сред, определение теплопроводности и механических напряжений в твердых материалах сте-

нок элементов ЯРУ. На первом этапе решается задача гидродинамики и теплопереноса в потоках рабочих сред с учетом особенностей элементов установки. При этом расчеты или моделирование, выполненные для геометрически простых ее элементов, качественно воспроизводящих отдельный физический эффект, важны для его понимания, а также справедливости

используемой математической модели и достоверности тепло-гидравлического вычисления. В качестве примера можно рассмотреть конвективный теплообмен в элементах ЯРУ, который, как правило, сопровождается пульсациями температуры, что приводит к кризису кипения, неустойчивому парообразованию на нагреваемых поверхностях, колебаниям расхода теплоносителя, нестационарным конвективным переносам, что вызывает значительные изменения температурных напряжений в стенках. В сочетании с гидравлическими нагрузками это может привести к выходу из строя, вплоть до разрушения, элементов ЯРУ. Характерными примерами являются аварийные ситуации с отказом работы элементов конструкции станций – на АЭС «Сиво» (Франция) в 1998 г. (на энергоблоке №1 произошла утечка радиоактивной воды из первого контура теплоносителя вследствие появления трещин в трубах); на АЭС «Генкай» (Япония) (в 1998 г. случилась утечка в конденсаторе первого энергоблока, а в 2011 г. – в системе охлаждения 3-го энергоблока); на АЭС «Тианж» (Бельгия) (в 2012 г. зафиксирована эрозия внешней оболочки энергоблока №2); АЭС «Фарли» (США) (в 2013 г. – незапланированный выброс двуокиси углерода в энергоблоке №2); на АЭС «Цуруга» (Япония) (выброс радиации на энергоблоке №2, спровоцировавший сброс 16 т радиоактивной воды в 1981 г.); АЭС «Ловииса» (Финляндия) (авария на энергоблоке №1 с разрушением основного трубопровода и эрозивно-коррозионным износом трубопроводов в местах

подсоединения расходомеров в 1990 г.); Нововоронежской АЭС (СССР) (разрушение шва приварки задвижки на энергоблоке №5 из-за коррозионно-механического развития сварочных дефектов под воздействием эксплуатационных факторов в 1990 г.).

Активные зоны современных водо-водяных энергетических реакторов (ВВЭР) komponуются ТВС, большинство которых применяется, например, с дистанционирующими или перемешивающими решетками, оказывающими существенное влияние на тепловую и гидродинамическую структуру потока теплоносителя. Конструкция активных зон предопределяет локальные возмущения потока, отклонение от продольного направления движения теплоносителя, изменение турбулентных характеристик, а также локальных параметров переноса импульса и тепла. Все эти эффекты в значительной мере влияют как на величину критического теплового потока (фактически на условия выбора мощности реакторной установки), так и на гидравлическое сопротивление ТВС.

Есть 3 основных способа расчета и анализа ожидаемых при эксплуатации ЯРУ событий и проектных аварий [2, 4], использующих программные средства:

- консервативные с консервативными начальными и граничными условиями (консервативный анализ);
- улучшенной оценки в сочетании с консервативными начальными и граничными условиями (комбинированный анализ);
- улучшенной оценки с консервативными и/или реалистич-

ными исходными данными, но в сочетании с оценкой неопределенностей в расчетах с учетом как неопределенностей в исходных данных, так и связанных с моделями, выполненными с помощью программных средств улучшенной оценки; для выявления степени безопасности используется результат, отражающий консервативное решение, но с количественным значением неопределенностей.

Обычно практикуется второй подход, позволяющий компенсировать неопределенности, возникающие из-за незнания реального состояния реактора. Однако, как известно, это может привести к неполному описанию или чрезмерному консерватизму при составлении его характеристики.

Одним из эффективных инструментов анализа тепло-гидравлических характеристик ЯРУ, способным помочь в такого рода исследованиях с минимальной степенью консерватизма, являются современные методы и средства вычислительной гидрогазодинамики [5, 6]. Это связано с доступностью расчета локальных характеристик ядерных установок в связи со стремительным ростом производительности компьютерной техники и повышением уровня ее доступности. Сформировалось несколько основных подходов к моделированию тепломассопереноса в активных зонах с ТВС: модель локальных параметров, поканальная модель, модель пористого тела или гомогенизированной среды, модель изолированного канала. Последняя не позволяет провести оценку процессов тепломассопереноса

в активной зоне в целом. Применение для расчета моделей пористого тела, гомогенизированной среды или поканальной приводит к необходимости использования большого числа различных замыкающих констант и соотношений, определение которых возможно с привлечением набора экспериментальных данных либо сведений с действующих энергоблоков. Это делает данные подходы неприменимыми для прогнозирования нештатных или аварийных ситуаций, для которых отсутствуют подкрепленные экспериментами замыкающие соотношения. Всем современным требованиям удовлетворяет модель, предполагающая расчет распределения локальных параметров потока теплоносителя в активной зоне реактора с учетом нестационарного и нелокального характера течений с помощью Рейнольдсова подхода и вихреразрешающих методов [5].

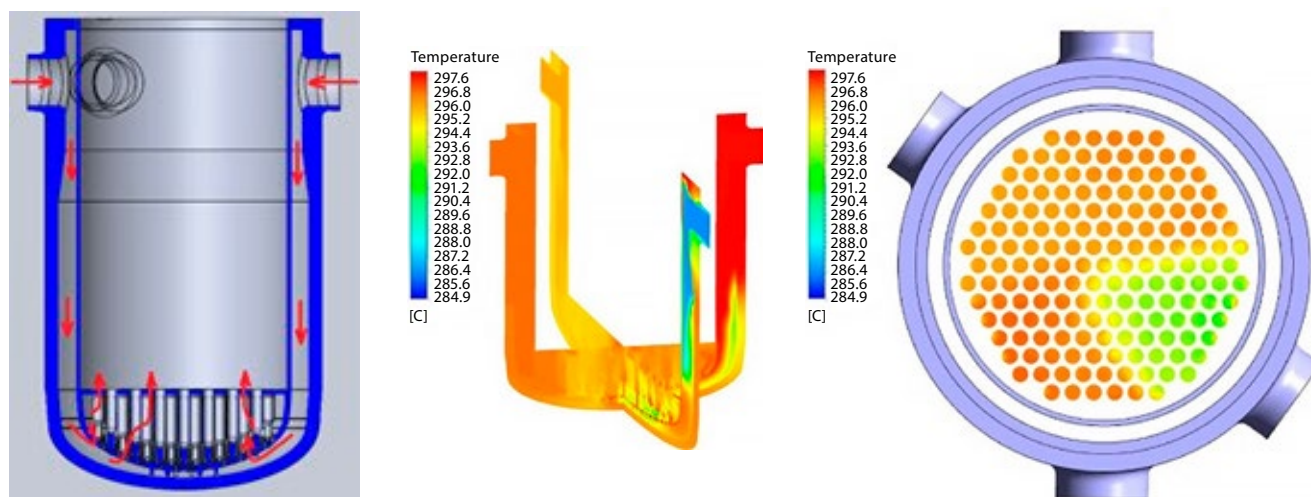
Вышесказанное обуславливает развитие теоретиче-

ских представлений и разработку эффективных численных методик моделирования трехмерных процессов тепломассопереноса в активных зонах реакторов типа ВВЭР с учетом основных физических особенностей сложных течений теплоносителя в стержневых сборках. Дополнительной мотивацией и необходимостью исследований является то, что расчет течений продолжает оставаться сложнейшей фундаментальной задачей гидрогазодинамики, что требует эффективного применения высокопроизводительной вычислительной техники и возможностей математических моделей с пониманием физики процессов. Именно выбор таких моделей часто оказывается источником наибольших ошибок и (или) требует недопустимо высоких затрат на вычисления.

Обоснование теплотехнической надежности активных зон ядерных реакторов строится на теплогидравлическом расчете, требующем высокой

информативности и достоверности локальных теплогидродинамических характеристик. В свою очередь это обуславливает необходимость организации значительного комплекса экспериментальных исследований, а также развития новых методов расчета локальных гидродинамических и массообменных характеристик потоков во внутренних трактах реакторных установок. Ввиду этого получение условий, закономерностей и обобщающих зависимостей локальных и интегральных характеристик гидродинамики теплоносителей является ответственной задачей для оценки и обоснования теплотехнической надежности активной зоны реактора.

С применением таких подходов в Институте тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси моделируются локальные процессы тепломассопереноса в элементах оборудования водо-водяных энергетических реакторов нового поколения с анализом стаци-



Моделируемый участок реакторной установки, распределение температуры в срединных сечениях и на входе в активную зону (аварийный сценарий со смешением неизотермических потоков в опускном канале и напорной камере смешения РУ ВВЭР-1200 (В-491))

онарного состояния и проектных аварий (подпрограмма «Энергетические процессы и технологии» ГПНИ «Энергетические и ядерные процессы и технологии» на 2021–2025 гг.; мероприятие 11-1 «Выполнение и координация работ по научно-технической поддержке МЧС в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности государственными научными техническим учреждением «Центр по ядерной и радиационной безопасности»» подпрограммы 6 «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь» Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» на 2016–2020 гг.; мероприятие 13 «Выполнение работ по оказанию научно-технической поддержки Министерству по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности» подпрограммы 3 «Научное обеспечение эффективной и безопасной работы Белорусской атомной электростанции и перспективных направлений развития атомной энергетики» Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» на 2021–2025 гг.).

Такие исследования основаны на необходимости решения общих задач повышения возможностей применяемых одномерных кодов за счет разработки трехмерных теплогидравлических компонент, отдельных элементов ЯРУ ВВЭР-1200 (В-491) энергоблока АЭС и их интеграции в существующие коды с учетом данных трехмерного моделирования локальных теплогидравлических процессов с

одновременным расчетом и обоснованием циклической прочности и сопротивления хрупкому разрушению конструкции установки и ее компонентов.

Анализируются возможные сценарии развития аварийных ситуаций и аварий для выработки защитных и других мер реагирования с созданием физико-математических моделей смещения неизоотермических потоков в реакторе ВВЭР-1200 (В-491) энергоблока Белорусской АЭС для получения численных оценок по неоднородности распределения параметров теплоносителя в активной зоне для интегральной оценки текущего уровня безопасности. Решение таких общих задач основано на опыте по определению запасов безопасности пассивного отвода тепла (СПОТ ЗО, СПОТ ПГ, БАОТ) от активной зоны и бассейна выдержки в случае потери всех источников переменного тока для РУ В-491 с ВВЭР-1200; расчете аварийного сценария на базе анализа теплогидравлического состояния теплоносителя на этом участке от патрубка «холодной» нитки главного циркуляционного контура до ниж-

ней границы топлива активной зоны РУ во время аварий, связанных со снижением температуры теплоносителя и изменением реактивности; разработке теплогидравлических моделей и расчете стационарного состояния для установки со сравнением полученных результатов с эксплуатационными данными АЭС; анализе залива реактора холодным теплоносителем при проектной аварии; исследовании напряженно-деформированного состояния ТВЭЛ с дистанционирующими решетками при теплогидравлическом нагружении ТВС; определении термонапряженного состояния топливных таблеток ТВЭЛ и их изучения при образовании трещиноподобных дефектов и т.д.

Спектр теплогидравлических задач определяется развитием методов и подходов прогнозирования теплофизических процессов, которые будут наблюдаться при реальной эксплуатации инженерно-технических систем, аппаратов и устройств ЯРУ, реализацией узкопрофильных технических решений до работ и моделирования станций во избежание возникновения аварийных ситуаций. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андрушечко С.А. АЭС с реактором типа ВВЭР-1000. От физических основ эксплуатации до эволюции проекта / С.А. Андрушечко, А.М. Афров, Б.Ю. Васильев. – М., 2010.
2. Баринов А.А. Методы обоснования теплотехнической надежности активной зоны тепловых водо-водяных реакторов / А.А. Баринов [и др.] // Атомная энергия. 2016. Т. 120. Вып. 5. С. 270–275.
3. Ключников А.А. Теплофизика аварий ядерных реакторов: монография / А.А. Ключников, И.Г. Шараевский, Н.М. Фиалко и [др.]. – Чернобыль, 2012.
4. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Требования к содержанию отчета по обоснованию безопасности блока атомной станции с реактором типа ВВЭР» (НП-006-16): утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору 13.02.2017 №53. – М., 2017.
5. Wilcox D.C. Turbulence modeling for CFD / D.C. Wilcox. – Cambridge, 1993.
6. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости: пер. с англ. С. Патанкар; под ред. В.Д. Виоленского. – М., 1984.

Изучение воспламенения бедных смесей водорода с воздухом для задач обеспечения безопасности Белорусской АЭС



Юлия Кисель,
инженер лаборатории
физико-химической
гидродинамики Института
тепло- и массообмена
имени А.В. Лыкова НАН
Беларуси



Павел Кривошеев,
заведующий лабораторией
физико-химической
гидродинамики Института
тепло- и массообмена
имени А.В. Лыкова
НАН Беларуси, кандидат
физико-математических
наук

В последнее время наблюдается неуклонный рост спроса на безуглеродные энергоносители, такие как водород и топливо на его основе. С одной стороны, преимущества очевидны – это чистота продуктов окисления (сгорания) водорода и чрезвычайно высокая удельная теплота, выделяемая при этом, которая в несколько раз превышает такую для углеводородных топлив, как газообразных, так и жидких (120–140 Мдж/кг – для водорода, 35 Мдж/кг – для природного газа, около 50 Мдж/кг – для метана, 47–48 Мдж/кг – для бензина и т.д.). С другой стороны, высокая реакционная способность, широкий диапазон концентрационных пределов распространения пламени (от 4 до 80% по составу), низкая энергия воспламенения водородно-воздушных смесей (около 17 мкДж), а также склонность к переходу от медленного горения к детонации в совокупности означают, что использование водорода на практике связано с серьезной пожаро- и взрывоопасностью при малейшей его утечке. Из-за низкой молекулярной массы водород обладает большой скоростью звука и способностью к диффузии, легко просачивается через малейшие дефекты уплотнения. Опасность усугубляется тем фактом, что водородное пламя практически не светится, что затрудняет визуальное обнаружение и оптический мониторинг.

Помимо аспектов, связанных с целенаправленным использованием водорода в качестве энергоносителя, существует отдельная тема обеспечения водородной пожаро- и взрывобезопасности на атомных электростанциях (АЭС). Эта проблема носит всеобъемлющий характер, поскольку риск воспламенения или взрыва водородно-воздушных смесей различной интенсивности возможен при различных режимах эксплуатации станции. Даже в штатной ситуации в теплоносителе первого контура реакторной установки вследствие радиолиза, термоллиза и других физических и технологических процессов всегда присутствует водород. Особую опасность представляет его массированное неконтролируемое выделение при тяжелых авариях. При аварийной разгерметизации контуров охлаждения начинается экзотермическая реакция окисления циркониевых оболочек тепловыделяющих элементов водяным паром, при этом образуется огромное количество водорода (по некоторым оценкам, до 4 т, со средней скоростью около 1 кг в сек.). Он, скапливаясь внутри (в основном под куполом) защитной оболочки реактора, в смеси с воздухом представляет серьезную угрозу в случае воспламенения и взрыва. Возникающие при этом нагрузки способны разрушить защитную оболочку и привести к выбросу радиоактивных продуктов в окружающую атмосферу (что, собственно, и произошло на Чернобыльской АЭС и АЭС Фукусима-1).

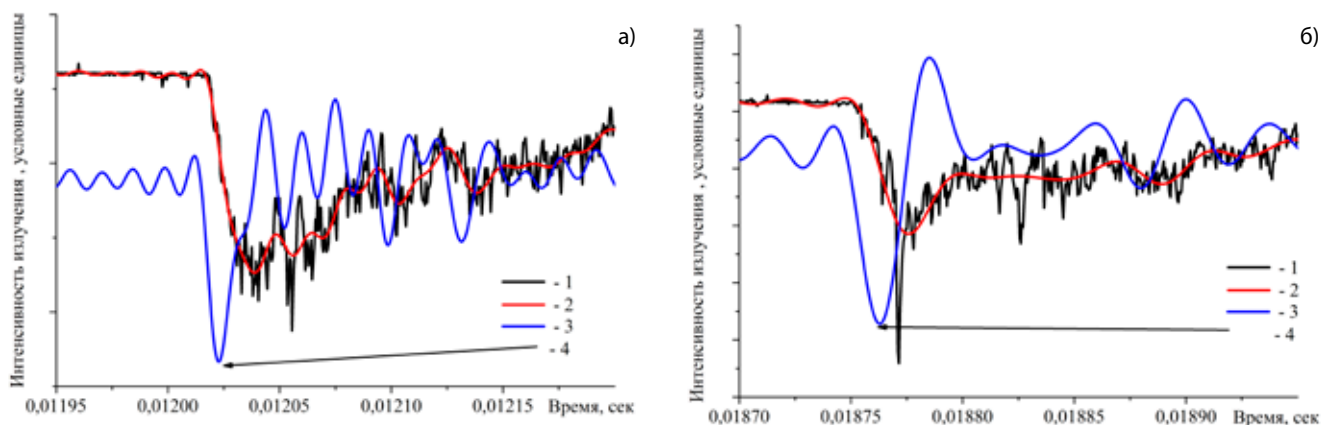


Рис. 1. Типичные сигналы (осциллограммы) фотоэлектронного умножителя, регистрируемые в эксперименте, и результаты их обработки для определения времени задержки воспламенения: 1 – исходный сигнал; 2 – сигнал после обработки с использованием быстрого преобразования Фурье; 3 – сигнал после процедуры дифференцирования; 4 – положение пика, по которому определялось время задержки воспламенения

Спецификой прогноза тяжелых аварий и оценки их последствий является принципиальная невозможность как проведения натурных крупномасштабных экспериментов, так и прямого переноса результатов лабораторных испытаний на реальные условия развития чрезвычайной ситуации. В связи с этим возрастает роль вычислительного эксперимента и повышаются требования к качеству численного моделирования физических явлений. Особенность исследуемых процессов заключается в существенном различии характерных пространственно-временных масштабов газодинамических течений и химических реакций, а также в значительном влиянии геометрических факторов на характеристики газодинамических возмущений и определяемые ими условия перехода горения в детонацию.

Помимо решения системы уравнений газовой динамики необходимо учитывать и химические схемы окисления водорода, так называемые детальные кинетические механизмы (ДКМ). Они представляют собой подробнейшее описание процесса превращения исходных реагентов в продукты, включающее в себя как можно более полное отображение реакций, состава и свойств промежуточных веществ, переходных состояний, а также констант. Существует множество детальных кинетических механизмов окисления водорода, которые различаются как количеством задействованных химических компонентов (включая промежуточные), так и числом реакций, в которые эти компоненты могут вступать. В простейших моделях применяется одностадийная брутто-реакция, далее следуют механизмы, использующие 6 либо 7 компонент и 7 реакций, а более слож-

ные включают в себя более 100 прямых и обратных реакций и несколько десятков химических компонентов. Кроме того, в ряде случаев коэффициенты прямых и обратных реакций заданы напрямую, в то время как в некоторых моделях они вычисляются непосредственно через константы химического равновесия. Часть моделей специально создавались для учета зависимости скорости протекания химических реакций от давления. Валидация каждого ДКМ проходит посредством сравнения результатов численного моделирования с собственными и представленными в литературе экспериментальными данными и подбора параметров констант скорости элементарных реакций. Все механизмы не являются универсальными, поскольку они создавались под конкретные научно-исследовательские и конструкторские проекты. Их применимость к процессам горения при других (более широких) условиях воспламенения смесей водорода может приводить к заметным расхождениям результатов расчетов с данными эксперимента. К примеру, огромное количество моделей разрабатывалось под задачи сверхзвукового горения в камерах сгорания различных прямоточных воздушно-реактивных двигателей и для камер сгорания жидкостных ракетных двигателей, где условия (при высоком давлении, температуре и скорости подачи реагентов) существенным образом отличаются от картины сгорания, к примеру, в случае утечки водорода в окружающее пространство при нормальном давлении.

Применительно к обеспечению пожаровзрывобезопасности, в том числе на АЭС, не требуется универсальности ДКМ. Водород в смеси с воздухом способен воспламеняться вблизи нижнего

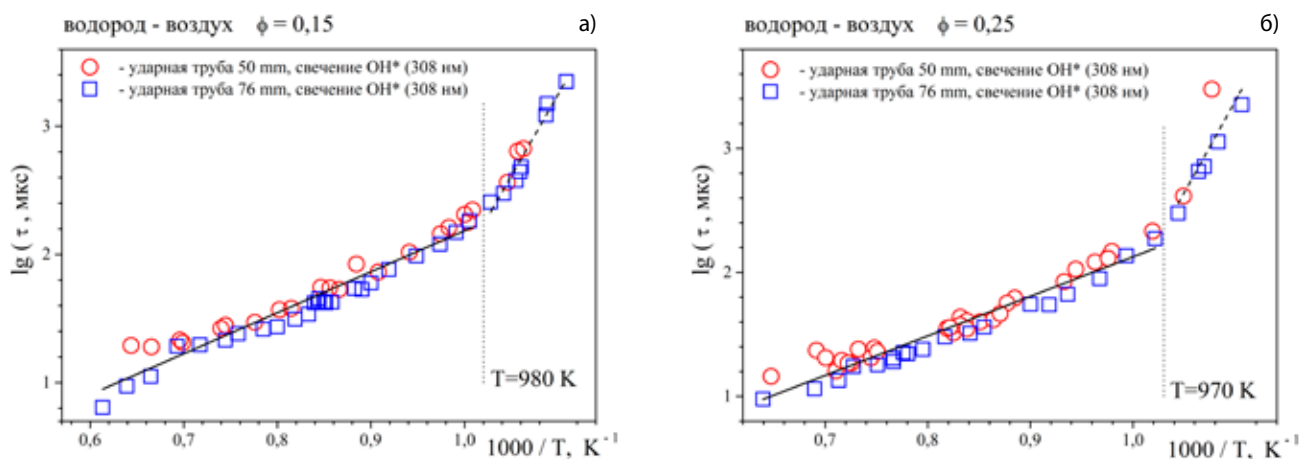


Рис. 2. Зависимость задержки воспламенения от обратной температуры для бедных смесей водорода с воздухом в диапазоне температур 902–1630 К и давлении за отраженной волной 1 атм, $\phi=0,15$ (а) и $\phi=0,25$ (б)

концентрационного предела воспламенения, то есть в бедных и ультрабедных составах при атмосферном давлении. В этом случае процесс характеризуется относительно малым выделением тепла, что сказывается на особенностях распространения пламени. На АЭС химические превращения происходят в замкнутом пространстве помещений и реакторного зала и ограничены давлением, не превышающим предельные значения, при которых конструкции станции могут быть разрушены.

Отсутствуют данные о детальном кинетическом механизме воспламенения ультрабедных и бедных смесей водорода при нормальном давлении, практически нет информации о подобных опытах и в литературе. Мы поставили перед собой задачу – экспериментально исследовать воспламенение бедных смесей водорода с воздухом при нормальном давлении, провести численное моделирование с использованием различных детальных кинетических механизмов и выбрать наиболее подходящий механизм. Устройство примененной для этого установки (ударной трубы) достаточно простое. Обычно она представляет собой трубу круглого сечения, разделенную диафрагмой на секцию низкого давления и более длинную – высокого. В первой находится исследуемый газ, а вторая заполняется максимально легким толкающим газом (гелий, реже – водород). Под созданным высоким давлением в некоторый момент времени разрывается диафрагма, и толкающий газ начинает расширяться в камеру низкого давления, сжимая перед собой исследуемый газ, по которому бежит ударная волна, представляющая собой распространяющийся по среде фронт резкого, почти мгновенного изменения ее параметров: плотности,

давления, температуры. Проходя по исследуемому газу, ударная волна мгновенно нагревает его, и происходит резкий скачок давления. Затем она отражается от торца ударной трубы и распространяется в обратном направлении по смеси, уже нагретой падающей ударной волной. За отраженной ударной волной температура и давление газа гораздо выше, чем за падающей, что в совокупности дает возможность изучить физико-химические превращения в системе.

Основным параметром, описывающим процесс горения различных топлив, является задержка воспламенения (время индукции). Данная величина при определенной температуре, давлении и избытке/недостатке окислителя характеризует реакционную способность смеси. Значение ее можно получить экспериментально и теоретически. Задержка воспламенения, вычисленная экспериментально, может применяться как для решения практических задач, так и для изучения кинетики химических реакций при горении. В данной работе значение задержки воспламенения определялось как интервал времени между моментом отражения ударной волны от торца трубы и началом свечения смеси, то есть период между ее нагревом, повышением в ней давления и началом интенсивной химической реакции (сгоранием).

Для получения максимально достоверных данных работы проводились одновременно с двумя экспериментальными установками – ударными трубами внутренним диаметром 50 и 76 мм.

Изучалось воспламенение бедных водородно-воздушных смесей $5,93\% \text{ H}_2 + 19,76\% \text{ O}_2 + 74,31\% \text{ N}_2$ и $9,5\% \text{ H}_2 + 19\% \text{ O}_2 + 71,5\% \text{ N}_2$ (коэффициент эквивалентного соотношения $\phi = 0,15$ и $0,25$ соответственно).

Самовоспламенение газовой смеси и измерение времени индукции происходило за отраженной от торца измерительной секции ударной волной. Концентрации водорода, кислорода и азота за ней поддерживались практически постоянными в индукционном периоде в каждом сечении ударной трубы для всего исследуемого температурного диапазона.

Времена индукции по свечению определялись следующим образом. Поскольку излучение собиралось из всего объема трубы, итоговый сигнал был интегральным по времени, свечение из каждого следующего объема реагирующей смеси (поперечного сечения трубы) накладывалось и суммировалось с предыдущим. Из-за низкой светимости регистрируемой реакции, что в том числе связано с малым содержанием топлива (водорода) в смеси, зафиксированные сигналы фотоумножителя были сильно зашумлены, что вносило существенную погрешность в результаты измерения величины задержки воспламенения напрямую – например, по началу роста или по пику исходного сигнала. Для более корректного определения данной величины выполнялась обработка исходных сигналов с использованием быстрого преобразования Фурье. Для этого применялись фильтры, которые эффективно пропускают частотный спектр сигнала ниже определенного значения и подавляют сигнал выше заданной частоты. В зависимости от вида конкретного сигнала и соотношения сигнал-шум частотный фильтр подбирался индивидуально. Следующим шагом являлась процедура дифференцирования сигнала. В конечном итоге для определения времени задержки воспламенения на графике дифференцируемого сигнала отмечалось первое значе-

ние максимума/минимума. На *рис. 1* представлены типичные осциллограммы сигналов свечения, регистрируемых в эксперименте, и результаты их обработки. На *рис. 2* мы видим результирующие зависимости задержки воспламенения от обратной температуры для бедных ($\phi=0,15$ и $\phi=0,25$) смесей водорода с воздухом в диапазоне температур 902–1630 К и давлении за отраженной волной 1 атм. Приведены результаты, полученные на двух экспериментальных установках. Хорошо видно, что они совпадают между собой, и это свидетельствует о высоком качестве и достоверности экспериментальных данных, правильно выбранной методике проведения тестов и обработки результатов. Отметим, что в данной работе фактически впервые для бедных водородно-воздушных смесей удалось получить значения задержки воспламенения при температурах ниже 1000 К.

Данные для исследованных смесей условно можно разделить на две группы, каждая из которых хорошо аппроксимируется линейной зависимостью. Границей раздела между ними является область температуры порядка 970–980 К. Были получены следующие зависимости:

для смеси с $\phi=0,15$ (*рис. 2а*):

при $T > 980 \text{ K}$

$$\text{Log}(\tau) = -1,01 + 3,19(1000/T),$$

при этом $E = 61,1 \text{ кДж/моль}$;

при $T < 980 \text{ K}$

$$\text{Log}(\tau) = -10,74 + 12,71(1000/T), E = 243,4 \text{ кДж/моль}$$

для смеси $\phi=0,25$ (*рис. 2б*):

при $T > 970 \text{ K}$

$$\text{Log}(\tau) = -1,06 + 3,19(1000/T), E = 61,1 \text{ кДж/моль}$$

При $T < 970 \text{ K}$

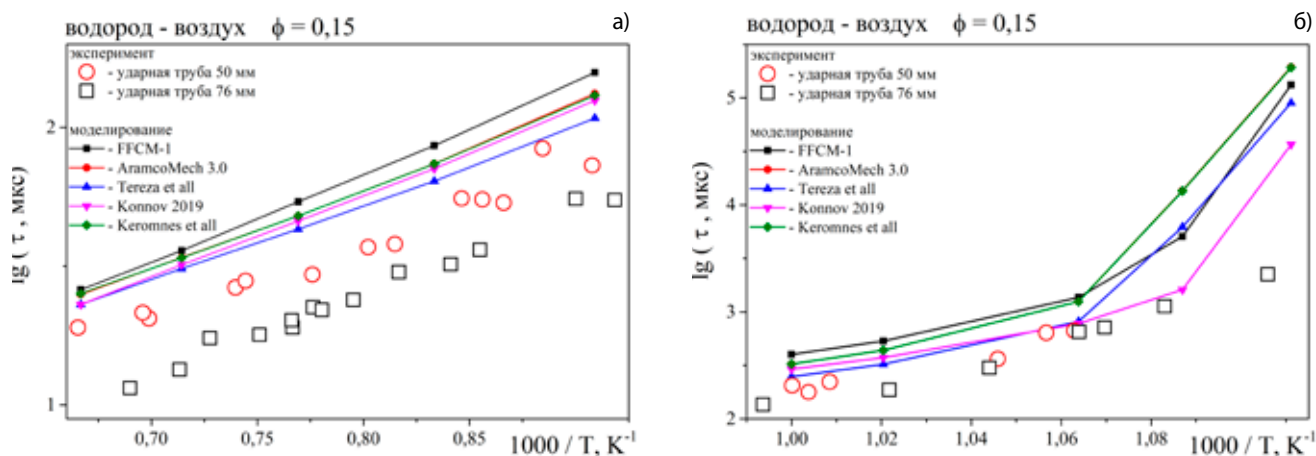


Рис. 3. Зависимость задержки воспламенения от обратной температуры для бедной ($\phi=0,15$) смеси водорода с воздухом при давлении за отраженной волной 1 атм, сравнение результатов эксперимента с численным моделированием: а) 1000–1600 К; б) 900–1000 К

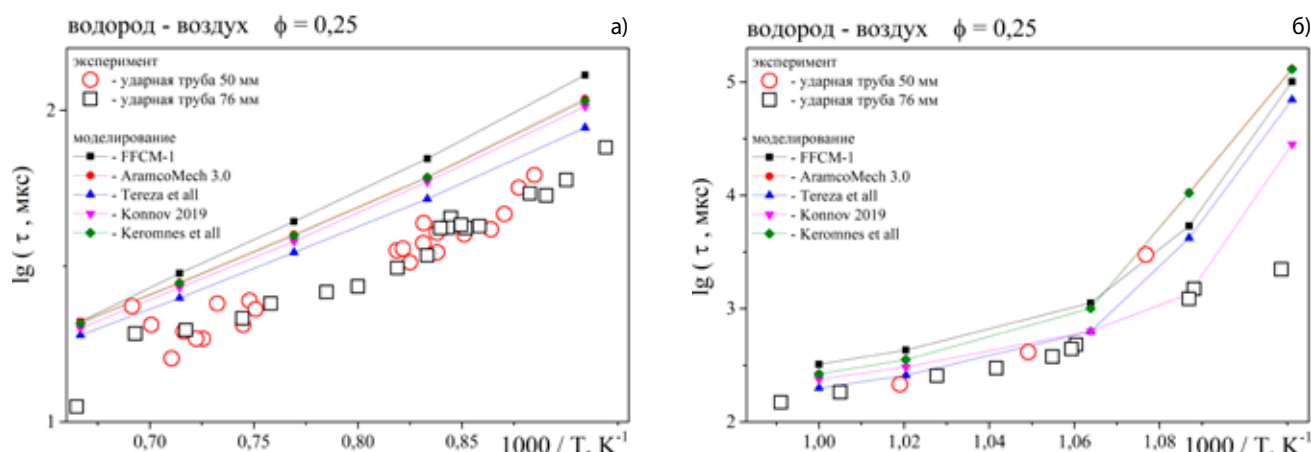


Рис. 4. Зависимость задержки воспламенения от обратной температуры для бедной ($\phi=0,25$) смеси водорода с воздухом при давлении за отраженной волной 1 атм, сравнение результатов эксперимента с численным моделированием: а) 1000–1600 К; б) 900–1000 К

$\lg(\tau) = -12,96 + 14,86(1000/T)$, $E = 284,5$ кДж/моль, где τ – время задержки воспламенения (мкс), T – температура за отраженной ударной волной (К), E – энергия активации.

Математическое моделирование проводилось с помощью программного модуля CHEMKIN-Pro, входящего в пакет ANSYS (Academic version). Так как в экспериментах регистрировался сигнал эмиссии электронно-возбужденного радикала OH^* , из множества доступных в литературе механизмов были выбраны те ДКМ, в которых содержатся блоки реакций с участием данного радикала [1–5].

Задержка воспламенения τ для каждой температуры определялась по максимальному значению молярной доли возбужденно-электронного радикала OH^* при условии $V = \text{const}$.

На рис. 3, 4 сравниваются результаты эксперимента и моделирования для выбранных и упомянутых выше ДКМ при $\phi = 0,15$ и $0,25$ соответственно. Видно, что все использованные кинетические механизмы качественно описывают итоги испытаний. Что касается количественного согласия, следует отметить, что в области низких (ниже 1000 К) температур (рис. 3а, 4а) механизм [3] проявляет себя наилучшим образом. Во всем остальном диапазоне температур результаты расчетов по механизму [2] наиболее близко согласуются с экспериментальными данными.

В представленном исследовании посредством высокочувствительной торцевой методики регистрации эмиссии OH^* на двух установках типа ударная труба впервые удалось экспериментально получить надежные значения задержки воспламе-

нения для бедных (5,93% и 9,5% по объему) водородно-воздушных смесей в диапазоне температур от 902 до 1630 К при начальном давлении 1 атм за отраженными ударными волнами. Это позволило сформулировать аппроксимационные выражения для задержки воспламенения в двух температурных интервалах – ниже и выше температуры 970–980 К. Для изученных смесей в каждом интервале определены соответствующие значения энергии активации. Проведенное численное моделирование с использованием пяти различных независимых детальных кинетических механизмов показало удовлетворительное соответствие экспериментально наблюдаемых и расчетных значений задержки воспламенения во всем исследуемом температурном интервале.

Однако работа в данном направлении не завершена и требуются дальнейшие кропотливые и планомерные научные исследования. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Kéromnès A. An experimental and detailed chemical kinetic modeling study of hydrogen and syngas mixture oxidation at elevated pressures / A. Kéromnès [et al.] // Combustion and Flame. 2013. Vol. 160, Iss. 6. P. 995–1011.
2. Tereza A.M. Numerical Simulation of the Effect of Additives on Autoignition of Lean Hydrogen–Air Mixtures / A.M. Tereza [et al.] // Russian Journal of Physical Chemistry. 2003. May. P. 425–432.
3. Konnov A.A. Yet another kinetic mechanism for hydrogen combustion / A.A. Konnov // Combustion and Flame. 2019. Vol. 203. P. 14–22.
4. C-W. Zhou. An experimental and chemical kinetic modeling study of 1,3-butadiene combustion: Ignition delay time and laminar flame speed measurements / Zhou C-W. // Combustion and Flame. 2018. Vol. 197. P. 423–438.
5. Smith G.P. Foundational Fuel Chemistry Model Version 1.0 (FFCM-1) / G.P. Smith // <https://web.stanford.edu/group/haiwanglab/FFCM1/pages/FFCM1.html>.

Детекторы ионизирующих излучений



Михаил Коржик,
заведующий лабораторией
экспериментальной физики
высоких энергий Института
ядерных проблем БГУ, доктор
физико-математических наук,
профессор



Александр Лобко,
заместитель директора
по научной работе
Института ядерных проблем
БГУ, доктор физико-
математических наук,
доцент



Сергей Максименко,
директор Института
ядерных проблем
БГУ, доктор физико-
математических наук,
профессор



Виталий Мечинский,
ведущий научный
сотрудник лаборатории
экспериментальной
физики высоких энергий
Института ядерных проблем
БГУ, кандидат физико-
математических наук

Вступление Республики Беларусь в не столь многочисленный и привилегированный клуб стран, активно использующих ядерную энергетику для производства экологически чистой электроэнергии, является не только свидетельством технологической зрелости национальной экономики, но также рождает ряд новых и, что важно, обязательных для решения проблем. Среди них следует выделить подготовку квалифицированных кадров как для БелАЭС, так и для организации контроля радиационной обстановки на станции, вблизи нее и на территории всей страны, а также обеспечение безопасности хранения и экс-

плуатации ядерного топлива (ЯТ) и отработанного ядерного топлива (ОЯТ) [1].

В БССР был накоплен существенный опыт в решении указанной проблемы, когда велась активная работа по созданию малогабаритных ядерных установок [2, 3], которые стали прообразом современных модульных ядерных реакторов. Совместные усилия отечественных вузов и ведущих российских университетов вносят существенный вклад в решение задачи подготовки кадров для атомной отрасли. К сожалению, возникает новая проблема, существенным образом влияющая на стабильное и безопасное развитие ядерной энергетики, – техническое оснащение системы ядер-

ного и радиационного контроля и мониторинга, связанная с прекращением поставок в Беларусь и Россию многих импортных компонентов для создания (а также ремонта и обслуживания) современной детектирующей аппаратуры.

Важно отметить, что сложившаяся ситуация затрагивает не только АЭС, но и другие отрасли, использующие радиационные технологии, к примеру ядерную медицину, которая сейчас бурно развивается. В связи с этим импортозамещение на предприятиях и в организациях, разрабатывающих и производящих аппаратуру для ядерного и радиационного контроля, – первоочередная задача.

В типичном водо-водяном энергетическом реакторе (ВВЭР) на урановом топливе ежегодно образуется около 20 т ОЯТ, в котором содержится около 1 т урана-235 и -238, до 10 кг плутония и суммарно несколько килограммов продуктов деления: цезия-137, технеция-90, стронция-90, иода-129, самария-151, а также актиноидов: нептуния-237, америция-241, -243 и юрия-242, -244. Как ЯТ, так и ОЯТ являются источниками ионизирующего излучения, поэтому их состояние, состав и связанные с этим риски должны оцениваться с помощью специализированного измерительного оборудования с одновременным мониторингом радиационной обстановки на территории атомной станции и вокруг нее.

Излучение образуется при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и при их взаимодействии со средой. По природе оно может быть электромагнитным (ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение) или представлять собой поток частиц различной природы – нейтронов, нейтрино, протонов, электронов и ядер. В живой ткани ионизация приводит к гибели клеток, может вызвать заболевания различной степени тяжести, а в некоторых случаях – летальный исход.

Наиболее важный составной элемент ядерно-физической измерительной аппаратуры – детекторный материал, принцип действия которого основан на обнаружении эффекта ионизации в рабочей среде. Электромагнитное излучение взаимодействует непосредственно с электронами атомов рабочей среды, а при высоких энергиях – и с ядрами за счет процессов торможения, фотопоглощения, рассеяния, образова-

ния электронно-позитронных пар и ядерных реакций. Нейтральные и заряженные частицы создают вторичное излучение, которое и регистрируется в его материале.

Детекторные материалы условно разделяются на два типа:

- *для ионизационных измерителей с прямым преобразованием энергии ионизирующего излучения в электрический заряд. К ним относятся газы для газонаполненных детекторов, на основе которых создаются ионизационные камеры, газоразрядные и пропорциональные счетчики, а также полупроводники и многочисленные детекторы на их основе;*

- *сцинтилляционные, основанные на эффекте преобразования неравновесных носителей, возникших при ионизации, в ансамбль возбужденных люминесцентных центров. В таких детекторах применяется люминесценция рабочего вещества с последующим преобразованием энергии световых фотонов в электрический сигнал фотоприемников. К ним также примыкает группа детекторных материалов, работающих на эффекте Вавилова-Черенкова. Агрегатные состояния данных веществ разнообразны: жидкое, газообразное и твердое, причем последняя группа включает кристаллические, аморфные, полимерные и композитные.*

Лишь немногим более столетия назад вольфрамат кальция (CaWO_4) уже использовался для наблюдения рентгеновского излучения. Вплоть до конца Второй мировой войны научное сообщество обходилось применением нескольких детекторных материалов, среди

которых были вольфрамат кальция и сульфид цинка. Интенсивное развитие атомных проектов в поствоенный период стимулировало совершенствование техники регистрации ионизирующих излучений. За сравнительно короткое время были открыты все основные классы детекторных материалов и начато их широкое освоение. Доминирующими стали сцинтилляционные материалы, в частности кристаллы щелочно-галогидных соединений и полимерные материалы в виде прозрачных пластиков, которые до сих пор сохраняют ведущие позиции. Исследование неорганических кристаллических материалов на основе фторидных и кислородных неорганических соединений получило мощный стимул в связи с поиском и созданием лазерных сред в 60-х гг. прошлого века. Тогда работы в данной области были практически побочной линией при поиске новых лазерных материалов. Лишь с открытием М. Вебером тригерманата висмута [4], его широким внедрением в медицинскую диагностику и эксперименты по физике частиц и высоких энергий более 40 лет назад, стало очевидным, что сцинтилляционные детекторы весьма перспективны.

Отличительная особенность методик детектирования на основе сцинтилляционных материалов – недостижимый для других способов диапазон размеров исследуемых объектов, возможность разделения процессов во времени и определения их внутренней структуры: от физики частиц и высоких энергий до неразрушающего контроля и медицинской диагностики. С помощью детекторов ионизирующего излучения измеряются параметры объектов от частей Вселен-

ной и их эволюции до элементарных частиц и квантов различных взаимодействий.

Белорусские ученые также внесли существенный вклад в создание детекторных материалов. Открытие в НИИ ядерных проблем БГУ сцинтилляционного материала вольфрамата свинца $PbWO_4$ [5, 6], разработка технологии его синтеза и широкое внедрение в экспериментальную физику стали вехой в развитии техники детектирования ионизирующего излучения. Достигнутые результаты создают научно-технический базис современной детектирующей аппаратуры для системы контроля ядерной и радиационной безопасности без (или с минимальным присутствием) импортных комплектующих.

Радиационный контроль использования и перемещения делящихся ядерных материалов

Основу средств контроля вблизи ядерных энергетических объектов составляют установки радиационного мониторинга. Их многочисленные применения обуславливаются относительной дешевизной

крупногабаритных щелочно-галогидных сцинтилляционных материалов, широко производимых на протяжении десятков лет. Однако до сих пор технология их выпуска не является идеальной, поэтому наблюдается постепенный переход к многослойным (композитным) или матричным детекторам, состоящим из набора небольших элементов.

Специфика обращения с делящимися ядерными материалами как одной из самых опасных для здоровья человека субстанцией предопределила высокий уровень не только регламентации правил в сфере безопасности, но и средств детектирования для предотвращения несанкционированного перемещения, а также контроля их разрешенного использования.

Регистрация и анализ ионизирующего излучения в радиационных мониторах осуществляется методом сравнения излучения контролируемого объекта с уровнем фона в месте нахождения монитора без непосредственного измерения численного значения какой-либо нормированной характеристики.

Обнаружение монитором ядерных материалов и радиоактивных веществ выдается в виде сигналов, не содержащих значений физиче-

ских величин, но подтверждающих, что излучение контролируемого объекта превышает пределы некоторого порога по отношению к внешнему радиационному фону. Такие приборы позволяют беспрепятственно и эффективно осматривать людей, транспорт, багаж, помещения. Широко применяются комбинированные способы обнаружения, например одновременное использование в мониторах детекторов γ - и нейтронного излучения. Радиационные мониторы, в том числе гамма-спектрометры, являются одними из основных технических средств учета и контроля ядерных материалов. На *рис. 1* приведено изображение одного из современных мониторов γ - и нейтронного излучения, разработанного в Институте ядерных проблем БГУ, со сцинтилляционным материалом $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce$, серийно выпускаемым в России.

За последнее десятилетие существенно расширен перечень материалов, уже используемых в гамма-спектрометрах и мониторах, а также тех, что предстоит исследовать. Наряду с $LaBr_3:Ce$ отметим ряд новых галогидных материалов, активированных ионами европия (*таблица*), обладающих высоким выходом света сцинтилляций. Они прекрасно подходят для спектрометрии слабых потоков гамма-излучения, однако являются чрезвычайно гигроскопичными, что сдерживает освоение технологии их производства и применения.

Гораздо меньшую номенклатуру имеют пластмассовые сцинтилляторы, с помощью которых благодаря их значительным размерам, достигающим нескольких метров, успешно обнаруживают замаскированные и запрещенные к перемещению ядерные материалы.

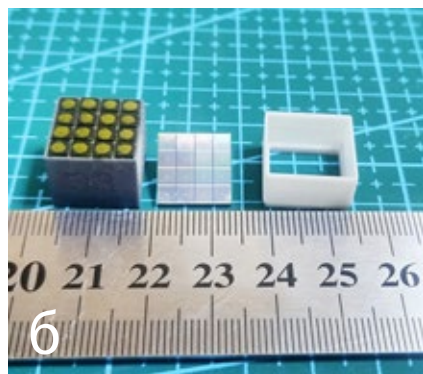
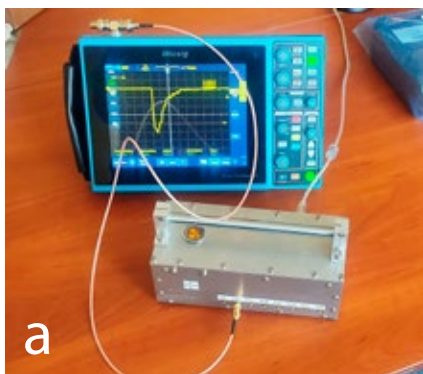


Рис. 1. Радиационный монитор γ - и нейтронного излучения (а) и его детекторный элемент (б)

Таблица. Материалы, перспективные для спектрометрии гамма-излучения

Кристалл	ρ г/см ³	Максимум высвечивания	Световыход LY	Разрешение R, %	Константа затухания сцинтилляции	Гигро- скопичность
		λ , нм	ph/Mev	Cs ¹³⁷	τ , нс	
SrI ₂ :Eu	4,55	435	115'000	2,6	1,500	Сильная
Ba ₂ CsI ₅ :Eu	4,9	435	102'000	2,55	383; 1,500	Средняя
SrCsI ₃ :Eu	4,25	458	73'000	3,9	2,200	Средняя
BaBrI:Eu	5,2	413	97'000	3,4	500	Низкая
NaI:Tl	3,67	415	44'000	5,6	230	Сильная

Таким образом, внедрение новых материалов в детекторы, предназначенные для обнаружения запрещенных к проносу и провозу ядерных материалов, имеет серьезные перспективы. Хотя технологическая база для их получения в Беларуси отсутствует, существуют надежные кооперационные связи с Российской Федерацией, обладающей одним из самых высоких производственных потенциалов в данной области. Отечественным производителям, освоившим выпуск мониторингового и спектрометрического оборудования, целесообразно использовать новые поколения галоидных материалов.

Для контроля и измерения уровня загрязнений источниками γ -квантов подходят многочисленные детекторы на основе вышеперечисленных кристаллов-сцинтилляторов. Однако в случае загрязнений радиоактивными источниками электронов и позитронов (бета-загрязнения) важно отделять сигналы детекторов частиц от бета-частиц и гамма-квантов. До последнего времени бета-загрязнения контролировались с помощью газоразрядных счетчиков, имеющих существенные недостатки.

Одно из предложенных технических решений – переход к композитным детекторным материалам (АТОМТЕХ, Беларусь) с развитой детекторной поверхностью (рис. 2).

Мониторинг активной зоны ядерных реакторов

Горение ядерного топлива в реакторе производит вторичные изотопы, многие из которых бета-активны и распадаются с испусканием электрона и электронного антинейтрино. Идущий из реактора нейтринный поток огромен, поэтому даже при малом сечении взаимодействия рабочего вещества детектора с нейтрино (антинейтрино) можно регистрировать их сотнями в сутки и отслеживать работу реактора практически в режиме реального времени.

Для измерения реакторных антинейтрино, как правило, используется реакция обратного бета-распада на протонах в рабочем веществе детектора. Пионерные работы в этом направлении были выполнены в Курчатовском институте П.Е. Спиваком и

Л.А. Микаэляном в середине прошлого столетия [7]. Были сделаны первые шаги по развитию методов дистанционного определения композитного состава топлива в активной зоне реактора в реальном времени.

Установка по нейтринометрии реактора решает сразу несколько задач: позволяет вести мониторинг того, как именно выгорает ядерное топливо, и наблюдать за нейтринным потоком для прослеживания эволюции его изотопного состава в процессе горения. Это поможет выявить, вырабатывается ли при этом плутоний и сколько его остается в выгружаемом сырье по окончании цикла работы. Мониторинг обеспечит наблюдательным организациям, например Международному агентству по атомной энергии (МАГАТЭ), контроль соблюдения требований по нераспространению ядерного оружия. Нейтринометрия выполняет и томографию

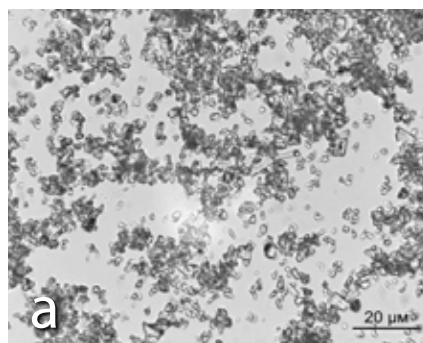


Рис. 2. Частицы сцинтиллятора Li₂CaSiO₄:Eu (а) и его же слой после упорядочения гранулометрического состава под облучением УФ-лампы (б)

ядерного реактора, восстанавливая пространственную картину выгорания топлива в реакторе с достаточно крупной активной зоной.

Таким образом, весьма перспективной является разработка детектора реакторных антинейтрино индустриального типа, который может стать прототипом серийных моделей. Антинейтринный детектор устанавливается на расстоянии десятков метров от активной зоны. Он технологически не связан с реактором, со службами контроля и управления и может обеспечить дистанционный независимый мониторинг реактора ядерных энергетических установок. Детектор будет работать в режиме «черного ящика» и выдавать информацию, которую невозможно фальсифицировать, в удаленный центр. Развитие этого прикладного направления нейтринной физики имеет большое значение для МАГАТЭ как гаранта нераспространения делящихся материалов. Задача ближайшего будущего – создание более компактных и имеющих улучшенные параметры нейтринных приборов для постоянного мониторинга реакторов АЭС России и Беларуси и возможного тиражирования этой технологии в других странах.

Обслуживание потребностей ядерного энергетического сектора – не единственная, хотя и весьма важная область, где используются детекторные материалы для измерения ионизирующего излучения. Они также применяются в медицинской диагностике и терапии, экспериментальной физике, при неразрушающем контроле грузов (в том числе таможенных), в радиационной дефектоскопии при исследовании природных объектов и пищевых продуктов, при измерениях в косми-

ческом пространстве, каротаже скважин, в радиационной тензометрии, в спектрометрии и активационном анализе материалов, в электронной микроскопии и структурном анализе материалов, при обеззараживании и стерилизации, обработке посевного материала и т.д.

Областями, где роль ядерно-физических методов измерения неуклонно будет возрастать, являются: поиск полезных ископаемых и подземная навигация средств разведки в области месторождений углеводородов; учет состояния потоков ионизирующего излучения вблизи планеты для уточнения прогноза погоды; промышленная интроскопия, в том числе нейтронная радиография, и т.д.

Исследования в области детекторных материалов, особенно сцинтилляционных, тесно переплетаются с разработкой других люминесцентных материалов и улучшением их свойств. Результаты, которые будут получены, помогут в создании устройств светодиодного, лазерного освещения, новых технологий маркировки с

помощью красителей; биомаркеров для люминесцентной интроскопии в медицине и медицинских исследованиях; новых технологий лучевой и корпускулярной терапии.

Диагностическая техника, радиофармпрепараты, технологии визуализации – лишь часть перечня, ставшего привычным для потребителя. Вопросы развития данного списка давно акцентированы не только на вертикальном росте новейших форм, но и горизонтальном, связанном с дальнейшим внедрением имеющих продукты на более слаборазвитые рынки. Для этого ведутся работы, ориентированные на снижение стоимости источников излучения и оборудования, повышение их доступности, безопасности и экологичности, достижение оптимальных параметров облучения и т.д. Развитие наукоемких радиационных технологий шестого технологического уклада – несомненно, перспективное направление, способное объединить потенциал и опыт ученых и инженеров Республики Беларусь. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. А.В. Балихин. О состоянии и перспективах развития методов переработки отработавшего ядерного топлива // Комплексное использование минерального сырья. 2018. №1. С. 71–87.
2. Красин А.К. Ядерная энергетика и пути ее развития / А.К. Красин. – Минск, 1981.
3. Красин А.К. Мирное использование ядерной энергии / А.К. Красин. – Минск, 1982.
4. M.J. Weber. Inorganic scintillators: today and tomorrow // Journal of Luminescence. 2022. Vol. 100, Iss. 1–4. P. 35–45.
5. V.G. Baryshevsky. Single crystals of tungsten compounds as promising materials for the total absorption detectors of the e.m. calorimeters / V.G. Baryshevsky, M.V. Korzhik, V.I. Moroz [et al.] // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A. 1992. Vol. 322, issue 2. P. 231–234.
6. Качанов В.А. Кристаллы вольфрамата свинца – основа электромагнитной калориметрии. В глубь материи: физика XXI века глазами создателей экспериментального комплекса на Большом адронном коллайдере в Женеве / В.А. Качанов, М.В. Коржик, А.Н. Анненков. – М., 2009.
7. К исследованию феномена советской физики 1950–1960-х гг. Социокультурные и междисциплинарные аспекты; сост. и ред. В.П. Визгин [и др.]. – СПб., 2014.

Национальная система управления ядерными знаниями

Строительство Белорусской атомной электростанции (БелАЭС) стало отправной точкой формирования в нашей стране современной атомной отрасли и потребовало решения множества сложных и связанных между собой задач, обусловленных как жесткими требованиями со стороны Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), так и строгим контролем и надзором регулирующих органов нашего государства. Этот комплекс проблем включал в том числе обеспечение ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации БелАЭС, захоронение радиоактивных отходов, возможное использование ядерно-физических методов в научных исследованиях, на производстве, в сельском хозяйстве, медицине и других отраслях экономики. Также встал вопрос подготовки большого количества специалистов в различных областях физики, химии, техники, биологии, экологии и т.д. Все это привело к необходимости создания системы управления ядерными знаниями (ЯЗ) для реализации целенаправленной национальной политики, которая обеспечит безопасное, устойчивое и эффективное развитие ядерной энергетики и промышленности в нашей стране.



Светлана Сытова,
заведующий
лабораторией
аналитических
исследований
Института ядерных
проблем БГУ,
кандидат физико-
математических наук,
доцент

В Декларации ЮНЕСКО о науке и использовании научных знаний придается особое значение свободному распространению результатов научной деятельности, для чего требуются электронные научные архивы, порталы и крупные информационные системы на основе передовых информационных технологий [1–4]. В качестве примера следует назвать эффективную деятельность МАГАТЭ – мирового центра сотрудничества в области менеджмента ядерных знаний, которая проводится организацией с начала XXI в. [5–8]. Сегодня благодаря ее усилиям созданы национальные порталы ЯЗ во многих странах, развиваются европейская, азиатская, африканская и другие сети ядерного образования.

Поскольку ядерные знания уникальны во многих отношениях, управление ими особенно ответственно. Они отличаются от знаний, разработанных и используемых в других сферах, тем, что включают такие важные аспекты, как безопасность и нераспространение, связанные с двойным (мирным и немирным) характером ядерных технологий, и вызывают серьезную озабоченность общественности. Немаловажную роль играют такие факторы, как сложность, высокие затраты, длительные сроки, необходимость участия правительства, высокий уровень международной кооперации и потребность в постоянном совершенствовании высшего образования в данной области. Хотя накопление фундаментальных научных ЯЗ происходит около века, взрывной рост их практического при-

менения начался в последние 60 лет. Очевидно, что знания ключевых ядерных экспертов должны сохраняться, передаваться и развиваться в течение длительного периода времени как для обслуживания действующих ядерных установок, так и для обеспечения глобального устойчивого роста.

Согласно концепции МАГАТЭ, система управления ядерными знаниями (СУЯЗ) представляет собой комплексный систематический подход, применяемый на всех этапах жизненного цикла ЯЗ, включая их идентификацию, совместное использование, защиту, распространение, передачу и хранение [5, 6]. Эта междисциплинарная задача требует разработки методологии, сочетающейся с работой опытных специалистов, позволяющей преодолеть потерю знаний, обеспечить и нарастить их объем, решить проблему старения рабочей силы и наличия квалифицированных человеческих ресурсов. В последнее время МАГАТЭ особое внимание уделяет современным ИТ в СУЯЗ – семантическим технологиям [9] и технологиям компьютерной безопасности [10].

Специфика Беларуси обусловлена тем историческим испытанием, которое выпало на долю нашего народа, – чернобыльской аварией и преодолением ее последствий, и как следствие – накоплением весомого научного багажа ядерных знаний.

Место нашей республики в широком диапазоне ЯЗ определяется ценностью ее как страны, прошедшей путь от новичка в области ядерной энергетики до государства, успешно реализовавшего с нуля ядерную энергетическую программу.

Многие международные организации все чаще обращаются к изучению белорусского опыта

развития инфраструктуры ядерной и радиационной безопасности на основе современных требований МАГАТЭ, а также успешного преодоления последствий чернобыльской аварии, и возможностям использования готовой экспериментальной площадки в чернобыльской зоне для различных научных исследований. Зарубежных специалистов интересует, как ведется надзор на этапе сооружения, ввода в эксплуатацию и функционирования БелАЭС, каким образом проводится экспертиза безопасности, осуществляется лицензирование и пр.

Согласно концепции МАГАТЭ [5–8], координирующей площадкой для реализации национальной политики в области УЯЗ, доступной всем участникам, должен стать национальный портал ядерных знаний. В нашей стране главной движущей силой по формированию системы управления ими выступает Департамент по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям Респу-

блики Беларусь (Госатомнадзор). Создаваемая под его руководством СУЯЗ включает разработку информационных технологий для интеллектуальной поддержки информационно-аналитической деятельности Госатомнадзора с использованием методов и принципов управления ядерными знаниями, а также национальный электронный портал ядерных знаний Республики Беларусь, который будет размещен на отечественных облачных платформах в 2025 г.

По инициативе Госатомнадзора в качестве основы национального портала использованы 2 разработки НИИ ЯП БГУ. Это электронный научно-образовательный портал ядерных знаний учреждений образования Республики Беларусь BelNET (Belarusian Nuclear Education and Training Portal), <https://belnet.by/>, <https://belnet.bsu.by/> – прототип создаваемого национального портала и Интеллектуальная информационная система сотрудника Госатомнадзора (ИИСН ГАН) для

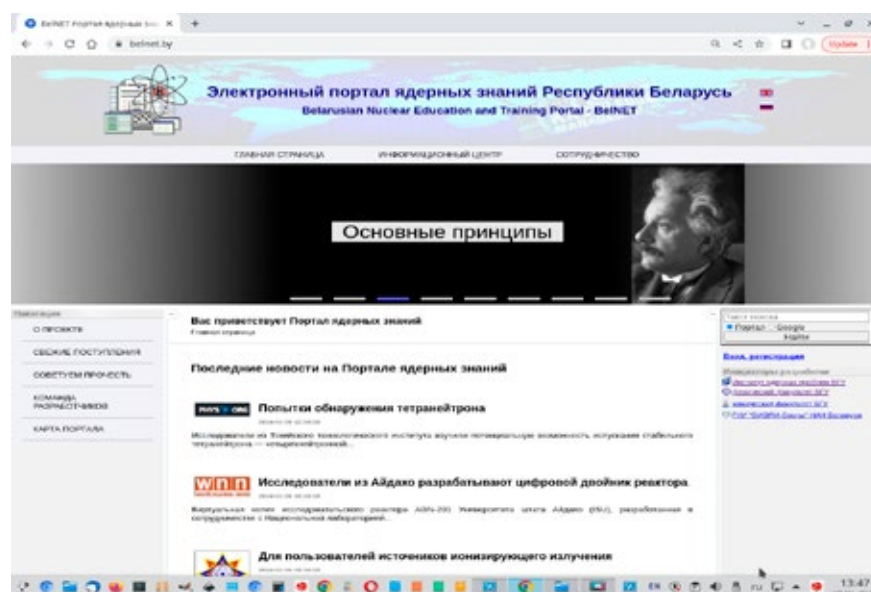


Рис. 1. Копия главной страницы портала ядерных знаний BelNET <https://belnet.by/>

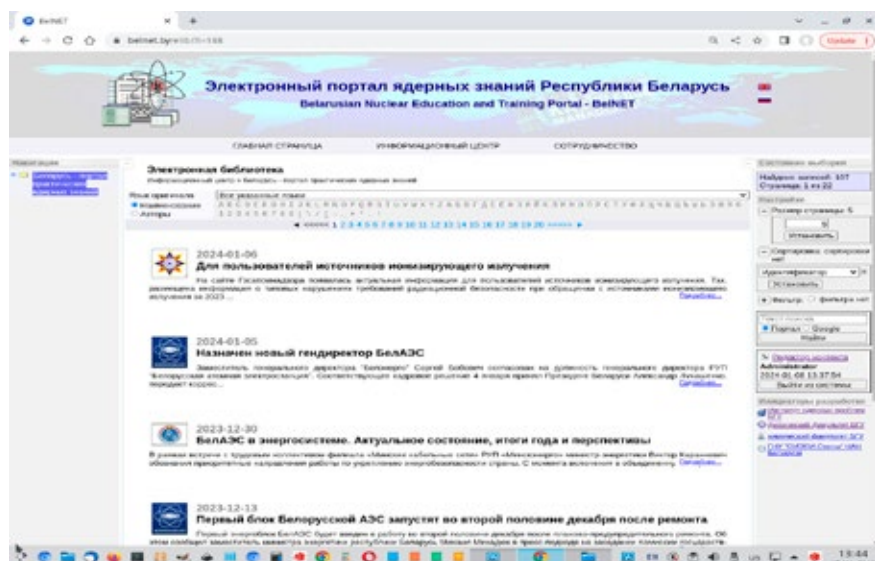


Рис. 2. Раздел «Беларусь – портал практических ядерных знаний» портала ядерных знаний BelNET
<https://belnet.by/>

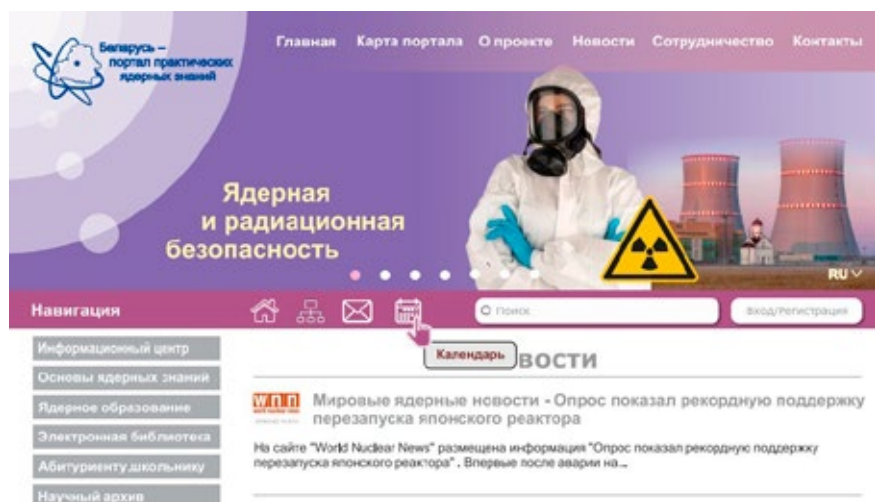


Рис. 3. Новый интерфейс и дизайн будущего национального портала ядерных знаний Республики Беларусь

обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности.

Портал BelNET – пока единственный ресурс ядерных знаний в Беларуси, содержащий по состоянию на начало 2024 г. свыше 4,5 тыс. записей – законодательных, научных, учебно-образовательных, новостных, информаци-

онных и пр. Программное обеспечение eLab-Science (оригинальная система управления контентом) и первые материалы ресурса разработаны в рамках государственных программ научных исследований в период 2014–2018 гг. Начиная с этого времени BelNET функционирует без сбоев и аварийных ситуаций в режиме 24/7. Он ста-

бильно пополняется новыми материалами, в том числе оригинальными, специально разработанными для него. Что касается ПО eLab-Science, то оно находится в постоянном развитии и совершенствуется (рис. 1, 2).

Главное преимущество отечественного портала BelNET по сравнению с многочисленными аналогами, созданными под эгидой МАГАТЭ, заключается в том, что большая часть его материалов представлена на русском языке и в открытом доступе. И лишь для выполнения лабораторных заданий предусмотрена свободная регистрация с тем, чтобы обеспечить учет результатов выполнения тестов к лабораторным работам для конкретного пользователя.

Система ИИСН ГАН (ПО eLab-Control) разработана в рамках ГНТП «Интеллектуальные информационные технологии» (2016–2020 гг.). В настоящее время она состоит из нескольких модулей:

- контроль (надзор) за обеспечением безопасности при сооружении, вводе в эксплуатацию и эксплуатацией Белорусской АЭС;
- контроль (надзор) за радиационной безопасностью источников ионизирующего излучения;
- учет ядерных материалов;
- лицензирование;
- общая информация и вспомогательные инструменты.

Модуль по учету ядерных материалов реализован в строгом соответствии с требованиями МАГАТЭ в данной области.

В результате выполнения проекта проведено программное оснащение свыше 50 рабочих мест в Госатомнадзоре, его территориальных подразделениях, в том числе в областных центрах, на площадке Белорусской АЭС.

Обе информационные системы (eLab-Control и eLab-Science) разработаны в рамках фреймворка eLab на основе свободного программного обеспечения [11–13]. Фреймворк – это шаблон для программной платформы, на основе которого на одних и тех же принципах (включающих повышенные требования к компьютерной безопасности) в рамках похожего интерфейса можно развивать множество информационных систем для разных применений. На различные программные продукты фреймворка eLab получено 5 свидетельств Национального центра интеллектуальной собственности Республики Беларусь о регистрации, в том числе №683 «Компьютерная программа системы управления источниками ионизирующего излучения» (2014 г.), №843 «Система управления учебно-научным порталом» (2015 г.), №1117 «Интеллектуальная информационная система сотрудника Госатомнадзора для обеспечения контроля (надзора) в области ядерной и радиационной безопасности» (2018 г.).

Для национального портала ЯЗ разработаны оригиналь-

ные алгоритмы автоматической систематизации (размещения) записей контента в таксономии (иерархической структуре) портала на основе семантических технологий с использованием инструмента полнотекстового поиска [14]. Данные алгоритмы позволяют автоматически формировать группу дескрипторов – ключевых слов данного ресурса, определять один или несколько разделов для размещения на портале создаваемого информационного ресурса (записи). Тщательное автоматическое определение ключевых слов повышает видимость и позиции показа материалов портала в поисковой выдаче. Таким образом, можно констатировать, что создаваемый национальный портал ядерных знаний Республики Беларусь будет семантическим (рис. 3).

Формирование полноценной СУЯЗ – процесс долговременный, поскольку ее создание связано с необходимостью более активного участия в этой работе отечественных организаций, оперирующих ядерными знаниями, в том числе не только Белорусской АЭС, Госатомнадзора, но и персонала предприятий техни-

ческой поддержки Госатомнадзора, учреждений и ведомств, осуществляющих деятельность с источниками ионизирующих излучений, генерирующим оборудованием, преподавателей вузов и студентов профильных специальностей. Можно констатировать, что мы находимся в начале пути. Наша цель – его успешно пройти.

Работа над проектом осуществляется в рамках мероприятия 13 подпрограммы 3 «Научное обеспечение эффективной и безопасной работы Белорусской атомной электростанции и перспективных направлений развития атомной энергетики» Государственной программы «Наукоемкие технологии и техника» на 2021–2025 гг.

Ядерная энергетика стала важным источником низкоуглеродной электроэнергии в нашей стране, и потому создание и развитие программ и инициатив по управлению ядерными знаниями – ответ на текущие потребности в сохранении, накоплении ядерных знаний, навыков и опыта, в том числе эксплуатации, обеспечении их передачи от поколения к поколению, укреплении взаимосвязи науки и практики. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Декларация о науке и использовании научных знаний принята ЮНЕСКО 01.07.1999 г. // https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000116994_rus.
2. Tiwana A. Knowledge Management Toolkit. –1999. // https://www.researchgate.net/publication/31706785_The_Knowledge_Management_Toolkit_Practical_Techniques_for_Building_a_Knowledge_Management_System_A_Tiwana.
3. Румизен М.К. Управление знаниями. – М., 2004.
4. A conceptual framework for managing very diverse data for complex, interdisciplinary science / M.A. Parsons [et al.] // Journal of Information Science. 2011. Vol. 37(6). P. 555–569.
5. Maintaining knowledge, training and infrastructure for research and development in nuclear safety. INSAG-16. Vienna: IAEA, 2003.
6. Knowledge management for nuclear industry operating organizations. IAEA-TECDOC-1510. Vienna, 2006.
7. Comparative Analysis of Methods and Tools for Nuclear Knowledge Preservation. – Vienna, 2011.
8. Managing Nuclear Safety Knowledge: National Approaches and Experience STI/PUB/1938 | 978-92-0-104221-7. 2021.
9. Exploring semantic technologies and their application to nuclear knowledge management. IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-6.15. – Vienna, 2021.
10. Computer security for nuclear security. IAEA Nuclear Security Series No. 42-G. – Vienna, 2021.
11. Информационная система eLab для аккредитованных испытательных лабораторий на основе свободного программного обеспечения / С.Н. Сытова [и др.] // Информатика. 2017. №3. С. 49–61.
12. Sytova S. Information tool for multifarious scientific and practical research / Engineering of Scintillation Materials and Radiation Technologies. Selected articles of ISMART2018. Ed.: M. Korzhik, A. Gektin // Springer Proceedings in Physics. 2019. Vol. 227. Chapt. 21. P. 281–292.
13. Сытова С.Н. Информационная система eLab в науке, практике, образовании. – Минск., 2021.
14. Использование семантических технологий для развития портала ядерных знаний BeINet / С.Н. Сытова [и др.] // Информационные системы и технологии : материалы междунар. науч. конгресса по информатике в 3 ч. Ч. 3. Минск, 27–28 октября 2022 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: С.В. Абламейко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2022. С. 193–198.

Упреждающая основа для управления новыми технологиями

В отчете «Перспективы развития науки, технологий и инноваций ОЭСР на 2023 г.: обеспечение переходных процессов во времена перемен» анализируется набор критериев и инструментов проектирования, которыми можно руководствоваться при разработке упреждающей основы для управления новыми технологиями [1]. Сегодня их созидательная роль неоспорима: они имеют огромный потенциал для улучшения качества жизни, повышения эффективности и конкурентоспособности экономики, а также создания новых возможностей для бизнеса и инноваций. Однако быстрые технологические изменения могут нести в себе негативные последствия и риски, такие как социальные потрясения, углубление неравенства, нарушение неприкосновенности частной жизни и пр. Например, повсеместное внедрение видеонаблюдения и систем распознавания лиц становится инструментом массовой слежки, социальные сети иногда выступают источником активного распространения дезинформации, а рассекречивание результатов геномных исследований чревато серьезными проблемами для людей. Обратная сторона медали проявляется также в вопросах распределительной справедливости, геополитики и безопасности. К примеру, в период пандемии важнейшую роль в облегчении течения болезни сыграли вакцины против COVID-19, однако масштабы их распространенности в странах с высоким, низким и средним уровнем дохода были несоизмеримы.



Платформа для гуманитаризации новых технологий

Как утверждают аналитики отчета, ссылаясь на авторитетные источники, призывы к технологической независимости – в лучшем случае к технологическому суверенитету, а в худшем – к новым формам технонационализма – привели к напряженности в международном научно-техническом сотрудничестве, выявили уязвимые места в цепочках поставок, что сказывается на экономической устойчивости отдельных государств. В этой связи, учитывая положительные и отрицательные эффекты от приме-

нения новых технологий, ими надо научиться грамотно управлять, обеспечивая нормы и стандарты как для стимулирования исследований и открытий, так и для использования на практике. Этот процесс можно определить как «осуществление политических, экономических и административных полномочий в области разработки, распространения и эксплуатации технологий» [2]. Авторы доклада ОЭСР отмечают тот факт, что управление технологиями привлекает все большее внимание мирового политического истеблишмента. В последние годы несколько международных симпозиумов сосредоточили свое внимание на этой теме, в том числе инициатива «Технологии во благо» (Франция, 2020), «Технологии, утверждающие демократию» (США, 2021), Форум технологий будущего (Соединенное Королевство, 2021), Рекомендация Совета ОЭСР по гибкому регуляторному управлению использованию инноваций (2021), Глобальный форум по технологиям для содействия многостороннему сотрудничеству в области цифровых и новых технологий (ОЭСР, 2022) и т.д. Подобные усилия связаны с решением проблемы в таких критически важных и новых областях, как ИИ, робототехника и синтетическая биология, поскольку по мере распространения их воздействие на общество становится более глубоким, а последствия более серьезными. В этом контексте их масштабирование без определенных ограничений может принести ощутимый вред.

По мнению составителей прогноза, вектор политического, экономического или администра-

тивного регулирования инновационного процесса должен сместиться с управления рисками, связанными с технологиями, на вовлечение в сам процесс их разработки, а также на предвидение проблем на ранней стадии, их решение с помощью инклюзивных инструментов и согласования создания инноваций с социальными целями. При этом, бесспорно, необходимо найти баланс между возможностью непредвиденного развития технологий и формированием заданных траекторий. Существует острая необходимость продвижения общих ценностей, включающих в себя, как известно, ценности демократии, прав человека, устойчивости, открытости, ответственности, безопасности и встроенности этих универсалий в технологии. Последние больше не следует рассматривать в качестве автономных агентов, они

должны становиться системой, которая посредством регулирования будет служить общественным целям (рис. 1).

Социальная оценка новаций

Основой для упреждающего управления технологиями эксперты отчета называют концепт ответственных исследований и инноваций, широко распространенный в западноевропейской практике. Важной целью этого подхода является согласование научных разработок с ключевыми социальными целями, выявление возможных проблем и внедрение общих ценностей в создание новых технологий. Эти вопросы решаются в рамках социальной оценки техники, когда в центре внимания находится не столько она сама, сколько ее тесная связь с



Рис. 1. Элементы структуры управления новыми технологиями
Источник: [1]

обществом, а техническое развитие хотя бы на теоретическом уровне является планируемым целенаправленным процессом. При такой парадигме наука рассматривается уже не как свободная отрасль, а как включенная в социальную практику [3]. Усиление ответственности и подотчетности в деятельности ученых способствует ориентированности новых технологий на коммерческий успех, снижению вероятности их нежелательных эффектов. Учитывая эти факторы, представители государственных структур и частного сектора смогут активнее влиять на процессы регулирования технологий, участвуя в таких мероприятиях, как упреждающее определение повестки дня, а также ценностно-ориентированное проектирование и стандартизация, разрабатывая механизмы для решения имеющихся проблем. Например, Национальная академия медицины США недавно опубликовала концепцию управления новыми медицинскими технологиями, ОЭСР планирует ввести регуляторное руководство для более эффективного использования инноваций.

Основы управления

На базе проанализированных источников авторы отчета выработали критерии надлежащего управления технологиями и ответственными инновациями: предвидение, инклюзивность и согласованность, адаптивность и международное сотрудничество.

- **Предвидение** – преодоление так называемой дилеммы Коллингриджа, когда управление новыми технологиями

на слишком ранней стадии разработки чревато чрезмерными ограничениями, в то время как на более поздних этапах регуляторные процессы могут оказаться дорогостоящими или невозможными. Оптимальной аналитикам видится форма управления «вверх по течению», которая действует на протяжении всего процесса научных открытий и создания инноваций.

- **Инклюзивность и согласованность** – привлечение широкого круга заинтересованных сторон, в том числе малых фирм, отдаленных регионов, определенных социальных групп, для приведения научных результатов в соответствие с будущими потребностями и ценностями пользователей. Инклюзивность включает в себя доступ как к самим технологиям, так и к процессам их развития, формирование более социально значимой науки и ее результатов.
- **Адаптивность** – необходимое качество системы управления во избежание непредвиденных последствий новых технологий, повышение ее устойчивости и актуальности.
- **Международное сотрудничество** – взаимодействие как на национальном, так и на международном уровнях, основанное на общих ценностях, а также на обмене инструментами и передовым опытом, выход за рамки национальных границ.

Управление технологиями, находящимися на ранних стадиях разработки, сопряжено с рядом проблем, связанных с необходимостью получения информации, которая помогает пролить свет

на потенциал будущей новации и последствия ее внедрения в практику. Новые разработки не только сложны в воплощении, но и несут в себе большую долю неопределенности, поскольку обещанная новизна вполне может превзойти существующие этические нормы (например, геномное редактирование). Чтобы пролить свет на социальные, экономические, экологические и правовые аспекты и последствия новых и развивающихся наук и технологий, необходимо выработать специальные стандарты, правила и положения, в том числе и новые виды стратегического прогнозирования.

Среди уже действующих – оценка технологий (Technology Assessment, TA), результаты которой позволяют общественности узнавать о новых достижениях науки, ложатся в основу перечня перспективных НИОКР и содержат мнения различных заинтересованных сторон относительно эффективности или нерезультативности разработок. Неформально различные инструменты ТА существуют давно, а официально начали действовать 50 лет назад с создания Управления по оценке технологий (ОТА) при Конгрессе США. Его миссия заключалась в выявлении и прогнозировании последствий новых технологических применений с предоставлением надежной и объективной информации об этих процессах.

Вслед за ОТА парламентские институты ТА появились и в Европе. Например, Нидерландская организация по оценке технологий была создана в 1986 г. для информирования парламента о развитии и потенциальных последствиях новых технологий. В 1990 г. была образована Европейская сеть парламентской

оценки технологий, а затем такие структуры распространились по всему миру. Их главной целью является составление объективных и полноценных аналитических отчетов в области биоэтики, общественного здравоохранения, окружающей среды и энергетики, информационно-коммуникационных технологий, политики в области НИОКР и др. Подобная деятельность рассматривается как помощь в обеспечении контроля над научно-техническими инновационными разработками. Процессы ТА диверсифицировались с различными целями и перешли от экспертно-ориентированных мероприятий к подходам, основанным на более широком участии общественности в оценке технологий. Такая партисипативная модель признает, что технологии и общество взаимосвязаны, и это еще одно доказательство того,

что основополагающие ценности должны быть частью технологического прогресса.

Базовые принципы ТА для управления новыми технологиями можно разделить на три категории.

I. ТА как практика консультирования лиц, принимающих решения, о ключевых технологических трендах. Одна из ролей оценки заключается в том, чтобы осмыслить актуальные и потенциальные выгоды и риски при работе с новыми и конвергентными технологиями, собрать разрозненные и малоизученные данные, структурировать их и преобразовать в полезную информацию, которая может быть использована для принятия решений.

II. ТА как диалог с общественностью для обсуждения вопросов по научно-техническому развитию. Предполагает

объединение рядовых граждан и других заинтересованных сторон, создающее стимул для формирования общественного и политического мнения по социальным и этическим аспектам НТД. Данный подход особенно актуален для изучения и выявления надежд и опасений, связанных с потенциально прорывными и спорными технологиями. В этом случае вовлечение широких слоев населения имеет ключевое значение в том числе и для углубления знаний и опыта. К таким заинтересованным сторонам относятся ассоциации малых и средних предприятий, организации гражданского общества, неправительственные учреждения, профсоюзы, группы и ассоциации потребителей. Такая интеграция сторон и идей способствует созданию института «распределенного интеллекта».



Рис. 2. GAO: Оценка технологий разработки вакцин
Источник: (GAO, 2021).

III. ТА как средство построения и управления новыми технологиями. Подразумевает мобилизацию экспертов из научно-исследовательских институтов и компаний для изучения потенциальных возможностей и проблем в среднесрочной и долгосрочной перспективе, способствует коллективному осмыслению базы знаний, необходимой для достижения научных, технологических и социальных целей в той или иной тематической области. В данном случае применяется подход «снизу вверх» посредством инклюзивного участия в процессе общественных организаций и гражданского общества.

Некоторые ТА сочетают в себе все три обоснования. Одним из примеров является Консультативный комитет по новым и исключительным технологиям и исследованиям (NExTRAC) при Национальных институтах здравоохранения в США. Он занимается изучением и осмыслением новых технологий, обсуждает этические, правовые и социальные вопросы с различными заинтересованными сторонами и представляет результаты аналитики руководству.

Тенденции стратегического прогнозирования

Аналитики обзора подчеркивают, что в мире растет понимание важности упреждающего управления новыми технологиями. Они становятся более сложными и распространенными, содержащими в некоторых случаях непредвиденные и разрушительные риски для экономики, окружающей среды и общества. Растущее трансформа-

ционное взаимодействие между, казалось бы, различными технологиями, научными дисциплинами, сообществами и областями человеческой деятельности достигает новых уровней синергизма, бросая вызов устоявшимся практикам стратегического прогнозирования.

Одной из основных тенденций политики в области науки и технологий становится направленность научно-исследовательских и инновационных систем на достижение социальных целей. Они должны быть четко определены, измеримы и достижимы в конкретный временной период. Это вынуждает ТА перейти от технологической детерминации, сосредоточенной на конкретной технологии, к изучению потенциала нескольких технологий (например, связанных с мобильностью, производством энергии и утилизацией отходов), и того, как они могут повлиять на преобразования в цепочках создания стоимости, отраслях, социотехнических системах и стимулировать их. Так, в Германии в практику введен новейший инструмент «INSIGHT», способствующий проведению целостной, перспективной оценки технологий. Помимо естественных и технических наук в нее входят этические, социальные, правовые, экономические и политические аспекты, смещая акцент с «чистого» технологического анализа на включение социальных разработок в инновационные процессы. В Нидерландах Институт Ратенау разрабатывает инструменты ТА, касающиеся таких проблем, как дипфейки (синтетические медиа) и киберустойчивость. В сфере интересов Счетной палаты США (GAO) – сокращение использования пресной воды для гидро-

разрыва пласта и охлаждения электростанций, отслеживание источников химического оружия, а также оценка цепочки разработки вакцин против инфекционных заболеваний (рис. 2). Цель – определить ключевые технологии, которые могли бы повысить способность Соединенных Штатов быстро и эффективно реагировать на вспышки пандемий путем ускоренного создания препаратов для борьбы с ними.

Учащающиеся мировые кризисы, а также локальные последствия экстремальных явлений, связанных с изменением климата, меняют требования к ТА, констатируют аналитики отчета, и в качестве примера приводят пандемию COVID-19. Неконтролируемое распространение вируса застало врасплох большинство стран, что потребовало его оперативного изучения, исследования процессов распространения, мутаций и разработки технологий, вакцин и дефибрилляторов. Эта ситуация характеризовалась высокой научной неопределенностью, требующей принятия безотлагательных решений и действий в режиме, близком к реальному времени. Поэтому перед специалистами-практиками в области ТА стоит задача проведения детального анализа в области быстрого масштабирования и распространения новых и появляющихся технологий, а также учета социальных, экономических и экологических ответов на их внедрение. Неопределенность как в отношении новых вариантов технологий, так и в их воздействии указывает на необходимость принятия соответствующих мер.

В этой связи авторы обзора предлагают рекомендации по надежной и достоверной оценке

технологии, указывая на ее следующие характеристики.

- **Пригодность для использования по назначению.** Процессы ТА должны быть согласованы с такими целями, как представление информации о ключевых тенденциях и формирование повестки дня, содействие обсуждению и оценке мнений. Четкая формулировка различных шагов и мероприятий, способствующих технологической оценке, имеет важное значение для выработки соответствующих методов и подходов.

- **Ясность в области применения.** ТА должна точно определять уровень проводимого анализа: является ли он технологически ориентированным (например, квантовые вычисления), или направлен на цепочку создания стоимости (цепочки поставок продуктов питания), или имеет социотехническую системную перспективу (к примеру, мобильность). Масштаб и детализация деятельности по ТА должны быть увязаны с ее целью, поскольку каждая технология нуждается в особом спектре экспертных знаний и инструментов доказательной базы.

- **Разумное и инклюзивное участие.** ТА требует участия различных заинтересованных сторон из разных сфер деятельности. Критерии включения зависят от нескольких ограничений: имеющихся ресурсов (кадрового обеспечения и финансирования), масштаба (определение соответствующих социальных групп на основе темы и сферы охвата ТА) и времени, отведенного на оценку. В качестве «золотого» стандарта аналитики отчета рекомендуют использовать подход Европейского парламента STEEPED, который проводит всестороннее ска-

нирование социальных, технологических, экономических, экологических, политических, этических и демографических аспектов для выбора подходящего контингента.

- **Выявление ценностей, фреймов и предубеждений.** Многие формы ТА объединяют заинтересованных лиц для изучения влияния технологий на их профессию, личную жизнь и более широкие социотехнические системы, составляющие общество. Естественно, что у разных участников свои собственные точки зрения, поэтому важно понимать контекст, в котором работают профессионалы и непрофессионалы, и различные предубеждения, которые могут формировать как их мнения, так и реакцию на появление новаций.

- **Юзабилити.** ТА важна для структурирования разрозненной и неясной информации и предоставления лицам, принимающим решения, понятные интерпретации нового продукта с описанием его свойств, а также возможностей его использования.

Создание упреждающей системы управления технологиями требует признания центральной роли граждан и заинтересованных сторон в обеспечении использования надежных и заслуживающих доверия продуктов. Эксперты отчета объясняют это тем, что знания все чаще производятся в контексте их применения, и общество осознает, как они влияют на его интересы и ценности и как на базе этого формируются инновации. Взаимодействие с широкими слоями общественности на начальном этапе может помочь сформулировать и переосмыслить стоящие на кону проблемы и «открыть» новые важные вопросы.

Это происходит, по заявлению авторов документа, *во-первых*, потому, что с помощью инклюзивного подхода выявляются социальные цели для новых технологий на разных этапах сложной инновационной системы – от определения повестки дня до разработки и распространения продукта, и они должны способствовать лучшему согласованию технологического развития с социальными потребностями.

Во-вторых, привносятся эмпирические знания в решение социальных проблем и предлагаются пути их решения, которые не учтены новаторами. Такое разнообразие помогает выявить определенные предубеждения относительно неизученных технологий, избежать негативной реакции потребителей в отношении технического дизайна будущих продуктов и услуг.

В-третьих, взаимодействие с заинтересованными сторонами порождает доверие общественности к науке и технике, способствует пониманию ее достижений.

В-четвертых, вовлечение широких слоев населения дает возможность привлечь к инновационному процессу представителей различных культур, демографических групп и возрастов. Учет их мнений помогает сделать технологии более актуальными для различных социальных групп.

На пути к международному сотрудничеству

Аналитики отчета отмечают, что концепция технологического суверенитета становится все более выраженной, и все большее количество стран стремятся

к технологической безопасности. Однако глобальный характер вызовов, стоящих сегодня перед миром, требует более тесного международного сотрудничества в этой области. Инструменты прогнозирования расширяют возможности по выявлению проблем, пониманию заданного технологического и управленческого ландшафта и, в конечном итоге, принятию более эффективных управленческих решений. Во всем мире ТА, прогнозирование и другие формы стратегической разведки (например, сканирование горизонта) применяются на национальном уровне для формирования национальной политики в области НТИ и управления технологиями, но в современных условиях, по мнению авторов обзора, назрела необходимость принятия международных технологических норм, которым будут доверять во всех странах и секторах. В качестве примера можно привести Межправительственную группу экспертов, созданную для сотрудничества в рамках Парижского соглашения об изменении климата, Обсерваторию по искусственному интеллекту при ОЭСР с ее доступной для поиска базой данных о политике и нормативных документах в области ИИ по всему миру. Есть предложения создать Глобальную гражданскую ассамблею по редактированию генов, которая содержала бы профильные данные для обсуждения этических, правовых и культурных аспектов этого феномена среди мировой общественности. Сотрудничество в рамках таких усилий на международном уровне могло бы объединить идеи о развитии и потенциальном воздействии технологий, а также наработать передовой опыт для коллективной стратегической разведки.

Инициативы, призывающие к проведению международных общественных обсуждений, подчеркивают эксперты отчета, свидетельствуют о новых видах глобального гражданства. Переход от традиционно локального или национального уровня к мировому масштабу потребует адаптации методов взаимодействия, например, с помощью таких форматов, как World Wide Views. Однако при принятии решения о том, какие группы должны быть вовлечены в коллегиальный процесс, возникают сложности, связанные с тем, по какому принципу они будут формироваться и чьи интересы представлять.

Авторы отчета с сожалением констатируют, что управление на межстрановом уровне рискует оказаться в лучшем случае неэффективным, а в худшем – контрпродуктивным, поскольку отдельные юрисдикции могут использовать пробелы в законодательстве для получения преимуществ. Однако некоторые документы, например рекомендации ОЭСР, действуют на международном уровне, предоставляя возможность координировать и даже гармонизировать подходы различных правовых сфер. Кроме того, стандарты, разработанные отраслевыми группами или государственно-частными партнерствами, способны работать на транснациональном поле в рамках юрисдикций, связанных цепочками поставок, рынками и субъектами.

Международное сотрудничество, по мнению экспертов, должно базироваться на общих ценностях и определять критерии проектирования и инструменты политики, направленные на анализ потенциальных выгод и вреда, а также определение траекторий развития новых технологий. Совместно разработанные стандарты могут придать системе управления необходимую адаптивность и установить нормативные позиции в отношении новаций, способные стать основой для более взвешенного подхода к созданию технологий внутри общества, в рамках страны и в мировом масштабе.

Таким образом, эволюция в управлении технологиями продолжается и представляет собой обширный набор практик рационального формирования новых разработок с учетом ценностей общества. Этот партисипативный процесс конструирует новую архитектуру участия – не просто междисциплинарный диалог политиков и экспертов, а трансдисциплинарное пространство, в котором задействованы все заинтересованные стороны, включая простых пользователей с их ценностями, интересами, мечтами, представлениями о будущем, что рассматривается сегодня многими учеными как инструмент демократизации общества [3]. ■

Ирина ЕМЕЛЬЯНОВИЧ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Управление новыми технологиями: на пути к упреждающей структуре / Прогноз ОЭСР по науке, технологиям и инновациям на 2023 год: обеспечение переходных процессов во времена перемен // <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/d67d5380-en/index.html?itemId=/content/component/d67d5380-en#section-d1e18022-dfb00e6e29>.
2. Technology and Innovation Outlook 2018: Adapting to Technological and Societal Disruption, OECD Publishing // https://doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2018-15-en.
3. Середкина Е.В. Ответственные исследования и инновации, социальная оценка техники и устойчивое развитие // <https://cyberleninka.ru/article/n/otvetstvennye-issledovaniya-i-innovatsii-sotsialnaya-otsenka-tehniki-i-ustoychivoe-razvitiye>.

Технологический суверенитет: направления развития АПК Союзного государства

УДК 005.591.6:631.145 (470+476)

Продолжение. Начало №1, 2024 г.

Александр Русакович,
завсектором кооперации
Института системных
исследований в АПК
НАН Беларуси, кандидат
экономических наук, доцент

Виталий Чабатуль,
завсектором инвестиций и
инноваций Института системных
исследований в АПК НАН Беларуси,
кандидат экономических
наук, доцент

Светлана Макрак,
завсектором ценообразования
Института системных исследований
в АПК НАН Беларуси, кандидат
экономических наук, доцент;
makraksy@inbox.ru

Дмитрий Башко,
научный сотрудник сектора
кооперации Института системных
исследований в АПК НАН Беларуси,
магистр экономических наук,
аспирант

Понятие технологической независимости или суверенитета используется в официальных документах и законах Республики Беларусь и Российской Федерации. Так, Правительство Российской Федерации 15.04.2023 г. приняло постановление №603 «Об утверждении приоритетных направлений проектов технологического суверенитета и проектов структурной адаптации экономики Российской Федерации и Положения об условиях отнесения проектов к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации, о предоставлении сведений о проектах технологического суверенитета и проектах структурной адаптации экономики Российской Федерации и ведении реестра указанных проектов, а также о требованиях к организациям, уполномоченным предоставлять заключения о соответствии проектов требованиям к проектам технологического суверенитета и проектам структурной адаптации экономики Российской Федерации» [5]. Название данного документа определяет его основное содержание. К примеру, в перечень критически необходимых проектов, относимых к агропромышленному комплексу, включены: сельскохозяйственное машиностроение; производство веществ (пестицидов и агрохимических продуктов) для средств защиты растений; оборудование для линий компостирования органических, пищевых и иных отходов растительного и животного происхождения; разработка и выпуск систем автоматизированного проектирования и производства, цифровых платформ создания и применения цифровых двойников, систем управления деятельностью в области цифрового инжиниринга, систем моделирования и разработки материалов с заданными свойствами, а

Аннотация. Рассмотрены нормативно-правовые акты Российской Федерации и Республики Беларусь, регламентирующие технологическую независимость агропромышленного комплекса, определены концептуальные направления обеспечения технологического суверенитета АПК Союзного государства.

Ключевые слова: технологический суверенитет, агропромышленный комплекс, Союзное государство, инвестиционно-инновационное развитие, государственное регулирование.

Для цитирования: Русакович А., Чабатуль В., Макрак С., Башко Д. Технологический суверенитет: направления развития АПК Союзного государства // Наука и инновации. 2024. №2. С. 57–60.
<https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-02-57-60>

также изделий и процессов, систем мониторинга и управления в сельском хозяйстве, систем прогнозирования опасных явлений и катастроф; химические вещества, используемые при производстве кормов для сельскохозяйственных животных; услуги, связанные с научными исследованиями и экспериментальной продукцией в области биотехнологии и молекулярной инженерии, в том числе с использованием технологий синтетической биологии в сельском хозяйстве. Необходимо подчеркнуть, что в документе представлен неполный спектр технологий, важных для агропромышленного производства.

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации №400 от 02.07.2021 г., в качестве цели обеспечения экономической безопасности ставит укрепление экономического суверенитета страны, повышение

конкурентоспособности российской экономики и ее устойчивости к воздействию внешних и внутренних угроз, создание условий для экономического роста, темпы которого должны быть выше мировых. Для ее достижения обозначен ряд задач, в том числе преодоление критической зависимости экономики от импорта технологий, оборудования и комплектующих за счет ускоренного внедрения передовых российских технологических разработок, локализации производства на территории России; интенсивное технологическое обновление базовых секторов экономики (в том числе сельского хозяйства); преодоление критической зависимости от импорта в области племенного дела, селекции, семеноводства. Наравне с поддержанием экономической безопасности документ направлен на развитие научно-технического прогресса, обеспечение технологической независимости и конкурентоспособности страны [3].

Одним из направлений Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 г., утвержденной Указом Президента Российской Федерации №208 от 13.05.2017 г., является создание экономических условий для разработки и внедрения современных технологий, стимулирования инновационного движения [4].

Что касается Республики Беларусь, то начиная с 90-х гг. XX в. в стране одновременно проводился широкий спектр научных исследований. В 2018 г. Президиумом НАН Беларуси была принята Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040», где определены приоритеты научно-технологического развития республики, в том числе комплекс инструментов и механизмов совершенствования научно-технической сферы, направленных на высокие темпы роста и повышение конкурентоспособности отечественной экономики, ее интеграцию в мировое инновационное пространство при гарантированном обеспечении национальной безопасности и суверенитета [10].

В настоящее время реализуется Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг., утвержденная Указом Президента Республики Беларусь №348 от 15.09.2021 г., целью которой является достижение нашей страной инновационного уровня развития стран – лидеров в регионе Восточной Европы на основе реализации отечественного интеллектуального потенциала.

Концепцией национальной безопасности Республики Беларусь определены основные интересы в научно-технологической сфере. В ней выделены приоритетные направления научной, научно-технической и инновационной деятельности, которые созвучны приоритетам, утвержденным

Указом Главы государства №156 от 07.05.2020 г. В концепции также отмечено, что ключевые компетенции будут формироваться в областях науки и технологий, видах экономической деятельности, имеющих критическое значение для обеспечения конкурентоспособности национальной экономики. Также в документе указано, что необходимым условием эффективности научной сферы выступает поступательное наращивание объемов финансирования исследований и разработок. Целевым ориентиром по росту наукоемкости ВВП является 3% в 2035 г. (в 2021 г. ее уровень составил 0,47%). При этом Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. предусматривается повышение наукоемкости ВВП в 2025 г. до уровня не менее 1%.

Обеспечение технологического суверенитета нашей страны не является стремлением обладать абсолютно всеми разработками. Поэтому должен быть определен перечень критических технологий, включающих в себя элементы, необходимые для национальной безопасности и эффективности функционирования экономики.

По мнению российского экономиста Е.Б. Ленчук, зависимость от зарубежных поставок по критически важным технологиям и продуктам не должна превышать 25% от общего объема их потребления [2].

Для создания инноваций требуются существенные инвестиции, которые могут позволить себе глобальные корпорации, центры разработок, объединяющие специалистов различных национальностей. Ввиду значительно меньшей емкости рынка, а также ограниченности природно-сырьевых и финансовых ресурсов достижение технологического суверенитета в Республике Беларусь по отдельным направлениям – более сложная задача по сравнению с Российской Федерацией. На наш взгляд, ее решение возможно в результате проведения согласованной научно-технической и инновационной политики Союзного государства Беларуси и России. Следует отметить, что в данной области наши страны имеют существенный потенциал и опыт совместной деятельности.

Так, спецпредставитель президента РФ по вопросам технологического развития Д.Н. Песков отмечает, что технологический суверенитет – это не изоляция, а сильная переговорная позиция при выстраивании альянсов, в которых следует обмениваться не только выпускаемой высокотехнологичной продукцией, но и результатами исследований [8]. В свою очередь А.В. Червяков, в то время министр экономики Республики

Беларусь, комментируя итоги заседания Высшего госсовета Союзного государства, состоявшегося 06.04.2023 г., отметил, что «технологическая независимость должна стать важной составляющей Концепции безопасности Союзного государства. В частности, Минэкономики подготовило проект плана мероприятий по обеспечению технологической безопасности в машиностроении. Это первый этап большой работы по формированию Концепции технологической безопасности Республики Беларусь. Далее выработанные подходы будут масштабированы в иные отрасли. Поэтому технологическая безопасность должна являться составной частью национальной безопасности наряду с экономической, продовольственной, энергетической, экологической» [11].

В Союзном государстве Беларуси и России ведется активная работа, направленная на сокращение импортной технологической зависимости, вызванной современной геополитической обстановкой. Ввиду этих обстоятельств назрела необходимость разработки и принятия комплексного нормативно-правового документа, устанавливающего приоритеты в сфере обеспечения технологического суверенитета всех сфер экономики, в том числе агропромышленного комплекса, предусматривающего меры государственной поддержки по этапам инновационной деятельности (проведение фундаментальных и прикладных исследований → апробация → продвижение → массовое использование). Также требуется установить перечень критически необходимых технологий, для разработки которых следует активизировать инвестиционно-инновационную деятельность, сформировать систему индикативных показателей и с их помощью проводить мониторинг уровня технологической безопасности с целью принятия своевременных управленческих решений.

Формирование и развитие технологического суверенитета в АПК Союзного государства должно базироваться на модернизационных изменениях, способных снизить влияние негативных факторов и тенденций, на основе активизации инновационно-инвестиционной составляющей в деятельности агропромышленных товаропроизводителей.

Существует тесная взаимосвязь между технологическим суверенитетом СГ, государственным регулированием и государственной поддержкой в обеих странах. В аграрном секторе экономики высокий уровень господдержки способен укрепить систему продовольственной безопасности, ускорить процессы импортозамещения и создания экспортноориентированных производств, соответствующих мировому уровню. При этом обеспечение расширенного

воспроизводства агропромышленного сырья и продуктов питания высокого качества в необходимых объемах предполагает использование всех факторов экономического роста, основанных на активизации инновационно-инвестиционного развития АПК.

Вложения в науку как никакие иные обладают потенциальным мультипликативным эффектом и могут приносить существенную дополнительную прибыль. Особенно важно увеличивать инвестирование исследований и разработок, направленных на организацию импортозамещающих производств, имеющих первостепенное значение в агропродовольственной сфере для обеспечения как продовольственной независимости, так и технологического суверенитета государства [9].

В контексте АПК это ориентирует на интенсификацию научных исследований, в том числе с применением современных методов биотехнологии, молекулярной и геномной селекции, технической диагностики и обслуживания машин и оборудования, выстраивание соответствующей законодательной базы в области создания и использования собственных селекционных достижений и геномных технологий, технико-технологических и цифровых решений, способных снизить зависимость от импортных семян, племенного материала, техники, технологий и комплектующих, полностью заместить их.

В агропромышленном комплексе наиболее целесообразными для инвестиций могут являться, во-первых, сельхозмашиностроение, где производятся дорогостоящие средства производства (транспортные средства, сложные узлы для различных видов техники) и сезонно использующиеся (зерно-, льно-, свекло-, картофеле-, хлопкоуборочные и другие комбайны); во-вторых – перерабатывающая промышленность; в-третьих – инновационные объекты по выпуску высокопродуктивных семян, сбалансированных кормов и добавок, средств защиты растений, ветеринарных препаратов и другой агрохимической продукции. Подавляющее большинство из них представляет собой конкурентоспособные производства с высокой добавленной стоимостью.

В данном ключе особенно значимым объектом инвестиций являются цифровые решения. Связано это с тем, что технологическую независимость следует рассматривать во взаимосвязи с ускоренным развитием цифровых систем управления, позволяющих благодаря использованию промышленного Интернета, роботизации, квантовых вычислений, больших данных, блокчейна, искусственного интеллекта и нейросетей заложить значительные возможности планирования рисков, контроля выполнения

технико-технологических операций, оптимизации затрат, поиска торговых партнеров и др. Вместе с тем возникает насущная потребность в формировании комплексной системы кибербезопасности на уровне наших стран с учетом расширения потенциала технологической независимости. При этом на протяжении определенного периода времени возможны и допустимы опережающие темпы роста импорта оборудования, вызванные необходимостью технико-технологического оснащения и переоснащения производств и отраслей с целью не просто обновления материально-технической базы, но и ее дальнейшего воспроизводства на новой технологической основе уже с помощью отечественных науки и образования [6].

В целом обеспечение технологического суверенитета применительно к АПК Союзного государства будет способствовать росту эффективности агропромышленного производства, что позволит увеличить объемы взаимно выгодной торговли и достичь роста экспорта продовольствия высокого качества за пределы Российской Федерации и Республики Беларусь. В данном направлении в течение длительного периода ведется активная работа, развивается сотрудничество научных организаций аграрного и иных отделений наук Национальной академии наук Беларуси с коллегами из Российской Федерации. В октябре 2022 г. на заседании Комиссии Парламентского собрания по аграрным вопросам были рассмотрены предложения по подготовке новых программ СГ, в частности «Разработка стратегии и механизмов обеспечения продовольственной безопасности Союзного государства в условиях влияния внешних вызовов и угроз», «Разработка интеллектуальных технологий и роботизированных технических средств для промышленного садоводства», «Разработка цифровых технологий и комплекса автоматизированных машин и оборудования для молочного животноводства», «Разработка методики оценки апробируемых новых пород, типов, линий и кроссов сельскохозяйственных животных на отличимость, однородность, стабильность и устойчивость к заболеваниям», «Система геномной селекции сельскохозяйственных животных Союзного государства Беларуси и России» [7].

Таким образом, достижение технологического суверенитета, в том числе в агропромышленном комплексе, является задачей, имеющей важное значение, выполнению которой следует уделять особое внимание, поэтому на ней акцентируют внимание нормативно-правовые документы и стратегии развития Российской Федерации и Республики Беларусь.

В рамках Союзного государства важно увеличить инвестирование научных исследований и разрабо-

ток, во-первых, направленных на создание и развитие импортозамещающих производств, имеющих первостепенное значение в агропродовольственной сфере в контексте обеспечения как продовольственной независимости, так и технологического суверенитета участников союза [9]; во-вторых, позволяющих выработать единые нормативные правовые принципы формирования комплексной системы защиты прав интеллектуальной собственности на изобретения; в-третьих, способствующих укреплению кибербезопасности и обеспечению сохранности данных на цифровых платформах. ■

■ **Summary.** The regulatory legal acts of the Russian Federation and the Republic of Belarus regulating the technological independence of the agro-industrial complex are considered, and conceptual directions for ensuring the technological sovereignty of the agro-industrial complex of the Union State are determined.

■ **Keywords:** technological sovereignty, agro-industrial complex, Union State, investment and innovation development, state regulation.

■ <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2024-02-57-60>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кефели И.Ф. Современный марксизм в контексте глобалистики / И.Ф. Кефели, Е.О. Латышева // Психолого-педагогические проблемы безопасности человека и общества. 2013. №1(18). С. 5–11.
2. Ленчук Е.Б. Курс на новую индустриализацию – глобальный тренд экономического развития // Проблемы прогнозирования. 2016. №3(156). С.132–143.
3. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации // <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/QZw6hSk5z9gWqOpID1ZzmR5cER0g5tZC.pdf>.
4. О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года // <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201705150001.pdf>.
5. Постановление правительства Российской Федерации, 15.04.2023, №603 // <http://static.government.ru/media/files/8Jsi05k5ltJA1g5lHhGd5qiQVACelECn.pdf>.
6. Обоснование предложений по повышению эффективности накопления и использования капитала, актуальных направлений стимулирования инвестирования в сфере импортозамещения в АПК / В.В. Чабаткуль [и др.] // Совершенствование организационно-экономических механизмов управления в АПК: вопросы теории и методологии. – Минск, 2023. С. 70–79.
7. Парламентское собрание Союза Беларуси и России // <https://belrus.ru/info/parlamentarii-rassmotreli-predlozheniya-po-razrabotke-programm-soyuznogo-gosudarstva-v-sfere-selskogo-hozyajstva-i-agropromyshlennogo-kompleksa/>.
8. Песков Д. Почему для России важен технологический суверенитет? // Ежедневная деловая газета РБК. 2022. 10 июня // <https://www.rbc.ru/newspaper/2022/06/10/62a0e95b9a79472d8b713207/>.
9. Сайганов А.С. Современное состояние и перспективы инновационной деятельности в АПК Республики Беларусь и Евразийского экономического союза / А.С. Сайганов, В.В. Чабаткуль, А.Ю. Башко // Экономические вопросы развития сельского хозяйства Беларуси. 2019. №47. С. 255–267.
10. Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040»: Постановление Президиума Национальной академии наук Беларуси, 26.02.2018, №17 // https://nasb.gov.by/congress2/strategy_2018-2040.pdf.
11. Червяков: технологическая независимость должна стать важной составляющей Концепции безопасности СГ // <https://www.belta.by/economics/view/chervjakov-tehnologicheskaja-nezavisimost-dolzha-stat-vazhnoj-sostavljajuschej-kontseptsii-560017-2023/>.

Статья поступила в редакцию 18.09.2023 г.



Драйвер для инноваций

Построение международной сети центров поддержки технологий и инноваций (ЦПТИ) — проект Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС), стартовавший в 2009 г. Благодаря ему изобретатели из развивающихся стран получают доступ к базам данных с высококачественной технической информацией, что облегчает создание новой продукции и получение прав интеллектуальной собственности (ИС) на нее.

На данный момент в мире функционирует уже более 1400 таких центров в 90 странах. Столь бурный рост обусловлен насущной потребностью в оказываемых ими услугах. «Путь от проведения исследований до создания продукта непрост, но при помощи ЦПТИ пройти его становится легче», — так выразил генеральный директор ВОИС Дарен Танг основную миссию подобных структур. Беларусь присоединилась к этому проекту в 2016 г., и сейчас в нашей стране создано 30 ЦПТИ. Расширение их сети предусмотрено Государственной программой инновационного развития на 2021–2025 гг., а также Стратегией Республики Беларусь в сфере интеллектуальной собственности до 2030 г., утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь №672 от 24.11.2021 г.

О том, для чего они нужны и какую реальную пользу приносят, мы расспросили экспертов Национального центра интеллектуальной собственности (НЦИС) — главного координатора развития национальной сети, а также руководителей самих центров.

– Что дает нашей стране участие в международном проекте ВОИС по формированию сети ЦПТИ? Какие из уже существовавших у нас структур можно считать прототипами создающихся центров?



Алексей Курман,
первый заместитель
генерального
директора
Национального центра
интеллектуальной
собственности:

– Главная цель глобального проекта, инициированного ВОИС, — наращивание инновационного потенциала стран и регионов через обеспечение информационной

и научно-методической поддержки пользователям услуг ЦПТИ в сфере научной, научно-технической и инновационной деятельности. Когда мы стали участником международной сети, объединяющей все центры поддержки технологий и инноваций в мире, а это произошло благодаря Соглашению между НЦИС и ВОИС от 10.10.2016 г., у нашей страны также появилась возможность получать такую помощь. Среди основных задач ЦПТИ – предоставление предприятиям и изобретателям бесплатного доступа к патентным и непатентным информационным ресурсам ВОИС и НЦИС, а также другим источникам в сфере интеллектуальной собственности, чтобы стимулировать создание инноваций и эффективно использовать результаты интеллектуальной деятельности, а также популяризация этой деятельности в обществе, проведение научно-практических конференций и обучающих семинаров по актуальным вопросам теории и практики правовой охраны и использования ее результатов.

Центры поддержки технологий и инноваций по своему функционалу можно сравнить со службами по охране и управлению правами на объекты интеллектуальной собственности, которые в свое время активно создавались на отечественных предприятиях. При этом сейчас работа патентоведа может вестись в рамках деятельности ЦПТИ.

В целом же их прообразом можно считать центры научно-технической информации (ЦНТИ), создаваемые в свое время в СССР. Они организовывались на областном, краевом, республиканском уровнях, были важным каналом получения актуальной мировой науч-

но-технической информации и формировали единую общегосударственную систему. В 1980-х гг. в ней было занято более 166 тыс. человек. Ее элементами были реферативный журнал ВИНТИ, научно-технические библиотеки, которые проводили патентный поиск и информационные семинары. Этот опыт впоследствии был успешно перенят промышленно развитыми странами, например Германией.

– Какие мероприятия были организованы для продвижения, популяризации инициативы ВОИС в нашей стране? Какое обучение проходят специалисты?



Дмитрий Андриевский,
начальник управления
содействия
коммерциализации
и государственных
реестров НЦИС:

– Начнем с того, что Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь и НЦИС в свое время провели национальный онлайн-семинар «Доступ к технологиям и создание сети Центров поддержки технологий и инноваций в Беларуси», в котором приняли участие отечественные и российские специалисты, а также представители ВОИС, Федеральной службы по интеллектуальной собственности РФ. На нем рассматривались вопросы развития ЦПТИ в нашей стране, функционирования цифровых платформ и инструментов ВОИС в рамках этих центров, виды основных и дополнительных услуг, предоставляемых ими, технологии поиска с помощью различных реестров, а также лицензирования и передачи технологий.

Кроме того, открытие каждого центра, как правило, сопровождается проведением семинаров об организации его деятельности и актуальных вопросах охраны и управления правами на объекты интеллектуальной собственности, для чего эксперты выезжают в ту организацию, где будет создан ЦПТИ. Эта работа позволяет не только привлечь внимание к открытию новой структуры, но и способствует распространению информации о возможностях и преимуществах использования объектов ИС среди молодых ученых, представителей бизнеса.

В 2022 г. впервые был проведен республиканский съезд ЦПТИ, организаторами которого выступили ГКНТ и НЦИС, где обсуждались наиболее актуальные вопросы сферы интеллектуальной собственности: трансфер технологий, институциональная политика в области ИС, управление правами на объекты ИС, оценка стоимости таких объектов, маркетинг в этой сфере, использование патентных систем, интегрирование патентной аналитики в экономический рост. В ноябре 2023 г. на базе БГУ был организован 2-й съезд.

Также работники ЦПТИ получают возможность на безвозмездной основе пройти обучение на специализированных курсах ВОИС и НЦИС, связанных с работой с базами данных патентной информации и другими вопросами интеллектуальной собственности. Так, в НЦИС в 2021 г. прошли обучение более 30 сотрудников ЦПТИ, в 2022 г. – 74, по 1 августа 2023 г. – 41.

– На базе каких организаций создаются ЦПТИ и что они собой представляют? Какие преимущества получает организация с образованием в своей структуре подобного центра?

Дмитрий Андриевский:

– В рамках проекта по развитию сети ЦПТИ в республике предусмотрено создание центров трех уровней: первого – на базе НЦИС; второго – при Республиканской научно-технической библиотеке (РНТБ) и ее областных филиалах, учреждениях высшего образования и библиотеках НАН Беларуси; третьего – на базе организаций и предприятий. В нашей стране уже работает 30 ЦПТИ. Больше всего действует в вузах, при РНТБ и ее филиалах. Также мы начали открывать центры третьего уровня на базе технопарков, центров трансфера технологий, Китайско-Белорусского индустриального парка «Великий камень» и предприятий страны. Такие структуры могут создаваться в форме нового подразделения организации либо в составе уже действующего, с использованием его кадровых, материально-технических и других возможностей. Дополнительных финансовых вложений для его образования не требуется. Проект реализуется бесплатно.

Что касается преимуществ, то при открытии центра субъект хозяйствования получает статус участника международного проекта ВОИС по созданию сети ЦПТИ в Республике Беларусь и бесплатный доступ к рефератам, полнотекстовым патентным базам данных (для обычных пользователей он платный) и непатентным информационным ресурсам НЦИС. К тому же сотрудники центра безвозмездно обучаются навыкам работы с патентными базами данных на семинарах НЦИС–ВОИС и дистанционно – на специализированных курсах Академии ВОИС, обеспечиваются научно-методическими и практиче-

скими материалами по вопросам деятельности ЦПТИ, основам правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности, поисковым технологиям и др.

Центрам оказывается содействие в проведении научно-практических конференций и семинаров по актуальным вопросам теории и практики правовой охраны и использования результатов интеллектуальной деятельности и средств индивидуализации, участия в тематических встречах с ведущими специалистами НЦИС по видеоконференцсвязи и др.

– Первый центр поддержки технологий и инноваций в Республике Беларусь неслучайно был открыт именно при РНТБ, ведь это одна из главных площадок по предоставлению доступа к научно-технической информации. Его появление было назревшей необходимостью или работой на опережение?



Раиса Сухорукова,
директор
Республиканской
научно-технической
библиотеки:

– Скорее это был естественный процесс. Ведь по сути своей деятельности библиотека практически изначально выполняла задачи, характерные для ЦПТИ. Так, первый в стране подобный центр был создан в РНТБ в 2017 г., а затем – в пяти ее областных филиалах. В 2019 г. ЦПТИ 1-го уровня появился на базе Национального центра интеллектуальной собственности.

Главная задача РНТБ – поддержание процесса развития инновационной системы с

помощью эффективного использования научно-технической информации, в том числе специализированных баз данных в сфере интеллектуальной собственности, через предоставление хозяйствующим субъектам и индивидуальным изобретателям (разработчикам) свободного доступа к мировым патентным и непатентным информационным ресурсам. Он был и остается бесплатным. Специалисты РНТБ всегда консультировали посетителей относительно работы с базами данных, проводили обучение по проведению патентно-информационного поиска, но создание ЦПТИ позволило делать это более целенаправленно. В 2021 г. в нашей библиотеке для пользователей открыт еще один информационный ресурс – библиотека-депозитарий Всемирной организации интеллектуальной собственности.

Сейчас на портале РНТБ в блоке «Информационные ресурсы» имеется специальный раздел «Центр поддержки технологий и инноваций», где отражены его ресурсы и услуги. Они представлены на международных выставках, научно-практических конференциях и обучающих семинарах, активно рекламируются на ежегодном республиканском семинаре «Актуальные проблемы интеллектуальной собственности», который в 2023 г. РНТБ организовывала уже в 25-й раз.

– Один из самых молодых ЦПТИ был создан в 2021 г. в Белорусском государственном технологическом университете. Какие дополнительные возможности для подготовки инноваторов получил вуз в связи с его появлением в своей структуре?



Олег Дормешкин,
руководитель
ЦПТИ, директор
международного
информационно-
аналитического
центра трансфера
технологий БГТУ, доктор
технических наук,
профессор:

– Создание ЦПТИ было логическим продолжением работы вуза в области патентования и защиты интеллектуальной собственности. Так, по итогам последних пяти лет в БГТУ имеется существенный задел готовых результатов научно-технической деятельности в виде 211 патентов на объекты промышленной собственности, из которых 25 – на полезную модель, 3 патента Российской Федерации, 4 – Евразийского патентного ведомства. Университетом заключено 5 лицензионных соглашений с предприятиями Республики Беларусь.

Инновационная и изобретательская деятельность, а также защита интеллектуальной собственности – важнейшие компоненты научной работы в целом. Поэтому появление на базе университета ЦПТИ – не формальность, а получение эффективного инструмента активизации научной деятельности БГТУ. В частности, благодаря своему центру университет имеет возможность доступа к патентным, научным и техническим базам данных, что очень важно, поскольку любое исследование начинается с патентного обзора, и конечно, это крайне необходимо на стадии патентования разработок наших ученых. Больше внимания стало уделяться правам интеллектуальной собственности, а также необходимости изучения эффективных методов управления ею. На международном уровне улучшился доступ

к данным по ИС, в результате чего стали появляться примеры управления интеллектуальной собственностью на национальном и международном уровне. Создание центра дает возможность ученым повышать свою квалификацию в области патентования через различные образовательные курсы, организуемые как на базе НЦИС, так и ВОИС.

– В чем заключается специфика функционирования ЦПТИ при вузе?

Олег Дормешкин:

– Мы рассматриваем создание ЦПТИ как важный образовательный компонент. Например, для эффективного использования БГТУ результатов научно-технической деятельности, внедрения объектов ИС в хозяйственный оборот предусмотрено изучение учебной дисциплины «Основы управления интеллектуальной собственностью», на нее отведено 60 часов, из которых 12 – практика. Студенты получают знания, умения и навыки, раскрывающие суть ИС как инструмента экономического развития, что поможет будущим специалистам совершенствовать изобретательскую, рационализаторскую и инновационную деятельность в Республике Беларусь. Появление ЦПТИ позволило преподавателям, особенно молодым, существенно повысить свой профессиональный уровень и качество преподаваемых дисциплин за счет доступа к наиболее современным и актуальным материалам и нормативной базе в области ИС не только нашей страны, но и других стран СНГ, ближнего и дальнего зарубежья. Кроме того, сотрудники Центра активно принимают участие в семинарах, конференциях, дистанционном обучении

по вопросам интеллектуальной собственности, а также информируют все структурные подразделения университета о графиках проведения подобных мероприятий. Так обеспечиваются условия для реализации новаторского потенциала изобретателей, а также создания новой продукции и регистрации, охраны и контроля прав на нее. Например, в апреле 2023 г. сотрудники ЦПТИ проходили образовательную программу курса «Патентная информация и патентные исследования», в марте того же года БГТУ принял участие в международном конкурсе ВОИС «Женщины и интеллектуальная собственность: инновации и творчество ускоренными темпами», с 5 апреля по 9 июля сотрудник ЦПТИ и заведующая сектором охраны интеллектуальной собственности успешно окончили дистанционный курс Академии ВОИС по управлению интеллектуальной собственностью.

Также особенностью работы ЦПТИ на базе университета является возможность обеспечить вознаграждение труда изобретателей, создавать стимулы для инноваций и дальнейших исследований и разработок.

– Какие услуги могут предоставлять ЦПТИ? Меняется ли их состав?

Алексей Курман:

– Услуги, которые будет оказывать конкретный центр, определяет сама организация, где он работает.

Помимо базового набора, о котором уже говорили коллеги, могут быть и дополнительные предложения, в том числе и на платной основе – информационный поиск в базах данных, подготовка документов для

регистрации прав на ОИС, проведение патентных исследований и др. Широкий круг ресурсов для центров предоставляется ВОИС, он ежегодно дополняется новыми и доработанными продуктами, которые, к примеру, помогают выбрать оптимальную базу данных для поиска информации. Также мы успешно работаем с коллегами из Евразийского патентного ведомства, Роспатентом, с которым НЦИС подписал Меморандум о сотрудничестве по вопросам использования ведомственных информационных систем. Он направлен на обмен опытом и проведение консультаций по вопросам применения данных систем, проработку возможности их сопряжения, обмен патентной документацией в целях обеспечения полноты информации и ее доступности максимально широкому кругу лиц и др.

К тому же ВОИС разработан специальный ресурс – е-ЦПТИ, социальная сеть для общения и обмена знаниями и идеями на уровне членов сообщества и пользователей в области интеллектуальной собственности. Информация обо всех созданных ЦПТИ с их контактными данными размещается в тематическом разделе официального сайта ВОИС.

Раиса Сухорукова:

– Что касается РНТБ, то на бесплатной основе, как уже отмечалось, предоставляется доступ к специализированным базам данных объектов интеллектуальной собственности: НЦИС, Федерального института промышленной собственности РФ, национальных патентных ведомств, Европейского патентного ведомства (ESPACENET), Всемирной организации интеллектуальной собственности (PATENTSCOPE), Евразийской патентной организа-

ции (ЕАПАТИС), коммерческим базам данных «Questel Orbit» и «DrugPatentWatch», патентным и непатентным (научно-техническим) онлайн-ресурсам и публикациям, в том числе базам РНТБ «Инновационная деятельность» и «Интеллектуальная собственность», к национальным и зарубежным патентным документам на материальных носителях из фондов библиотеки. Специалистами РНТБ оказывается консультационная помощь при проведении патентного поиска в локальных и удаленных базах данных, а также осуществляется обучение навыкам поиска в патентных и непатентных ресурсах. Кроме того, предоставляется онлайн-доступ к новым и архивным виртуальным тематическим выставкам патентно-правовой литературы на портале РНТБ («Интеллектуальная собственность в цифровой экономике», «Правовая охрана служебной и коммерческой тайны», «Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности», «Компьютерные программы – объекты права интеллектуальной собственности» и др.).

Виртуальная справочная служба библиотеки обслуживает удаленных пользователей, информирует о возможности получения бесплатных консультаций специалистов по интеллектуальной собственности и дистанционного обучения в академии ВОИС. В ЦПТИ РНТБ и каждом ее областном филиале на постоянной и бесплатной основе работают консультанты – опытные патентоведы, которые отвечают на вопросы, связанные с законодательными аспектами в области интеллектуальной собственности, с практическими вопросами патентования, коммерциализации, лицензирования и т.п. Есть

у нас и платные услуги, например проведение патентно-информационных поисков для физических и юридических лиц, предоставление сигнальной информации о новых патентных документах по тематическим запросам и др.

– Кто и с какими запросами чаще всего обращается за помощью в ЦПТИ? Растет ли интерес к оказываемым услугам?

Раиса Сухорукова:

– В ЦПТИ РНТБ как частные, так и юридические лица чаще всего приходят с вопросами, касающимися стратегии патентования в Беларуси и за рубежом, разъяснений по видам и способам охраны объектов интеллектуальной собственности, составления заявочных материалов, лицензирования, вопросам охраны авторского права, оплаты пошлин и др. Только за 2022 г. нами было оказано более 350 консультаций. Конечно, хотелось бы еще большей активности пользователей. Тем не менее заметен возрастающий интерес к вопросам защиты интеллектуальных прав не только у изобретателей и авторов творческих произведений, экспортно ориентированных промышленных предприятий, но также малых и средних, предприятий сферы обслуживания, IT.

Олег Дормешкин:

– За короткий период с момента создания ЦПТИ в БГТУ к нам обратились за помощью и консультацией по использованию баз данных более 20 человек, за доступом к патентным, научным и техническим базам данных – 25, за помощью в поиске действительности патентов – 8, по вопросам, связанным с авторским правом, – более 13. Если попытаться количественно оценить

результаты функционирования ЦПТИ, то это прежде всего активизация изобретательской деятельности и возросший интерес к ней со стороны молодых ученых. По итогам 2023 г. учеными университета получено 22 патента, подана 31 заявка на изобретение, получено 26 положительных решений на выдачу патента Республики Беларусь, один Евразийский патент и патент на полезную модель с Узбекистаном.

Ну а качественный результат – это повышение профессионального уровня ученых и сотрудников университета в области инновационной и патентной деятельности, поскольку ЦПТИ обеспечивает условия для реализации новаторского потенциала изобретателей, а также для создания новой продукции, регистрации, охраны и контроля прав интеллектуальной собственности на нее.

– Обладают ли ЦПТИ ресурсами для помощи предпринимателям и исследователям в создании и коммерциализации новых продуктов? Как они способствуют развитию экономики?

Дмитрий Андриевский:

– Как правило, работники ЦПТИ проходят обучение в сфере интеллектуальной собственности, после чего оказывают физическим и юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям помощь в обеспечении правовой охраны их результатов интеллектуальной деятельности, могут провести поиск по базам данных для выявления схожих зарегистрированных патентов и свидетельств, которые могут препятствовать регистрации нового объекта, или помочь выбрать дальнейшее направление исследования или развития производства с учетом уже име-

ющейся патентной информации. Также сотрудники центра могут поспособствовать в коммерциализации разработки путем сопровождения при составлении договора, поиске покупателя и иных сопутствующих действий.

Таким образом, при организации работы ЦПТИ с подготовленным кадровым составом, соответствующим функционалом и материально-техническим обеспечением на выходе мы получаем эффективный инструмент для инновационного развития организации, построения действенной стратегии управления правами на объекты интеллектуальной собственности и получения конкурентных преимуществ на рынке. Все эти условия способствуют росту экономики в целом и созданию новых рабочих мест.

Что важно, не обязательно открывать ЦПТИ на каждом предприятии, можно поначалу обращаться в уже созданные центры в каждой области республики на базе областных филиалов РНТБ, высших учебных заведений и технопарков, где подготовленные специалисты подскажут, с чего начать работу с правами на объекты интеллектуальной собственности, как узнать о запатентованных решениях или что, например, сейчас патентует основной конкурент. Особенно важно проверить, не нарушит ли использование прав на объекты интеллектуальной собственности соответствующие права третьих лиц при поставке продукции на экспорт в другие страны, в том числе Евразийского экономического союза. В настоящее время споры в этой области все чаще возникают между иностранными субъектами хозяйствования, что может повлечь серьезные финансовые и репутационные издержки.

– Какие тенденции в развитии сети ЦПТИ в нашей стране вы могли бы обозначить и каким вы видите ее будущее?

Алексей Курман:

– Планируется создание точек ЦПТИ во всех ведущих вузах и на крупных предприятиях страны, а также на базе технологических парков и центров трансфера технологий. Дальнейшее функционирование и развитие сети ЦПТИ позволит обеспечить доступность для организаций сведений о современных информационных технологиях, способствующих повышению производительности труда, росту качества и конкурентоспособности продукции, переходу на новый технологический уклад. ЦПТИ наряду со службами по охране и управлению правами на ОИС на предприятиях позволят более эффективно задействовать инновационный потенциал, повысить изобретательскую активность и предоставить конкурентные преимущества на рынке. Также в ближайшее время будет введена электронная платформа, где участники смогут получать актуальную информацию, доступ к базам данных и обмениваться между собой новостями. В связи с этим крайне важно обеспечить на предприятии подготовку профессиональных кадров в области ИС, использовать актуальные базы данных патентной информации и обмениваться опытом по выстраиванию эффективной стратегии управления интеллектуальной собственностью. Одним из механизмов решения таких задач и является создание ЦПТИ. ■

Подготовила
Юлия ВАСИЛИШИНА

ОБНОВЛЕНИЕ ДАННЫХ О ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ В БАССЕЙНЕ РЕКИ НЕМАН



Маргарита Водейко,
младший научный
сотрудник Центрального
НИИ комплексного
использования водных
ресурсов



Дарья Цубленок,
младший научный
сотрудник Центрального
НИИ комплексного
использования водных
ресурсов

УДК: 504.4.062.2

На территории Республики Беларусь находится более 20 тыс. рек, 10 тыс. озер, 1,5 тыс. прудов. В 2017–2020 гг. в ходе первого цикла инвентаризации были актуализированы сведения о 3298 водотоках, имеющих площадь водосбора от 30 км², и 4329 водоемах с площадью водной глади от 0,5 км². Однако вместе они составляют лишь около 20% от имеющихся в республике таких водных объектов. Соответственно, во время текущего, второго цикла работ, начавшегося в 2021 г., предстоит верифицировать и обновить информацию об оставшихся 80% – как правило, это малые реки и ручьи протяженностью менее 5 км, а также пруды и мелкие озера.

В 2021 г. инвентаризацией была охвачена территория бассейна реки Припять. В результате исследований было подтверждено местоположение 4214 водотоков и водоемов с площадью водосбора от 30 км² и водной глади от 0,5 км² соответственно, причем как в границах населенных пунктов региона, так и на межселенных территориях. Изыскания проводились при помощи доступных данных дистанционного зондирования Земли, космоснимков с использованием беспилотных летательных аппаратов, данных служб лесоустройства [1].

В 2022 г. работы второго цикла инвентаризации продолжились. По заданию Минприроды в рамках Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 гг. специалистами РУП «ЦНИИКИВР» изучались поверхностные водные объекты с теми же параметрами

(площадь водосбора менее 30 км², водной глади – менее 0,5 км²) [2]. В этот период были собраны и верифицированы картографические и тематические сведения о 3377 водотоках и водоемах, находящихся в бассейне реки Неман в административных границах (частично или полностью) 37 районов 4 областей страны: Гродненской, Минской, Брестской и Витебской, включая 1 областной центр (г. Гродно) и 27 городов и городских поселков районного подчинения. В целом же бассейн Немана располагается на территории 3 соседних государств: Республики Беларусь, Литовской Республики и Российской Федерации (в Калининградской области).

Для этой крупной водной артерии характерна густая речная сеть: от истока до устья она принимает около 180 притоков. Основные из них на территории нашей страны: левобережные – реки Уша, Молчадь, Щара, Зельвянка, Россь, Свислочь; правобережные – Усса, Березина, Гавья, Дитва, Котра.

Водосборная территория Немана имеет характерную грушевидную форму, которая типична для бассейнов крупных рек. Бассейн вытянут с северо-востока на юго-запад. Средняя ширина водосбора составляет 180 км, средняя высота над уровнем моря – 75 м, средний уклон поверхности – 11,8%. На территории речного бассейна находится множество мелких и средних озер, которые расположены весьма неравномерно. Наибольшее скопление таких водоемов наблюдается на правобережье р. Вилия.

В последние 10–12 лет в Беларуси проводился ряд исследований по сбору и уточнению сведений

о водных объектах, результаты которых учитывались при выполнении первого цикла инвентаризации и выступают в качестве исходных данных для нынешних исследований в бассейне Немана. Уже на подготовительном этапе в основу также легли итоги инвентаризации водных объектов Гродненской, Минской, Брестской и Витебской областей от 2017–2020 гг.

Алгоритм проведения работ, связанных со сбором, обработкой, картированием и анализом информации о поверхностных водных объектах в бассейне реки Неман был типовым и, как любая инвентаризация, включал следующие этапы:

- исследование доступных фондовых картографических и тематических материалов;
- составление предварительного перечня водотоков и водоемов бассейна на основе изученных источников, а также данных Геопортала земельно-информационной системы [3];
- разработку и уточнение пространственных данных в виде тематических (векторных и растровых) слоев геоинформационной системы в системе координат WGS84;
- верификацию местоположения в границах населенных пунктов и на межселенных территориях при помощи доступных данных дистанционного зондирования Земли, космоснимков с использованием беспилотных летательных аппаратов и данных лесоустройства;
- проведение экспедиционных исследований, сбор и уточнение недостающей тематической информации;
- составление окончательного перечня объектов с отражением сведений об их количестве, местоположении, наименовании, площади поверхности воды, протяженности водотоков с учетом их классификации, целей пользования и принадлежности к особо охраняемым природным территориям и итоговое уточнение данных.

Таким образом, информация, полученная в ходе анализа тематических материалов, была использована на последующих этапах работы: при составлении предварительного перечня поверхностных водных объектов, подлежащих изучению, а затем его верификации и разработке пространственных данных.

Анализируемые научные источники показали, что распределение водоемов по бассейнам рек неравномерно. Озерность водосбора Немана составляет 0,2–2,0% от его общей площади, а наивысшее значение этого показателя приходится на Мядельский район Минской области.

В ходе инвентаризации выяснилась небезынтересная деталь: в большинстве случаев определить историческое название ручьев, малых озер и прудов не представлялось возможным в связи с отсутствием сведений в имеющихся картографических и справочных материалах. Как следствие, для обозначения водного объекта применялось название населенного пункта, расположенного вблизи него.

Протяженность водотоков и площадь водной глади водоемов устанавливалась картометрическим способом с использованием географических информационных систем [4]. Первоначальный перечень поверхностных водных объектов в бассейне реки Неман содержал 3649 пунктов (1801 водоток и 1848 водоемов). Однако вследствие того, что в итоговый вариант не включались каналы мелиоративных систем, количество водотоков в дальнейшем сократилось на 2785. Что касается водоемов, то их конечное число стало меньше на 2088: на этапе верификации из списка удалены технические пруды очистных сооружений, а также пересохшие и заросшие растительностью.

Кроме того, при подготовке и организации полевых экспедиционных исследований был составлен перечень из 624 водных объектов в бассейне Немана (с различным подходом к классификации), которые требовали дополнительной верификации, в том числе и непосредственно на местности.

Информация о 175 водотоках была сверена с данными ортофотомозаики, составленной по актуальным результатам дистанционного зондирования Земли (территории Республики Беларусь), доступ к которой осуществлялся на платной основе специально для нужд инвентаризации [4]. В ходе этой проверки 96 объектов определены как каналы, еще 14 не были обнаружены (прекратили существование), что повлекло исключение обеих категорий из окончательного перечня, другие 65 классифицированы как ручьи и сохранены в итоговом списке.

Еще больше водотоков было обследовано на местности во время полевых экспедиционных исследований – 468. В результате 101 из них (21,6%) оказались с пересохшим руслом, а 135 вообще отсутствовали. Из остальных, сохранившихся, 74 (15,8%) были определены как искусственные образования, то есть каналы, а 281 (60%) оказались естественными и, соответственно, были классифицированы как ручьи или реки.

После выполнения экспедиционных работ из окончательного перечня водотоков исключили 46 каналов, в которых было установлено полное отсутствие воды. По той же причине «отсеялась» из первоначального списка часть водоемов: сверка

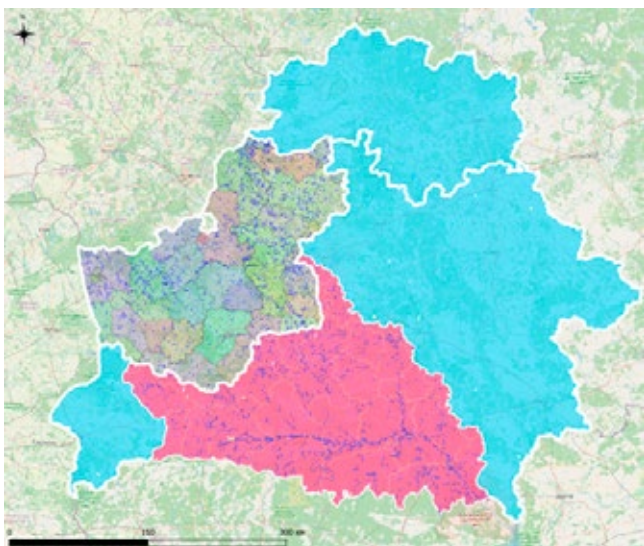


Рисунок. ГИС-слой 3377 водных объектов в бассейне р. Неман

с данными аэрофотосъемки показала отсутствие водной глади – то есть эти пруды и озера исчезли.

С учетом результатов полевых экспедиционных исследований в сочетании с другими современными методами формировался окончательный перечень проинвентаризированных поверхностных водных объектов в бассейне реки Неман. На сегодняшний день их 3377, в том числе:

- **1523 водотока с площадью водосбора менее 30 км², из них:**
 - 1078 классифицированы как реки или ручьи (имеют признаки естественного происхождения),
 - 445 – как каналы (имеют признаки искусственного происхождения);
- **1854 водоема с площадью водной глади менее 0,5 км², из которых:**
 - 282 классифицированы как озера (имеют признаки естественного происхождения);
 - 1572 – как пруды (имеют признаки искусственного происхождения) и 3 – как комплекс прудов.

По итогам проведенной инвентаризации раздел «Реестр поверхностных водных объектов Республики Беларусь» информационной системы Государственного водного кадастра дополнен новыми сведениями (рисунок).

Что касается общего массива информации этого ресурса, то по состоянию на январь 2023 г. он содержал пространственные и атрибутивные (тематические) данные о 16 392 поверхностных водных объектах: 6915 водотоках, 3974 озерах, 84 водохранилищах, 4236 прудах и 1183 родниках.

В ходе выполнения работы также уточнялись пространственные данные (векторные ГИС-слои).

Этот процесс заключался в корректировке каждого водного объекта по актуальной картографической информации: местоположение каждой изолинии водотока и каждого полигона водоема выверялось с использованием имеющихся картографических подложек на картографическом сервисе QGIS 3.26.1 [5].

Уточнение (корректировка) полигонов проводилось с помощью инструмента «Редактирование вершин в текущем слое» для полигонов программного комплекса QGIS 3.26.1. Таким образом подверглись дополнительной пространственной проверке все водоемы, включенные в окончательный перечень проинвентаризированных поверхностных водных объектов. Было выявлено, что зачастую исток водотока (ручья) смещен относительно «исторического» (представленного на растровой картографической основе) ближе к устью. Причиной этому могут служить как природные, так и антропогенные факторы, то есть сокращение русла в ряде случаев происходит под влиянием изменения климата либо хозяйственной деятельности человека.

Периодическая актуализация сведений о поверхностных водных объектах на территории Республики Беларусь (с указанием классификации), а также их визуальное представление в геоинформационной системе – чрезвычайно важная задача, решение которой способствует эффективному и рациональному управлению водными ресурсами. Кроме того, Реестр поверхностных водных объектов Республики Беларусь – комплексный веб-раздел информационной системы Государственного водного кадастра (ИС ГВК) – удобен для обычных пользователей: по их запросу ресурс предоставляет информацию не только об экологическом состоянии рек, озер, прудов и водохранилищ, их использовании, но и о местах отдыха и оздоровления, возможностях аренды и других аспектах, связанных с внутренним туризмом в нашей стране.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баканова Д.С., Водейко М.В., Таврыкина О.М. Результаты инвентаризации поверхностных водных объектов в бассейне реки Припять // Наука и инновации. 2022. №6. С. 77–79.
2. Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 гг., утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19.02.2021 г., №99. // <https://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Gosudarstvennaja-programma-2021-2025.pdf>.
3. Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь / 2023 г. // <https://gismap.by/>.
4. 17.10-41-2014 (02120) Правила определения гидрографических характеристик картометрическим способом. – Минск, 2014.
5. Картографический веб-сервис Open Street Maps // <https://www.openstreetmap.org/#map=7/53.783/27.974> – свободный.



СТОЛПЫ БЕЛОРУССКОЙ НАУКИ

Продолжение. Начало №1, 2024 г.

Мемориальные доски, увековечивающие память выдающихся ученых, установленные в городах и поселках нашей страны, — словно краткая «настенная» летопись белорусской науки. Именно они воплощают в себе коммеморативную практику, с помощью которой не только хранятся в памяти судьбы людей и их научное наследие, но и подчеркивается роль науки в становлении и развитии нашего общества, государства и его экономики. Мы продолжаем «складывать» карту памяти знаковых мест, ставших связующим звеном между прошлым, настоящим и будущим, и представляем ученых — биологов и медиков.

Отделение биологии

ГОДНЕВ Тихон Николаевич

(05.04.1893—29.10.1982) — физиолог растений, биохимик, академик, профессор, награжден двумя орденами Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, Знаком почета, многочисленными медалями.

Всю свою жизнь Тихон Николаевич посвятил естественным наукам, уделив главное внимание исследованиям химической природы и путям биосинтеза хлорофилла. Руководил работой по фотосинтезу и биосинтезу пигментов в лаборатории физиологии растений Института биологии АН БССР. Выдвинул идею о формировании хлорофилла через монопирол и лейкосоединения порфиринов, о едином процессе синтеза хлорофилла и углеводов, об относительно постоянном количестве хлорофилла в единице объема хлоропластов. Доказал, что предшественником хлорофилла является протохлорофиллид, впервые превратил его в темноте в хлорофилл. Исследовал фотосинтетические пигменты в фотогенезе в различных световых и температурных условиях.

Опубликовал более 300 научных работ, в том числе 4 монографии.

В честь Т.Н. Годнева на здании Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, на ул. Академической, 27, установлена мемориальная доска.

ЖЕБРАК Антон Романович

(27.12.1901—20.05.1965) — заслуженный деятель науки БССР, генетик и селекционер, академик, профессор, награжден орденами «Знак Почета», Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, медалями.

Исследования ученого концентрировались в области отдаленной гибридизации и полиплоидии растений, главным образом у пшеницы и гречихи. Выявил биологические закономерности, представляющие большой теоретический интерес для изучения филогенетических связей в границах рода пшениц и для развития теории отдаленной гибридизации. В результате скрещивания получил амфидиплоидные формы пшеницы, пригодные для дальнейшей гибридизации. А.Р. Жебрак не только ресинтезировал 42-хромосомный вид пшеницы, но и создал новые, до этого не существовавшие в природе 56- и 70-хромосомные типы.

В 1947 г. — президент АН БССР. Много сил А.Р. Жебрак отдал борьбе с догматиками, защищая принципы материалистической биологии. В Институте биологии по инициативе Н.В. Турбина была организована лабора-



тория полиплоидии, где ученый проводил исследования амфидиплоидов пшеницы, испытывал перспективные образцы в производственных условиях, вел работы с аутотетраплоидной гречихой, участвовал в проекте по получению полиплоидных форм сахарной свеклы. В 1945 г. в составе делегации БССР подписал в Сан-Франциско Устав ООН.

Опубликовал более 70 научных работ, в том числе 5 монографий.

В память о А.Р. Жебраке на здании
Института генетики и цитологии
НАН Беларуси установлена мемориальная доска.
В г. Минске его именем названы улица и переулок.

ИПАТЬЕВ Виктор Александрович

(30.03.1942–09.06.2009) – ученый в области лесного хозяйства, почвоведения и радиозэкологии леса, академик НАН Беларуси и РАСХН, профессор.

В.А. Ипатьев руководил Институтом леса в 1989–2006 гг. Его длительные и плодотворные исследования в области лесоведения и лесной мелиорации, радиозэкологии леса завоевали признание в научном мире как у нас в стране, так и за рубежом. В рамках нового научного направления – лесная радиозэкология – под руководством В.А. Ипатьева создана и прошла становление школа радиозэкологии леса и радиационного лесоводства.

Ученый проводил научные исследования в области радиозэкологического мониторинга, моделирования радиоактивно загрязненных лесных экосистем, радиационного лесоводства и практических методов реабилитации радиоактивно загрязненных лесных экосистем. Фундаментальным в его работах был вывод о том, что основным механизмом регулирования поступления радионуклидов в древесные растения является формирование на поверхности почвы специального почвенно-растительного барьера, «биологической перегородки», благодаря которой из биологического круговорота веществ исключается значительная часть радионуклидов. Признанием заслуг академика Ипатьева В.А. перед мировым научным сообществом явилось избрание его независимым экспертом ООН по лесу от стран Восточной Европы.

Ученый подготовил более 15 кандидатов и докторов наук, опубликовал свыше 300 работ, из них 51 монография, его авторству принадлежат 22 патента на изобретения.

В Институте леса НАН Беларуси открыт кабинет-музей В.А. Ипатьева.

КОНЕВ Сергей Васильевич

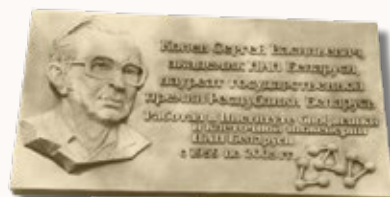
(19.01.1931–21.10.2005) – выдающийся ученый в области молекулярной биофизики, академик, профессор, лауреат Государственной премии Республики Беларусь в области науки и техники, организатор первой в стране группы исследователей-биофизиков.

Впервые выявил связь между параметрами флуоресценции белка и структурным состоянием белковых макромолекул. Его исследования послужили отправной точкой для развития современных представлений о люминесцентных свойствах белков в растворе, в составе биологических мембран и клеток. Изучал роль биомем-

бран в регуляции и реализации основных процессов жизнедеятельности клеток. Исследования ученого по мембранологии получили широкую известность.

С.В. Коневым написано более 600 научных работ, в том числе 13 монографий. Работа «Электронно-возбужденные состояния биополимеров» переиздана в США. Ученый подготовил более 40 кандидатов и 8 докторов наук. Среди его учеников – академик и два члена-корреспондента. Сергей Васильевич преподавал в БГУ, Международном экологическом университете им. А.Д. Сахарова, педагогическом и технологическом государственных университетах, написал несколько пособий, которые и в настоящее время используются в учебном процессе.

В честь С.В. Конева
на здании Института
биофизики и клеточной
инженерии НАН Беларуси,
по ул. Академической, 27,
установлена мемориальная
доска.



КУПРЕВИЧ Василий Федорович

(24.01.1897–17.03.1969) – выдающийся ученый-биолог, заслуженный деятель науки БССР, Герой Социалистического Труда, член-корреспондент АН СССР, академик, профессор, награжден орденами «Знак Почета», Трудового Красного Знамени, Ленина, многочисленными медалями.

В.Ф. Купревич выдвинул гипотезу о прогрессивном сокращении и специализации ферментного аппарата паразитных грибов в процессе их эволюции, впервые доказал, что растения могут усваивать для фотосинтеза углекислоту, попадающую через корневую систему с водой из почвы. Открыл внеклеточные ферменты, выделяемые кончиками корней высших растений, и этим доказал возможность их гетеротрофного питания. Обосновал возможность использования активности почвенных ферментов как показателя биологической активности почвы. Положил начало новому направлению в экологии и почвоведении – почвенной энзимологии. В середине 1950-х гг. основал школу белорусских микологов и фитопатологов.

С 1952 г. на протяжении 17 лет В.Ф. Купревич был президентом АН БССР, сформировал ее современную структуру.

В.Ф. Купревич – автор более 100 научных работ, из них 7 монографий. Основные его работы посвящены физиологии больного растения, систематике грибов, почвенной энзимологии.

Имя В.Ф. Купревича носят Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, средняя школа №1 г. Смолевичи, улицы в г. Минске и г. Смолевичи, а также премия НАН Беларуси для молодых ученых. Более четверти века раз в два года в Институте экспериментальной ботаники НАН Беларуси проходят научные чтения, посвященные его памяти.



МОИСЕЕНКО Федор Потапович

(20.02.1894–09.12.1979) – заслуженный деятель науки БССР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, Знак Почета.

Ученый предложил оригинальный метод таксации лесосечного фонда и на основе его – сортиментные таблицы, которые используются в лесном хозяйстве и сегодня. Впервые применил методику их составления с учетом неизбежных дровяных отходов, предложил новую классификацию деревьев по технической годности. Изучал динамику роста дубрав и ельников на территории БССР, разработал методику таксации лесозаготовительного фонда и составил сортиментные таблицы, обосновал возрасты технической зрелости и вырубki деревьев в лесах страны.

Федор Потапович подготовил более 10 докторов и кандидатов наук, запатентовал 12 своих изобретений, опубликовал более 130 трудов.

В честь Ф.П. Моисеенко в Гомеле названа улица.

НЕСТЕРОВИЧ Николай Дмитриевич

(25.07.1903–27.12.1984) – дендролог и интродуктор древесных растений, заслуженный деятель науки, лауреат Государственной премии БССР, академик АН БССР, профессор, награжден орденами Красной Звезды, Отечественной войны I и II степеней, «Знак Почета», Октябрьской Революции, Ленина, Трудового Красного Знамени, медалями.

В послевоенные годы Николай Дмитриевич возглавлял работу по восстановлению Ботанического сада АН БССР, создал и возглавил отдел дендрологии в Институте биологии, работал над восстановлением и расширением ботанических коллекций, участвовал в издании фундаментальной серии «Флора БССР».

Впервые в условиях Беларуси изучил биологические закономерности цветения и плодоношения древесных интродуцентов, обосновал выделение 5 интродукционных районов на территории республики; разрешил ряд теоретических и практических вопросов, касающихся основ интродукции и акклиматизации древесных растений. Благодаря этим исследованиям определилось новое направление в интродукции, а дальнейшие разработки касались обогащения культурной флоры Беларуси новыми хозяйственно ценными видами растений. Работы Н.Д. Нестеровича определили направление деятельности Центрального ботанического сада АН БССР в сфере интродукции деревьев и кустарников и их внедрения в практику.

Доказал, что в природно-климатических условиях нашей страны может успешно произрастать 712 видов и 90 форм древесных и кустарниковых экзотов. Для внедрения в культуру и производство им было рекомендовано 422 вида древесных и кустарниковых пород и 276 видов – для смежных областей Российской Федерации, Украины,

В память об ученом на доме №15 по ул. Кульман в г. Минске, где он жил в последние годы жизни, установлена мемориальная доска.



Прибалтики, предложил новые хозяйственно полезные (высокопродуктивные, быстрорастущие, орехоносные) древесные породы для лесного хозяйства.

Николай Дмитриевич – создатель белорусской школы дендрологов-интродукторов, автор более 200 научных работ, в том числе 16 монографий и других книжных изданий.

РОГОВОЙ Павел Прокофьевич

(16.06.1895–28.12.1985) – основатель научной школы лесного почвоведения Беларуси, заслуженный деятель науки БССР, академик, профессор, лауреат Государственной премии БССР, награжден орденами Ленина, Трудового Красного знамени, «Знак Почета», медалями.

Под руководством Павла Прокофьевича в 1936 г. начаты широкомасштабные исследования водного режима почв. С 1937 г. П.П. Роговой организовал и возглавил почвенно-гидрологическую лабораторию в составе БелНИИЛХ. Изучил водный режим почвогрунтов леса и установил их большую водорегулирующую, почвозащитную и водоохранную роль. Разработал принципы классификации почв дерново-подзолистой зоны, а также пойменных лесов. Коллективом ведущих почвоведов под редакцией П.П. Рогового и И.С. Лупиновича была составлена и издана карта почв БССР.

Подготовил свыше 30 докторов и кандидатов наук.

Ученым опубликовано более 100 научных работ, в том числе несколько монографий и учебник по почвоведению в двух изданиях.

В 1995 г. в Гомеле прошел I съезд почвоведов Беларуси, посвященный 100-летию со дня рождения академика П.П. Рогового.

В Гомеле в честь П.П. Рогового названа улица.

РОКИЦКИЙ Петр Фомич

(15.08.1903–21.10.1977) – заслуженный деятель науки Беларуси, академик, профессор, лауреат Государственной премии БССР, награжден орденом «Знак Почета» и медалями.

П.Ф. Рокицкий разработал методы анализа фенотипической изменчивости и ее компонентов – генетической и средовой, решил ряд вопросов теории и практики селекции животных, разработал и внедрил статистические методы в разные области биологии. Внес существенный вклад в становление и дальнейшее развитие общей и теоретической генетики, радиационной генетики, теории мутагенеза, теории отбора, теоретических основ селекционного процесса, биологической статистики.

Петр Фомич – автор первого в СССР учебника по генетике для зоотехнических вузов, который выдержал 4 издания, автор более 200 научных работ, в том числе 3 монографий.



В память о П.Ф. Рокицком на здании Института генетики и цитологии НАН Беларуси установлена мемориальная доска. На родине в поселке Кричином Мозырского района открыт музей академика П.Ф. Рокицкого, одна из улиц этого поселка названа в его честь, а в Кричианской средней школе Мозырского района работает музей П.Ф. Рокицкого.

СУЩЕНА Леонид Михайлович

(11.11.1929–19.04.2015) – выдающийся зоолог, гидробиолог, заслуженный деятель науки БССР, академик АН СССР, РАН, НАН Беларуси и ее 10-й президент, иностранный член Польской и Литовской академий наук, профессор, награжден орденами Дружбы народов, Трудового Красного Знамени, Дружбы Российской Федерации.

В Севастопольской биологической станции развернул исследования по экологической физиологии ракообразных. Работая в Институте биологии южных морей, участвовал в крупных морских экспедициях в Средиземном и Карибском морях, Атлантическом океане, во многих международных конгрессах и симпозиумах по гидробиологии и океанографии. Л.М. Сущена был вице-президентом Всесоюзного гидробиологического общества, Председателем Национального комитета по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Благодаря усилиям Л.М. Сущены отдел зоологии и паразитологии АН БССР был преобразован в 1980 г. в Институт зоологии АН БССР, который впоследствии стал НИПЦ НАН Беларуси по биоресурсам. Леонид Михайлович стал его первым директором и возглавлял в 1980–1992 гг.

Значительный вклад внес в разработку ряда природоохранных принципов и методов по оценке антропогенного воздействия на природные комплексы. Под его руководством разработан прогноз возможных изменений в биосфере республики в результате развития народного хозяйства, вышла серия научно-практических рекомендаций по охране и рациональному использованию животного мира, созданию особо охраняемых природных территорий.

Л.М. Сущена был организатором работ, связанных с оценкой и ликвидацией последствий радиоактивного загрязнения природных комплексов Беларуси после аварии на ЧАЭС. На протяжении многих лет руководил Рабочей группой по внутренним водоемам Советского комитета по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера», был главным редактором журнала «Весці НАН Беларусі».

Автор более 200 научных трудов, в том числе 8 монографий.

В честь Л.М. Сущены на здании Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, на ул. Академической, 27, установлена мемориальная доска.



ТУРБИН Николай Васильевич

(03.12.1912–22.07.1998) – заслуженный деятель науки БССР, лауреат Государственной премии БССР, академик АН БССР и ВАСХНИЛ, Президент и почетный член Всесоюзного общества генетиков и селекционеров СССР им. Н.И. Вавилова, профессор, награжден орденами «Знак Почета», Трудового Красного Знамени, медалями.

С именем ученого связан подъем и развитие генетической науки в БССР конце 50-х – начале 60-х гг. Являясь заведующим кафедрой дарвинизма и генетики БГУ и руководителем Института генетики и цитологии, Н.В. Турбин объединил усилия этих коллективов для ре-

шения ряда важных научных проблем. Как основатель школы белорусских генетиков внес выдающийся вклад в разработку важнейших генетических проблем, прикладной генетики сельскохозяйственных культур и др. Предложил оригинальную концепцию гетерозиса. Под его руководством и при непосредственном участии в Беларуси получили развитие исследования по молекулярной генетике и биотехнологии. Впервые в СССР были начаты работы по генетической трансформации растений, генетике канцерогенеза, в результате чего была сформулирована генетическая концепция раковой анергии и предложен оригинальный подход к диагностике рака.

В 1968 г. Н.В. Турбин был избран академиком-секретарем Отделения растениеводства и селекции ВАСХНИЛ. В 1971 г. переехал на работу в Москву, где создал Всесоюзный институт прикладной молекулярной биологии и генетики. Проводил исследования по генетике и селекции тритикале в России, Беларуси, Украине, Узбекистане, Киргизии и Таджикистане, в результате чего были созданы, испытаны и районированы высокоурожайные сорта этой культуры. Представлял отечественную генетическую науку за рубежом, выступал с докладами на международных генетических конгрессах и конференциях, читал лекции в университетах Великобритании, Канады и Швеции. Автор более 350 научных работ, в том числе 8 монографий.

Среди учеников Н.В. Турбина 18 докторов и более 40 кандидатов наук.

В память о Н.В. Турбине на здании Института генетики и цитологии НАН Беларуси установлена мемориальная доска, на втором этаже Института размещен бюст.



ЮРКЕВИЧ Иван Данилович

(22.06.1902–21.09.1991) – геоботаник, фенолог, лесовод, заслуженный деятель науки БССР, академик, профессор, лауреат Государственной премии СССР, награжден 2 орденами Трудового Красного Знамени, Октябрьской Революции и медалями.

Свыше 23 лет трудовой деятельности ученого связано с Белорусским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства, где он изучил и научно обосновал системы и способы рубок главного пользования в лесах республики, исследовал плодо- и семеношение основных лесообразующих пород. Разработал агротехнику возделывания бересклета и методов обогащения его корней и стеблей гудой, создал первую эдафо-фито-ценотическую классификацию лесов Беларуси, вошедшую в справочную литературу и практику организации лесоустроительных работ.

Автор свыше 650 научных трудов, в том числе 22 монографий, 12 карт растительности.

В память об ученом на учебном корпусе Марьиногорского агротехнического колледжа им. В.Е. Лобанка, где И.Д. Юркевич получил свое первое профессиональное образование, установлена мемориальная доска.



Отделение медицинских наук

АНТОНОВ Игнатий Петрович

(28.12.1922–01.02.2015) – ученый–невролог, организатор практического здравоохранения, создатель отечественной неврологической школы, лауреат Государственной премии Республики Беларусь, академик НАН Беларуси, член–корреспондент Российской академии медицинских наук, профессор, народный врач Беларуси. Награжден орденами Отечественной войны I и II степеней, орденом Красной Звезды.

Научные исследования, проводимые под руководством И.П. Антонова, охватывают широкий спектр проблем неврологии и физиотерапии. Им разработаны новые методы диагностики, лечения и профилактики заболеваний периферической нервной системы, сосудистой патологии головного мозга, инфекционно-аллергических и паразитарных болезней нервной системы, оригинальная концепция роли аутоиммунных процессов и сосудистого фактора возникновения остеохондроза позвоночника. Высокую оценку получили работы Игнатия Петровича по изучению патогенеза острых нарушений мозгового кровообращения, поиску фармакологических средств, повышающих устойчивость мозга к гипоксии.

И.П. Антонов – автор 16 изобретений и 16 рационализаторских предложений. Игнатий Антонов воспитал плеяду учеников и последователей: подготовил 24 доктора и 45 кандидатов медицинских наук. Среди них – академики Ф.В. Олешкевич, А.Ф. Сменянович и В.С. Улащик.

Витебский государственный медицинский колледж (Витебск, ул. Правды, 24) носит имя академика И.П. Антонова, а на здании корпуса №2 РНПЦ неврологии и нейрохирургии по адресу: Минск, ул. Франциска Скорины, 24, установлена мемориальная доска.



БИРИЧ Татьяна Васильевна

(11.01.1905–26.02.1993) – создатель белорусской школы офтальмологов, Заслуженный врач БССР и заслуженный деятель науки БССР, Герой Социалистического Труда, член–корреспондент, профессор.

Т.В. Бирич освоила и применила новые методы трансплантации тканей в офтальмологии: пересадку консервированной роговицы, пластические операции по восстановлению деформированной конъюнктивальной полости и пластику век филатовским кожным стеблем, перфорированными лоскутами кожи и лоскутом слизистой оболочки губы, кератопластику. Впервые в Советском Союзе применила метод криохирургии при заболеваниях глаз. Ряд научных



В Минске на здании 3-й городской клинической больницы по ул. Ленина 30, установлена памятная доска Т.В. Бирич, на здании Лошницкого центра культуры и досуга (а/г Лошница, Борисовский р-н, Минская обл., ул. Мичурина, 8) – мемориальная доска.

работ Татьяна Васильевна посвятила актуальной проблеме офтальмологии – глаукоме, ее этиологии и патогенезу, медикаментозному и хирургическому лечению, необходимости ранней диагностики этого недуга.

Она руководила подготовкой 3 докторских и 32 кандидатских диссертаций.

БУЛЫГИН Иван Андреевич

(09.02.1907–12.04.1984) – советский и белорусский ученый–физиолог, заслуженный деятель науки БССР, лауреат Государственной премии БССР, академик, профессор. Награжден орденами Красной Звезды и Красного Знамени.

И.А. Булыгин – организатор Института физиологии Академии наук БССР, директором которого впоследствии был более 30 лет.

Иван Андреевич создал оригинальное направление исследований белорусских физиологов, касающееся механизмов интероцептивных рефлексов, особенно вегетативных. Выдвинул и экспериментально обосновал положение о сложной функциональной структуре целостной интероцептивной реакции организма. Разработал новые принципы структурно-функциональной организации вегетативных ганглиев, обосновал общее положение о взаимосвязи явления дивергенции и конвергенции в деятельности нервной системы.

И.А. Булыгин – автор 400 научных работ и 12 монографий. Подготовил 6 докторов и более 40 кандидатов наук.

На здании Института физиологии НАН Беларуси (Минск, ул. Академическая, 28) академику И.А. Булыгину установлена мемориальная доска.



ВОТЯКОВ Вениамин Иосифович

(01.08.1921–18.05.2014) – ученый–вирусолог, лауреат Государственной премии Республики Беларусь, академик НАН Беларуси, академик Академии медицинских наук СССР, академик Российской академии медицинских наук, профессор. Награжден орденами Отечественной войны II степени, Красной Звезды.

Под руководством В.И. Вотякова разработаны стратегия и тактика противодействия вирусным инфекциям и реализованы программы ликвидации эпидемической заболеваемости на территории Республики Беларусь. Впервые проведено сравнительное изучение клинических форм западного и восточного клещевого энцефалита в условиях применения одних и тех же критериев учета.



На здании Республиканского научно–практического центра эпидемиологии и микробиологии (Минск, ул. Филимонова, 23) академику В.И. Вотякову установлена памятная доска. Научный архив передан в Музей истории медицины Беларуси.

В.И. Вотяков – обладатель 103 авторских свидетельств, автор научного открытия «Явление регуляции гиперпаразитизма иммунитетом позвоночных» (открытие №322, Госреестр СССР).

Им подготовлено 16 докторов и 39 кандидатов наук.

ГОЛУБ Давид Моисеевич

(23.08.1901–12.10.2001) – выдающийся ученый в области нормальной анатомии, заслуженный деятель науки БССР, лауреат Государственной премии СССР, академик, профессор.

Основные научные исследования посвящены анатомии и эмбриологии нервной и сосудистой систем человека и животных. Давид Моисеевич создал новое научное направление в изучении нервной системы. Выявил основные закономерности развития ее периферии, разработал теорию окольной многосегментарной и контралатеральной иннервации внутренних органов, принципы образования новых нервных и сосудистых путей, исследовал компенсаторные приспособления в вегетативной нервной системе.

Под руководством Д.М. Голуба защищено 62 диссертации, из них 10 докторских и 52 кандидатских.

Именем академика Д.М. Голуба названа улица в г. Червене Минской обл., на доме №4 установлена мемориальная доска.



ДМИТРИЕВ Андрей Сергеевич

(29.06.1925–13.04.1989) – ученый-физиолог, заслуженный деятель науки БССР, академик, профессор.

Научные труды А.С. Дмитриева посвящены вопросам гравитационной биологии. Он открыл цепной кольцевой механизм двигательной нейрогуморальной реакции кишечника, в котором промежуточным звеном являются рефлекторные и гуморальные сдвиги, возникающие в органах и тканях при гравитационных воздействиях. Под руководством Андрея Сергеевича создан ряд экспериментальных установок и разработаны методики, позволившие изучать влияния гравитационных факторов на анимальные и вегетативные функции, а также на высшую нервную деятельность человека и животных.

На доме по пр. Независимости, 76 в Минске А.С. Дмитриеву установлена мемориальная доска.



ЗАЛУЦКИЙ Иосиф Викторович

(05.09.1950–14.06.2018) – ученый-онколог, член-корреспондент, профессор.

Научные исследования Иосифа Викторовича были направлены на разработку и внедрение в клиническую практику методов диагностики, лечения и реабилитации пациентов с онкологическими заболеваниями. Он

изучил возможности реконструктивных и восстановительных операций. Осуществил на практике идею выполнения органосохраняющих радикальных операций у пациентов с опухолями опорно-двигательного аппарата, мягких тканей, головы и шеи.

И.В. Залуцкий – обладатель 28 патентов. Под его руководством защищены 5 докторских и 16 кандидатских диссертаций.

Имя И.В. Залуцкого присвоено Молодечненскому государственному медицинскому колледжу (г. Молодечно, ул. Томилина, 28а), на здании которого установлена мемориальная доска. В 2023 г. в колледже открыта музейная комната.



КРОЛЬ Михаил Борисович

(02.03.1879–06.08.1939 гг.) – один из создателей советской неврологической школы, основоположник белорусской школы невропатологов и физиотерапевтов, невропатолог, заслуженный деятель науки БССР, академик НАН Беларуси, член-корреспондент АН СССР, профессор.

М.Б. Кроль изучал локализацию функций, афазии, апраксии и агнозии, поражение нервной системы при бешенстве, сыпном тифе, проказе. Он обосновал новое представление о синергических и тонических рефлексах, гиперкинезах, о реперкуссии и хронаксии. Впервые в СССР ввел в клиническую практику метод хронаксии, позволяющий исследовать тонкие функции нервной системы.

В память о Михаиле Борисовиче в клинике нервных болезней НИИ экспериментальной медицины (Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, 12) установлен бюст, в клинике нервных болезней Минского медицинского института (ул. Семашко, 8) – мемориальная доска. В Белорусском государственном медицинском университете открыта аудитория им. М.Б. Кротя.

МАНАК Николай Андреевич

(20.06.1943–01.03.2017) – ученый-кардиолог, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент, профессор.

Николай Андреевич вел исследования в области хронической ишемической болезни сердца, индивидуализированных методов лечения, реабилитационных технологий и диагностики, прогнозирования инвалидности. Им разработан метод скрининга антиангинальных препаратов с помощью острого фармакологического теста в условиях велоэргометрических нагрузок и дозированной ходьбы. Выполнил оригинальные разработки по болевой чувствительности, метеозависимости и метеопрофилактике, вертеброкардиальному синдрому, толерантности к органическим нитратам, особенностям развития стенокардии у женщин в разные фазы менопаузы, дисфункции синусового узла.

Н.А. Манак – автор более 6 авторских свидетельств на изобретения.

В г. Минске на доме по адресу ул. Пулихова, 37 установлена памятная доска.

ОЛЕШКЕВИЧ Федор Васильевич

(05.05.1936–29.12.2008) – ученый-нейрохирург, академик, профессор, заслуженный деятель Республики Беларусь.

Научные исследования Ф.В. Олешкевича посвящены сосудистым нарушениям головного мозга, черепно-мозговым травмам, опухолям головного мозга, эпилепсии, болевым синдромам. Им разработан и применен новый метод лечения артериального спазма мозговых сосудов. Впервые изучена роль и значение перекисного окисления липидов при черепно-мозговой травме.

Федор Васильевич – автор 6 изобретений, 8 рационализаторских предложений. Под его руководством защищены 2 докторских и 12 кандидатских диссертаций.

Именем Ф.В. Олешкевича в г. Новогрудке названа улица; в г. Минске на доме, где жил академик (ул. Я. Коласа, 69) и в д. Щорсы Новогрудского р-на на здании средней школы установлены мемориальные доски.



САВЧЕНКО Николай Евсеевич

(07.11.1922–12.06.2001) – известный хирург-уролог, государственный деятель Республики Беларусь, лауреат Государственной премии БССР, академик, профессор. Награжден орденами Отечественной войны I и II степени, 2 орденами Красной Звезды.

Научные труды Николая Евсеевича связаны с болезнями мочеполовой системы, почечной гипертензии, трансплантации органов и тканей. Он уделял много внимания вопросам автоматизации системы управления здравоохранением. На счету Н.Е. Савченко 9 изобретений. Им подготовлено 6 докторов и 24 кандидата медицинских наук.



Имя Н.Е. Савченко присвоено 4-й городской клинической больнице г. Минска (ул. Розы Люксембург, 110), на здании которой установлена мемориальная доска. В 2001 г. в Белорусском государственном медицинском университете учреждена стипендия им. Н.Е. Савченко.

СИДОРЕНКО Георгий Иванович

(21.08.1925–30.09.2014) – ученый-кардиолог, заслуженный деятель науки БССР, заслуженный изобретатель БССР, лауреат Государственной премии Республики Беларусь, академик, профессор. Награжден орденом Отечественной войны I степени.

Основные труды Г.И. Сидоренко посвящены проблемам кардиологии, медицинской кибернетики и приборостроения. Им разработаны методы индивидуализации лечебных процедур, автоматизации экстренного анализа кардиологической и сердечно-сосудистой ин-

формации при помощи универсальных вычислительных машин. Под его руководством созданы аппараты автоматизированной биоуправляемой диагностики и терапии сердечно-сосудистых заболеваний, новые поколения лекарственных препаратов сердечно-сосудистого действия.

Под научным руководством и при консультации Г.И. Сидоренко были выполнены 17 докторских и 54 кандидатских диссертаций.

На доме по ул. Пулихова, 7, корп. 1 в г. Минске, где жил Г.И. Сидоренко, установлена мемориальная доска.



СМЕЯНОВИЧ Арнольд Федорович

(11.08.1938–02.01.2021) – известный ученый в области нейрохирургии, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, лауреат Государственной премии Республики Беларусь, академик, профессор.

Направления научной деятельности Арнольда Федоровича – хирургия сосудистой патологии головного мозга, нейроонкология, хирургия компрессионных форм остеохондроза позвоночника, реконструктивная хирургия повреждений плечевого сплетения. Он разработал и внедрил микрохирургическую технологию тотального удаления невриноном преддверноулиткового нерва и ряд методик лечения неврологических расстройств, связанных с этим заболеванием. А.Ф. Смеянович – автор методики комплексного хирургического восстановления функции верхней конечности при повреждениях плечевого сплетения, которая не имеет аналогов в мировой практике. Им внедрены в практику оригинальные методики, имеющие приоритетное значение в лечении нейроонкологических больных.

А.Ф. Смеяновичем получено 25 патентов на изобретения.

Им подготовлено 2 доктора и 16 кандидатов наук, член-корреспондент.

На здании РНПЦ неврологии и нейрохирургии в Минске, по ул. Франциска Скорины, 24 А.Ф. Смеяновичу установлена мемориальная доска.



Отделение гуманитарных наук

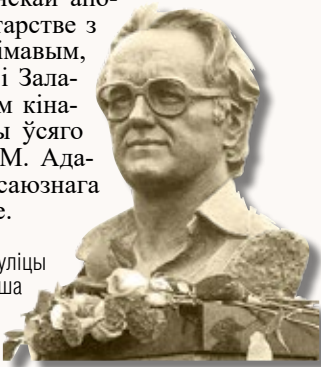
АДАМОВІЧ Александр Міхайлавіч (Алесь Адамовіч)

(03.09.1927–26.01.1994) – вядомы беларускі пісьменнік, сцэнарыст, публіцыст, член-карэспандэнт АН БССР. Аўтар звыш 100 літаратуразнаўчых і крытычных артыкулаў, 13 манаграфій. Узнагароджаны ордэнамі «Знак Пашаны», Айчыннай вайны II ступені, Працоўнага Чырвонага Сцяга, медалямі.

Пасля абароны кандыдацкай дысертацыі працаваў на філалагічным факультэце БДУ. У 1962–1966 гг. падчас вучобы на Вышэйшых сцэнарных курсах у Маскве чытаў у МДУ імя М. Ламаносава курс па беларускай літаратуры. З 1966 г. працаваў у Інстытуце літаратуры імя Янкі Купалы, дзе і абараніў доктарскую.

У дзяцінстве, у час Вялікай Айчыннай вайны, удзельнічаў у антыфашысцкім падполлі, партызанскім руху. Большасць яго літаратурных твораў прысвечана тэме вайны і яе асэнсавання як трагедыі: «Вайна пад дахамі», «Сыны сыходзяць у бой», «Хатынская аповесць», «Я з вогненнай вёскі» (сумесна з Я. Брылем і У. Калеснікам), «Карнікі», шматлікая антываенная публіцыстыка («Выберы жыццё» і інш. зборнікі). У 1982 г. у складзе беларускай дэлегацыі ўдзельнічаў у працы Генеральнай асамблеі ААН у Нью-Ёрку; шмат ездзіў па свеце з выступамі ў абарону міру на міжнародных канферэнцыях. У 1985 г. кінастужка «Ідзі і глядзі», пастаўленая па яго сцэнарыі на аснове «Хатынскай аповесці» і «Карнікаў» у суаўтарстве з кінарэжысёрам Элемам Клімавым, атрымала Першую прэмію і Залаты прыз на XIV Маскоўскім кінафестывалі і абышла экраны ўсяго свету. З 1987 па 1994 г. А.М. Адамовіч быў дырэктарам Усесаюзнага НДІ кінамастацтва ў Маскве.

Імя Алесь Адамовіч носіць вуліцы ў г. Івацэвічы і ў пасёлку Глуша Бабруйскага раёна. У Маскве на доме, дзе ён жыў, была ўсталявана памятная дошка.



АТРАХОВІЧ Кандрат Кандратавіч (Кандрат Крапіва)

(05.03.1896–07.01.1991) – народны пісьменнік Беларусі, мовазнаўца, доктар філалагічных навук, акадэмік НАН Беларусі, віцэ-прэзідэнт Акадэміі. Узнагароджаны 4 ордэнамі Леніна, ордэнамі Кастрычніцкай рэвалюцыі, Чырвонага Сцяга, Працоўнага Чырвонага Сцяга, Вялікай Айчыннай вайны II ступені, Дружбы народаў, Чырвонай зоркі, медалямі, ганаровымі граматамі Вярхоўнага Савета БССР. Лаўрэат 2 Дзяржаўных прэмій БССР, Дзяржаўнай прэміі СССР.



У Акадэміі навук БССР загадваў сектарам мовазнаўства ў Інстытуце літаратуры і мовы. У 1952 г. узначаліў Інстытут мовазнаўства, з 1956 па 1982 г. браў удзел у стварэнні руска-бела-

рускага і беларуска-рускага слоўнікаў, «Дыялектычнага атласа беларускай мовы»; апублікаваў шэраг навуковых артыкулаў аб праблемах беларускай мовы. У 1961–1964 гг. з'яўляўся галоўным рэдактарам часопіса «Весці АН БССР. Серыя грамадскіх навук».

У гонар Кандрата Крапівы названы Інстытут мастацтвазнаўства, этнаграфіі і фальклору (цяпер – адзін з філіялаў Цэнтра даследаванняў беларускай культуры, мовы і літаратуры НАН Беларусі), Уздзенская сярэдняя школа №2. У Мінску на пр. Незалежнасці, 76, у якім жыў пісьменнік, устаноўлена мемарыяльная дошка. Імя Кандрата Крапівы носіць вуліцы ў Мінску і Уздзе. У 1996 г. ў гонар пісьменніка і вучонага ў Беларусі выпушчана паштовая марка.

БРОЎКА Пётр Усцінавіч (Пятрусь Броўка)

(25.06.1905–24.03.1980) – народны паэт БССР, акадэмік НАН Беларусі. Узнагароджаны 3 ордэнамі Леніна, ордэнамі «Знак Пашаны», Чырвонай Зоркі, Кастрычніцкай Рэвалюцыі, Дружбы народаў, Кірылы і Мефодыя (Балгарыя), медалямі «Партызану Вялікай Айчыннай вайны» I ступені, «За перамогу над Германіяй». Ганаровы грамадзянін г. Мінска.

У час Вялікай Айчыннай вайны пайшоў на фронт добраахвотнікам; маючы досвед працы ў перыядычных выданнях, быў накіраваны ў франтавую газету «За Советскую Беларусь», а потым у партызанскую прэсу. Пасля Перамогі працаваў адказным рэдактарам часопіса «Полымя». Узначальваў Саюз пісьменнікаў БССР, Камітэт па Дзяржаўных прэміях БССР у галіне літаратуры, мастацтва і архітэктуры. Аўтар зборнікаў вершаў, лібрэта да опер.

У гонар Петруся Броўкі названа вуліца ў цэнтры беларускай сталіцы непадалёк ад Акадэміі навук. Яго імя носіць выдавецтва «Белорусская Советская Энциклопедия» (з 1992 – «Беларуская Энцыклапедыя імя Петруся Броўкі»), якім доўгі час (з 1967 г. да апошніх дзён жыцця) Пётр Усцінавіч кіраваў.

БРЫЛЬ Іван Антонавіч (Янка Брыль)

(04.08.1917–25.07.2006) – народны пісьменнік БССР, перакладчык, ганаровы член НАН Беларусі. У час II Сусветнай вайны змагаўся супраць фашыстаў на тэрыторыі Польшчы і Беларусі. Узнагароджаны 2 ордэнамі Працоўнага Чырвонага Сцяга, ордэнамі Айчыннай вайны II ступені, Дружбы народаў, «Знак Пашаны».

Лаўрэат Дзяржаўнай прэміі СССР за аповесць «У Забалоцці днее», Літаратурнай прэміі імя Якуба Коласа за кнігу «Працяг размовы», Дзяржаўнай прэміі БССР імя Якуба Коласа за аповесць «Золак, убачаны здалёк». У Польшчы ўзнагароджаны прэміяй за пераклады польскай літаратуры і ўмацаванне дружбы паміж народамі імя В. Петшака, аўтарскага аб'яднання «ЗАІКС».

Аўтар мноства літаратурных твораў розных жанраў, суаўтар (разам А. Адамовічам і У. Калеснікам) дакументальнай аповесці «Я з вогненнай вёскі...», экранізацыя якой набыла сусветную вядомасць.

Імем Янкі Брыля названы вуліцы ў Мінску і польскім горадзе Гдыня, у абароне якога ён браў удзел.

БУСЛАЎ Казімір Паўлавіч

(25.10.1914–20.01.1983) – беларускі філосаф, акадэмік, заслужаны дзеяч навукі БССР, лаўрэат Дзяржаўнай прэміі БССР. Узнагароджаны Ленінскай юбілейнай Ганаровай граматай ЦК КПБ, Прэзідыума Вярхоўнага Савета БССР, Савета міністраў БССР і Беларускага Савета прафсаюзаў.

К.П. Буслаў – вядомы спецыяліст у галіне сацыяльнай філосафіі. Ён паспяхова распрацоўваў праблемы сацыяльнага прагрэса, гуманізму і культуры, апублікаваў звыш 80 навуковых работ. Пры яго ўдзеле і непасрэдным кіраванні ў Інстытуце філосафіі і права ў 1961–1970 гг. былі падрыхтаваны выданні аб зменах у структуры савецкага грамадства па меры развіцця прадукцыйных сіл.

Ён быў віцэ-прэзідэнтам Філасофскага таварыства СССР, старшынёй яго Беларускага аддзялення, галоўным рэдактарам часопіса «Известия АН БССР» (серыя грамадскіх навук), старшынёй Навуковай рады па філасофскіх праблемах АН БССР, старшынёй Вучонай рады па абароне дысэртацый Аддзялення грамадскіх навук АН БССР, членам Вучонага савета па абароне дысэртацый Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта. Выбіраўся членам Прэзідыума Акадэміі навук БССР, старшынёй секцыі грамадскіх навук і членам Камітэта па Дзяржаўных прэміях БССР у галіне навукі і тэхнікі.

У гонар К.П. Буслава ў Мінску (вул. Леніна, 9) усталявана мемарыяльная дошка.



ГАРБУНОЎ Цімафей Сазонавіч

(06.08.1904–08.10.1969) – партыйны і дзяржаўны дзеяч БССР, гісторык, акадэмік, узнагароджаны ордэнамі Леніна, Чырвонага сцяга, Працоўнага Чырвонага сцяга, медалямі.

Цімафей Сазонавіч спалучаў навуковую, выкладчыцкую, грамадскую і прапагандысцкую працу. У 1944 г. быў зацверджаны ў вучоным званні дацэнта па кафедры гісторыі Беларусі. У 1948–1950 гг. значальваў кафедру асноў марксізму-ленінізму Другога Маскоўскага медыцынскага інстытута. З 1950 г. – прафесар у БДУ, у 1949–1950 гг. – намеснік старшыні праўлення Усесаюзнага таварыства па распаўсюджванні палітычных і навуковых ведаў. Працаваў рэдактарам часопіса «Наука и жизнь». Аўтар звыш 20 навуковых прац, у тым ліку 7 манаграфій і брашур: «Вызваленая Заходняя Беларусь», «Гераічнае мінулае беларускага народа», «Утварэнне БССР» і інш.

Імем Цімафея Гарбунова названа вуліца ў г. Бешанковічы.

ДОЎНАР-ЗАПОЛЬСКИ Мітрафан Віктаравіч

(02.06.1867–30.09.1934) – беларускі гісторык, этнограф.

Сумесна з акадэмікам Пецябургскай Акадэміі навук Я.Ф. Карскім распрацаваў праект стварэння першага ўніверсітэта ў Мінску, які застаўся нерэалізаваным, але паскорыў адкрыццё БДУ.

З 1924 г. – сапраўдны член Інстытута беларускай культуры (значальваў гісторыка-археалагічную і археаграфічную камісіі). Прафесар гісторыі ў БДУ, член эканамічнай секцыі Дзяржплана БССР. Гісторыка-археалагічная камісія пад яго кіраўніцтвам падрыхтавала да друку матэрыялы Літоўскай метрыкі. Па ініцыятыве навукоўца 17–18 студзеня 1926 г. у Мінску быў праведзены I з'езд даследчыкаў беларускай археалогіі і археаграфіі.

Напісаў больш за 200 навуковых прац па гісторыі, этнаграфіі, археаграфіі, гістарыяграфіі, крыніцазнаўству, архівазнаўству. Даследаваў гісторыю Беларусі, Літвы, Расіі, Кіеўскай Русі, Маскоўскай дзяржавы, распрацаваў карту рассялення беларусаў. Адзін з заснавальнікаў айчынай гістарыяграфіі, адзін з першых даследчыкаў гісторыі беларускай дзяржаўнасці.

У гонар навукоўца адкрыты помнік у г. Рэчыцы, дзе амаль 20 гадоў праводзілася міжнародная навуковая канферэнцыя «Доўнараўскія чытанні».

ЖЫЛУНОВІЧ Зміцер Хведаравіч (Цішка Гартны)

(23.10.1887–11.04.1937) – беларускі пісьменнік, паэт і перакладчык, літаратурны крытык, грамадскі і дзяржаўны дзеяч, акадэмік.

Рэдактар першай беларускай бальшавіцкай газеты «Дзянніца». Аўтар маніфеста аб утварэнні Савецкай Сацыялістычнай Рэспублікі Беларусь. З 1 студзеня 1919 па 3 лютага 1919 г. – першы старшыня Часовага рэвалюцыйнага ўрада краіны. Узначалваў Дзяржвыдавецтва БССР і Цэнтральны архіў БССР, працаваў намеснікам наркама асветы і старшынёй Галоўмастацтва БССР, з'яўляўся членам Прэзідыума Інбелкульту і навуковым сакратаром камісіі па вывучэнні рэвалюцыйнага руху на Беларусі. У 1920–1931 гг. уваходзіў у склад ЦВК БССР, з 1934 па 1936 г. працаваў у Інстытуце гісторыі БелАН.

Вядомы не толькі як пісьменнік – пачынальнік рабочай тэматыкі ў беларускай паэзіі і прозе, але і як даследчык гісторыі беларускай літаратуры.

У Капылі перад раённым краязнаўчым музеем устаноўлены помнік Цішцы Гартнаму. Яго імем названы вуліцы ў Капылі, Мінску, Гародні і Магілёве; у першых двух гарадах устаноўлены мемарыяльныя дошкі. Яго імя таксама носіць капыльскія сярэдняя школа №2.

ЗАМОЦІН Іван Іванавіч

(01.11.1873–25.05.1942) – беларускі і расійскі літаратуразнавец, акадэмік Беларускай акадэміі навук, член-карэспандэнт АН СССР. Узначалваў Інстытут літаратуры і мастацтва БелАН (1931–1933).

Адзін з пачынальнікаў беларускага літаратуразнаўства XX ст. Разам з М. Пятуховічам і Я. Барычэўскім стаяў ля вытокаў і беларускай тэксталогіі. Кіраваў падрыхтоўкай і выданнем твораў Максіма Багдановіча, Паўлюка Труса, Цёткі, Алеся Гаруна і інш. Распрацоўваў метадыку выкладання беларускай літаратуры ў школе. Яго «Мастацкая літаратура ў школьным выкладанні» была першым падручнікам для ВНУ для настаўнікаў-славеснікаў. Даследаваў таксама і гісторыю рускай літаратуры XVIII–XX стст.

Памятная дошка ў гонар Івана Замоціна ўсталявана на будынку Беларускага педагагічнага ўніверсітэта ў Мінску.

ІГНАТОЎСКИ Усевалад Макаравіч

(19.04.1881–04.02.1931) – беларускі гісторык, акадэмік, адзін са стваральнікаў Інбелкульту, першы кіраўнік Беларускай акадэміі навук.

Выкладаў у настаўніцкім інстытуце ў Мінску, дзе распрацаваў курс лекцый па гісторыі Беларусі, вярнуў Вялікаму Княству Літоўскаму яго сапраўдную назву, садзейнічаў узнаўленню працы сельскагаспадарчай акадэміі ў Горках і ветэрынарнага інстытута ў Віцебску, адкрыццю Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта, Мінскага педагагічнага тэхнікума (пазней атрымаў яго імя). Дзякуючы яму пачала сваю дзейнасць Навуковая камісія па стварэнні і апрацоўцы беларускай тэрміналогіі. Працаваў намеснікам рэктара і прафесарам БДУ, дэканам факультэтаў грамадскіх і педагагічных навук, наркамам асветы БССР, Старшынёй Прэзідыума Інбелкульту (пад яго кіраўніцтвам быў рэарганізаваны ў Акадэмію навук, якой яму даверылі кіраваць). Працу на высокіх пасадах сумяшчаў з навуковай дзейнасцю. У.М. Ігнатаўскім напісана больш за 40 навуковых і навукова-папулярных прац, у тым ліку 8 манаграфій.

Імя Усевалада Ігнатаўскага носіць Камянецкая цэнтральная раённая бібліятэка, на будынку якой устаноўлена мемарыяльная дошка, вуліца ў Мінску, у яго роднай вёсцы Такары Камянецкага р-на устаноўлены памяtnы знак. Яго імем ушанаваны нагрудны знак НАН Беларусі, што ўручаецца навукоўцам за высокія дасягненні ў даследаваннях і значны ўклад у навуку, а таксама штогадовая акадэмічная прэмія для маладых вучоных у галіне гуманітарных і сацыяльных навук.

ІГНАЦЕНКА Іларыён Мяфодзевіч

(28.01.1919–03.02.2002) – беларускі гісторык, акадэмік, узнагароджаны ордэнам Айчыннай вайны II ступені, медалём «За абарону Каўказа», трыма ганаровымі граматамі Вярхоўнага Савета БССР, Савета Міністраў Рэспублікі Беларусь, Міністэрства вышэйшай адукацыі БССР.

Выкладаў гісторыю СССР у БДУ, Інстытуце імя У.І. Леніна ў Будапешце. Узнайначваў кафедру гісторыі СССР БДУ, быў дэканам двух яго факультэтаў: падрыхтоўчага (1961–1964) і юрыдычнага (1964–1965), загадчыкам кафедры дзяржавы і права. Працаваў дырэктарам Інстытута гісторыі партыі пры ЦК КПБ. У 1969 г. ён быў выбраны членам-карэспандэнтам Акадэміі навук БССР (АН БССР) і ўзначаліў Інстытут гісторыі АН БССР. У 1974 г. ён выбраны сапраўдным членам АН БССР. У 1975–1980 гг. І.М. Ігнаценка зноў кіраваў Інстытутам гісторыі партыі пры ЦК КПБ. Навуковая спадчына І.М. Ігнаценка налічвае больш 200 навуковых прац, у тым ліку 9 манаграфій, з іх 2 у суаўтарстве. Асноўнымі накірункамі яго навуковых даследаванняў з’яўляліся гісторыя Лютаўскай і Кастрычніцкай рэвалюцый і ўсталяванне савецкай улады на Беларусі, гісторыя Грамадзянскай вайны, удзел беларускага народа ў Вялікай Айчыннай вайне, станаўленне беларускай дзяржаўнасці.

Імя вучонага носіць вуліца ў Мінску.



КАВАЛЕНКА Віктар Антонавіч

(12.07.1929–17.08.2001) – вучоны-літаратуразнаўца, крытык, празаік, акадэмік, доктар філалагічных навук, прафесар, заслужаны дзеяч навукі БССР, лаўрэат Дзяржаўнай прэміі імя Якуба Коласа, Літаратурнай прэміі Саюза пісьменнікаў СССР, узнагароджаны медалём за працоўную доблесць.

У гады працы на пасадзе дырэктара Інстытута літаратуры імя Янкі Купалы АН Беларусі пад кіраўніцтвам В.А. Каваленкі фундаментальна распрацоўваліся такія складаныя праблемы, як беларуская ваенная літаратура ў кантэксце сусветнай, беларуска-рускія літаратурныя сувязі, міфа-паэтычныя матывы ў творах і інш. Беларуская літаратуразнаўства выходзіла на новы тэарэтычны ўзровень свайго развіцця і набывала новую энэргію для далейшага руху.

Даследаваў творчасць З. Бядулі, Я. Коласа, І. Шамякіна, літаратурны працэс XIX – пачатку XX ст., ролю нацыянальна-самабытных вытокаў у айчыннай літаратуры і ўплывы суседніх літаратур. Аўтар больш за 200 навуковых прац, зборнікаў літаратурна-крытычных артыкулаў, у тым ліку 11 манаграфій.

На радзіме вучонага названа ў яго гонар Сакаўшчынская сярэдняя школа.

КАЛЯДА (Горын) Павел Восіпавіч

(15.01.1900–25.04.1938) – савецкі і беларускі палітычны дзеяч, арганізатар навукі, акадэмік, прэзідэнт Беларускай акадэміі навук (з 1931 г.).

Даследчыцкую працу сумяшчаў з актыўнай навукова-арганізатарскай, педагагічнай і грамадска-палітычнай дзейнасцю. Адзін з заснавальнікаў і вучоны сакратар створанага ў 1925 г. таварыства гісторыкаў-марксістаў і Інстытута гісторыі Камуністычнай акадэміі (1929, быў намеснікам яго дырэктара); з 1930 г. – сапраўдны член Камуністычнай акадэміі. Дырэктар Інстытута гісторыі Акадэміі. Далей працаваў як намеснік старшыні Камітэта па кіраванні навуковымі і навучальнымі ўстановамі ЦВК СССР, член камісіі ЦК ВКП(б) і СНК СССР па гістарычных падручніках, старшыня падкамісіі па выданні гістарычнай літаратуры, загадчык кафедры гісторыі СССР Маскоўскага дзяржаўнага ўніверсітэта, рэдактар аддзела гісторыі Вялікай Савецкай Энцыклапедыі. Рэдагаваў 12-томны збор твораў У.І. Леніна на беларускай мове.

Імем П.В. Горына названы вуліцы ў Бярозе і Пружанах, у гонар яго на будынку Інстытута гісторыі НАН Беларусі ўстаноўлена мемарыяльная дошка.



КАСПЯРОВІЧ Мікалай Іванавіч

(09.05.1900–26.12.1937) – беларускі этнограф, краязнавец, лексікограф, мастацтвазнавец і літаратуразнавец.

Навуковую дзейнасць распачаў у Віцебску з краязнаўчых прац, стварыў у гэтым горадзе і сам узначаліў філіял Усебеларускага літаратурнага аб'яднання «Маладняк», быў вучоным сакратаром Віцебскага акруговага таварыства краязнаўства (ВАТК). З 1926 г. – навуковы сакратар Цэнтральнага бюро краязнаўства пры Інбелкульце, краязнаўчага часопіса «Наш край». У гэты час кіруе краязнаўчым рухам усёй БССР, распрацоўвае метадалогію збіральніцтва калекцый, рэдагуе матэрыялы, дасланыя калегамі з рэгіёнаў, праводзіць навуковыя даследаванні. Вывучаў гісторыю развіцця краязнаўства ў Беларусі, Фінляндыі, Польшчы, Эстоніі, Літвы, Латвіі, гісторыі навукі, гісторыю беларускага тэатру, выяўленчага мастацтва, архітэктуры, гаворкі і фальклор беларускіх перасяленцаў у Сібіры.

Аўтар кнігі «Архітэктура Беларусі» – аб яе развіцці ад старажытнасці да 2-й пал. XIX ст., 3 слоўнікаў, укладальнік першага беларускага падручніка па тэорыі літаратуры. Частка твораў (напрыклад, па гісторыі вугальных распрацовак Сібіры) застаюцца неапублікаванымі.

У Віцебску на будынку па вуліце Крылова, 4, дзе жыў вучоны, у яго гонар усталявана мемарыяльная дошка.

ЛУЦЭВІЧ Іван Дамінікавіч (Янка Купала)

(07.07.1882 – 28.06.1942) – класік беларускай літаратуры, народны пісьменнік БССР, мовазнаўца, акадэмік АН БССР.

Паэт, нікім не пераўзыхдзены па сваёй творчай стылістыцы, мастацкай тэхніцы, маляўнічасці і вобразнасці мовы, майстэрскай стылізацыі беларускага фальклору, ён не мае сабе роўных у гісторыі айчынай літаратуры. Вядомы таксама як драматург («Тутэйшыя» і інш.), удзельнік Акадэмічнай канферэнцыі па рэформе беларускага правапісу і азбукі (1926), перакладчык на беларускую мову лепшых твораў польскай і ўкраінскай паэзіі.

Узнагароджаны ордэнам Леніна, Дзяржаўнай прэміяй СССР за зборнік вершаў «Ад сэрца». Але найлепшай узнагародай сталі любоў людзей і тое, што творы Песняра, як называлі ў народзе паэта, перакладзены на дзясяткі моваў свету. Першым перакладчыкам Купалы стаў адзін з лепшых рускіх паэтаў Валерый Брусаў.

У гонар Янкі Купалы названы Інстытут літаратуры НАН Беларусі (з 2008 г. – Інстытут мовы і літаратуры імя Я. Коласа і Я. Купалы), Гродзенскі ўніверсітэт, пасёлак у Глускім р-не і вёска ў Пухавіцкім, тэатр, вуліца, парк і станцыя метро ў Мінску, вуліцы, школы, бібліятэкі, навучальныя і гаспадарчыя ўстановы ў многіх іншых населеных пунктах як у Беларусі, так і за яе межамі: у Расіі, Украіне, Таджыкістане, Узбекістане, Грузіі, Латвіі, Польшчы, Бразіліі. Імя Купалы носяць калгасы і саўгасы, караблі Дунайскага і Волжскага параходстваў. Літаратурны музей пісьменніка працуе ў Мінску (філіял – у в. Харужанцы Лагойскага р-на), с. Печышчы паблізу Казані (Расія). Помнікі і бюсты Я. Купалу ўсталяваны ў Мінску, Маскве, на яго радзіме ў в. Вязінка пад Мінскам, у Купалаўскім запаведніку «Ляўкі» і філіяле музея ў Харужанцах, у Гродне, Ашдодзе (Ізраіль) на аднайменнай плошчы, у Кітаі на тэрыторыі Сіаньскага і другога Пекінскага ўніверсітэтаў замежных моў. Нацыянальны банк Беларусі і банк Расіі выпускалі манеты ў гонар гадавін з дня нараджэння Янкі Купалы. У Беларусі імя Купалы названа літаратурная прэмія.

ЛЫНЬКОЎ Міхась Ціханавіч

(30.11.1899–21.09.1975) – народны пісьменнік БССР, грамадскі дзеяч, акадэмік, узнагароджаны 3 ордэнамі Леніна, 3 ордэнамі Працоўнага Чырвонага Сцяга, ордэнамі Кастрычніцкай Рэвалюцыі, Чырвонай Зоркі, медалямі. Лаўрэат Дзяржаўнай прэміі БССР імя Якуба Коласа.

Апроч мноства літаратурных твораў займаўся навуковай літаратуразнаўчай дзейнасцю. Аўтар артыкулаў пра творчасць Янкі Купалы, Якуба Коласа, Кузьмы Чорнага ды іншых беларускіх, рускіх і замежных пісьменнікаў. Аўтар работ агляднага характару «Беларуская літаратура за 30 год» (на беларускай і рускай мовах), «Вобраз Сталіна ў беларускай мастацкай літаратуры», «Якуб Колас», манаграфіі «Летапіс эпохі: беларускай савецкай літаратуры пяцьдзесят год», а таксама зборніка артыкулаў «Літаратура і жыццё».

Імя М.Ц. Лынькова прысвоена Крынкаўскай школе (Лёзненскі р-н), перад будынкам якой яму ўстаноўлены помнік. Вуліца Лынькова ёсць у Мінску, Бабруйску, у в. Лужасна (Віцебскі р-н). Мемарыяльная дошка ў памяць аб пісьменніку ёсць на будынку бабруйскай газеты, дзе ён працаваў. У 1999 г. была выпушчана юбілейная манета Нацыянальнага банка Рэспублікі Беларусь, прысвечаная 100-годдзю з дня нараджэння Міхаса Лынькова. У 2011 г. Бабруйскім гарвыканкам устаноўлена спецыяльная прэмія імя Міхаса Лынькова.



ЛЯЎДАНСкі Аляксандр Мікалаевіч

(29.08.1893–27.08.1937) – адзін з заснавальнікаў беларускай археалогіі.

У першай палове 1920-х гг. па плане Інбелкульты праводзіў даследаванні і раскопкі на тэрыторыі Беларусі. З 1927 г. пачаў працаваць у Інбелкульце і адначасова загадчыкам аддзела археалогіі Беларускага дзяржаўнага музея.

Распрацаваў для студэнтаў курс «Гісторыя дакласавага грамадства». Правёў раскопкі гарадзішчаў жалезнага веку ў Беларускім Падзвінні, Верхнім Падняпроўі, басейне р. Прыпяць, стаў арганізатарам першых экспедыцый па планамерным археалагічным вывучэнні Беларусі. Даследаваў Віцебск, Оршу, Заслаўе, Барысаў і тэрыторыю Смаленшчыны. Даў першую і найбольш поўную гістарычную тапаграфію старажытнага Полацка, вывучаў яго помнікі: Сафійскі сабор, Спаса-Ефрасіннеўскую царкву, Бельчыцкі Барыса-Глебскі манастыр. Разам з В.Р. Тарасенкам даследаваў у 1928–1930 гг. Пеллагеўскае гарадзішча ў Магілёве.

Вынікі дзейнасці археолагаў знаходзілі адлюстраванне ў шматлікіх публікацыях таго часу і больш як 40 работах. Сярод іх першая абагульняючая праца па старажытнай гісторыі рэгіёна «Нарысы па гісторыі дакласавага грамадства на тэрыторыі Беларусі», падрыхтаваная сумесна з К.М. Палікарповічам і А.Д. Каваленем.

У памяць аб выдатным археолагу названа вуліца ў г. Смалявічы.

МІЦКЕВІЧ Канстанцін Міхайлавіч (Якуб Колас)

(03.11.1882–13.08.1956) – класік і адзін з заснавальнікаў новай беларускай літаратуры і сучаснай беларускай літаратурнай мовы, акадэмік, віцэ-прэзідэнт НАН Беларусі, народны паэт Беларусі, лаўрэат 2 Дзяржаўных прэміяў СССР, узнагароджаны 5 ордэнамі Леніна, ордэнам Чырвонага Сцяга, Працоўнага Чырвонага Сцяга, а таксама медалямі.

Пакінуў след у тэрмінаграфіі, лексікаграфіі, займаўся праблемамі нармалізацыі і кадыфікацыі мовы, шмат увагі аддаваў упарадкаванню тэрмінасістэм беларускай літаратурнай мовы на пачатковым этапе яе нармалізацыі. Браў удзел у абмеркаванні 5 праектаў тэрміналагічных слоўнікаў, узгадненні ўвядзення ў іх прапанаваных слоў як тэрміналагічных адзінак у розных навукова-грамадскіх сферах, працаваў над нармалізацыяй, упарадкаваннем беларускага правапісу.



Імя Якуба Коласа прысвоена Інстытуту мовазнаўства АН БССР (зараз – філіял Цэнтра даследаванняў беларускай культуры, мовы і літаратуры НАН Беларусі), Цэнтральнай навуковай бібліятэцы НАН Беларусі, Мінскаму паліграфічнаму камбінату, Віцебскаму драматычнаму тэатру, а таксама школам, плошчам, вуліцам многіх гарадоў і вёсак Беларусі. Мемарыяльныя дошкі змешчаны на будынках, дзе жыў або працаваў паэт-мовазнаўца; помнікі ўсталяваны ў Мінску на плошчы, названай у яго гонар, і на радзіме, у вёсцы Мікалаеўшчына Сталбцоўскага р-на; у Мінску дзейнічае музей Якуба Коласа (вул. Акадэмічная, 5).

НАВУМЕНКА Іван Якаўлевіч

(16.02.1925–17.01.2006) – народны пісьменнік Беларусі, акадэмік, вядомы беларускі вучоны, празаік, літаратуразнаўца, крытык, заслужаны дзеяч навукі БССР. Узнагароджаны ордэнамі Чырвонай Зоркі, Працоўнага Чырвонага Сцяга, Айчыннай вайны II ступені, Кастрычніцкай рэвалюцыі, Айчыны III ступені, медалём Францыска Скарыны і інш. Лаўрэат прэміі Ленінскага камсамола БССР, Дзяржаўнай прэміі БССР імя Я. Коласа, прэміі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі.

З 1973 г. кіраваў Інстытутам літаратуры імя Янкі Купалы, з 1982 г. – віцэ-прэзідэнт Акадэміі навук, з 1992 г. – дарадца пры Прэзідэнце НАН Беларусі, галоўны навуковы супрацоўнік Інстытута літаратуры. Аўтар мноства манаграфій і крытычных артыкулаў, прысвечаных творчасці Янкі Купалы, Якуба Коласа, Максіма Багдановіча, Змітрака Бядулі, Вінцэнта Дуніна-Марцінкевіча.

У 2010 г. пошта Беларусі выпусціла святочную паштовую марку, прысвечаную 85-годдзю з дня нараджэння пісьменніка. На бацькоўскай хаце ў г. Васілевічы (вул. Савецкая, 3) змешчаны памяты знак у гонар знакамітага земляка. Імя І.Я. Навуменкі носяць Васілевіцкая гарадская бібліятэка, вуліцы ў Рэчыцы і Мінску. У сталіцы на доме, дзе ён жыў, па вул. Карла Маркса, 36, адкрыта мемарыяльная дошка.



НІКОЛЬСКІ Мікалай Міхайлавіч

(01.11.1877–19.11.1959) – беларускі і расійскі гісторык-бібліст, усходазнавец, этнограф, член-карэспандэнт Акадэміі навук СССР, заслужаны дзеяч навукі, узнагароджаны 2 ордэнамі Леніна, ордэнам Працоўнага Чырвонага Сцяга, медалём «За доблестный труд в период Великой Отечественной войны 1941–1945 гг.».

Выдаў шэраг прац па гісторыі хрысціянства і іўдзейскай рэлігіі. У 1931 г. выйшла ў свет самая вядомая кніга М.М. Нікольскага – «Гісторыя рускай царквы», адно з найбольш аб'ектыўных даследаванняў па дадзенай тэме, напісанае свежым аўтарам.

За ваенныя гады напісаў 2 манаграфіі.

Работы М.М. Нікольскага па гісторыі старажытнага Ізраіля, Вавілона, Асірыі, Фінікіі і Хецкага царства – сур'ёзны ўклад у савецкую і сусветную арыенталістыку, які прынёс яму міжнароднае прызнанне. Вельмі плённымі былі і яго даследаванні ў галіне этнаграфіі і фалькларыстыкі Беларусі. Ён аўтар каля 200 навуковых прац, у тым ліку 7 манаграфій.

Памяць пра навукоўца ўвекавечана мемарыяльнай дошкай, устаноўленай у Мінску на доме, дзе ён пражываў, па вул. К.Маркса, 30.



ПАНЧАНКА Пімен Емяльянавіч

(27.08.1917–02.04.1995) – паэт, публіцыст, крытык і перакладчык, народны паэт Беларусі, ганаровы член НАН Беларусі. Узнагароджаны ордэнамі Леніна, Кастрычніцкай Рэвалюцыі, Айчыннай вайны II ступені, 3 ордэнамі Працоўнага Чырвонага Сцяга, 2 – «Знак Пашаны», медалём «За баявыя заслугі».

Вялікую Айчынную вайну пісьменнік прайшоў як спецыяльны карэспандэнт франтавой прэсы на Бранскім, Калінінскім і Паўночна-Заходнім франтах у газетах «Красноармейская правда», «За Савецкую Беларусь», «За свабодную Беларусь», «Партизанская дубінка», «Героический штурм». Пасля Перамогі працягваў працу ў літаратурных выданнях: «Вожык», «Літаратура і мастацтва», «Нёман». Аўтар мноства зборнікаў вершаў, перакладзеных на многія мовы свету.

Двойчы быў адзначаны Дзяржаўнай прэміяй БССР імя Янкі Купалы: за паэму «Патрыятычная песня», і зборнік «Пры святле малакан». Лаўрэат Дзяржаўнай прэміі СССР (за зборнік «Дзе начуе жаўранак»).

Імя Пімена Панчанкі носяць вуліцы ў Мінску і Гродна.

ПЕРЦАЎ Уладзімір Мікалаевіч

(15.07.1877–03.06.1960) – савецкі і беларускі гісторык, акадэмік. Праца вучонага адзначана 3 ордэнамі Леніна, медалём «За доблестный труд в Великой Отечественной войне», ганаровым званнем заслужанага дзеяча навукі БССР і інш.

У дарэвалюцыйны перыяд У.М. Перцаў падрыхтаваў больш за 20 навуковых прац па сусветнай гісторыі, падручнікі па гісторыі старажытнай Грэцыі і Рыма для гімназій. Пры яго актыўным удзеле былі адкрыты Смаленскі дзяржаўны ўніверсітэт (1918), Беларускі дзяржаўны

ўніверсітэт (1921), Вышэйшы педагагічны інстытут (1931), дзе ён быў абраны прафесарам. Адначасова ён працаваў у Смаленскім і Маскоўскім педінстытуце, Віцебскім інстытуце народнай гаспадаркі, Віцебскім археалагічным інстытуце. 1930-я гг. В.М. Перцава запоўненыя, акрамя выкладання ва ўніверсітэце і педагагічным інстытуце, падрыхтоўкай матэрыялаў для энцыклапедычнага слоўніка «Гранат» і першага выдання Вялікай Савецкай Энцыклапедыі.

З 1943 г., калі ён узначаліў працэс аднаўлення навуковага жыцця беларускай дзяржавы ў якасці акадэміка-сакратара Адзялення грамадскіх навук АН БССР, вызначальнай тэмай яго навуковай творчасці стала гісторыя Беларусі. Уладзімір Мікалаевіч унёс пэўны ўклад у распрацоўку Статута ААН, пад якім стаіць і яго подпіс.

Памяць пра яго ўвекавечана мемарыяльнай дошкай, устаноўленай у Мінску на доме, дзе прайшлі яго апошнія гады, па вул. Леніна, 3.



ПІЧЭТА Уладзімір Іванавіч

(09.10.1878–23.06.1947) – беларускі савецкі гісторык, археолаг, педагог, заслужаны прафесар БССР, акадэмік Акадэміі навук БССР і СССР. Першы акадэмік, абраны пасля рэарганізацыі Інбелкульта ў першую Акадэмію навук у гісторыі Беларусі. Заслужаны прафесар БССР, кавалер Ордэна Працоўнага Чырвонага Сцяга, медала «За доблесную працу ў Вялікай Айчыннай вайне 1941–1945 гг.».

У.І. Пічэта стаў адным з арганізатараў і першым рэктарам Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (БДУ). Па яго ініцыятыве ў 1921 г. было заснавана Навуковае таварыства БДУ, створана Краязнаўчае таварыства (1925–1926), адчынена аспірантура (1927). У 1922 г. ён стаў старшынёй Мінскага таварыства гісторыі і старажытнасцей пры БДУ.

У.І. Пічэта – адзін з аўтараў статута Інбелкульта, неаднаразова ўзначальваў розныя яго секцыі і камісіі, у тым ліку быў членам Цэнтральнага бюро краязнаўства, кіраваў кафедрай права і гаспадаркі, археаграфічнай камісіяй, уваходзіў у склад вышэйшага органа Інбелкульта – Навуковага (Акадэмічнага) савету.

Аўтар 516 навуковых прац (у тым ліку 23 манаграфій) па гісторыі Беларусі, Расіі, Украіны, Літвы, Польшчы, Сербіі і іншых краін.



У 1993 г. БДУ заснаваў прэмію імя акадэміка У.І. Пічэты за выдатныя дасягненні ў галіне сацыяльных і гуманітарных навук. У Мінску на будынку гістарычнага факультэта БДУ першаму рэктару гэтай установы акадэміку У.І. Пічэце была адкрыта мемарыяльная дошка. У яго гонар названа аўдыторыя гістарычнага факультэта БДУ.

СКУРКО Яўген Іванавіч (Максім Танк)

(17.09.1912–07.08.1995) – беларускі паэт, перакладчык, дзіцячы пісьменнік, журналіст, акадэмік, народны паэт БССР, дэпутат Вярхоўнага Савета БССР і СССР, старшыня Вярхоўнага Савета БССР, Герой Сацыялістычнай Працы, лаўрэат Дзяржаўнай прэміі СССР, літаратурнай прэміі імя Янкі Купалы, Дзяржаўнай прэміі БССР імя Янкі Купалы, літаратурнай прэміі імя А. Фадзеева, Ленінскай прэміі.

Кавалер 4 ордэнаў Леніна, 2 ордэнаў Працоўнага Чырвонага Сцяга, ордэнаў Чырвонага Сцяга, Кастрычніцкай рэвалюцыі, Айчыннай вайны II ступені, Дружбы народаў і іншых дзяржаўных узнагарод, у тым ліку суседніх краін: Афцэрска-га крыжа Адраджэння Польшчы і Залатога Знака ордэна Заслугі Польскай народнай рэспублікі.



Максім Танк – ганаровы грамадзянін г. Мінска і г.п. Радашковічы. Яго імя нададзена Беларускаму дзяржаўнаму педагагічнаму ўніверсітэту, Мінскаму дзяржаўнаму педагагічнаму каледжу, Сваткаўскай сярэдняй школе на радзіме паэта (Мядзельскі р-н), дзе яму прысвечаны літаратурны музей і ўсталяваны яго скульптурны партрэт, Мядзельскай раённай бібліятэцы. У Мінску, на вуліцы, названай яго імем, і на доме, дзе ён жыў (вул. Кульман, 15), устаноўлены мемарыяльныя знакі. У Мядзелі адкрыты першы ў Беларусі помнік Максіму Танку.

СЯРБЕНТА Віталь Андрэевіч

(14.06.1895–26.10.1980) – філосаф, акадэмік, член Прэзідыума Акадэміі навук БССР, прафесар. За заслугі ў навуковай і грамадскай дзейнасці ўганараваны ўрадавымі ўзнагародамі: ордэнам Працоўнага Чырвонага Сцяга, ордэнам Дружбы народаў, медалямі.

З ліпеня 1924 г. працаваў выкладчыкам Белдзярж-універсітэта, загадваў кафедрай агульнай гісторыі. Будучы старшынёй Таварыства гісторыкаў-марксістаў БССР (1928–1933), ініцыяваў вялікую кампанію па перакладзе прац У.І. Леніна і К. Маркса на беларускую мову. З 1932 па 1937 г. кіраваў сектарам гісторыі Беларусі Інстытута гісторыі АН БССР.

З 1928 па 1933 г. – дырэктар Навукова-даследчага інстытута гісторыі партыі пры ЦК КП(б)Б, у якім у той час і ішла асноўная работа па фарміраванні навуковых метадалагічных падыходаў да вывучэння грамадска-палітычнай думкі Беларусі.

З 1957 г. Віталь Андрэевіч працуе ў Інстытуце філасофіі загадчыкам сектара гісторыі філасофіі, а з 1967 г. – старшым навуковым супрацоўнікам. В.А. Сярбента быў адным з рэдактараў зборніка «З гісторыі філасофскай і грамадска-палітычнай думкі Беларусі. Выбраныя творы XVI – пачатку XIX ст.», суаўтарам «Нарысаў гісторыі марксісцка-ленінскай філасофіі ў Беларусі».

Яго даследаванні былі прысвечаны гісторыі філасофіі і сацыялагічнай думкі Беларусі і Літвы. Апублікавана каля 200 навуковых прац.

У Мінску па вул. Акадэмічнай, 7 у гонар В.А. Сярбенты ўстаноўлена мемарыяльная дошка.

ШАМЯКІН Іван Пятровіч

(30.01.1921–14.10.2004) – беларускі пісьменнік, драматург, акадэмік, грамадскі і дзяржаўны дзеяч, народны пісьменнік Беларусі, Герой Сацыялістычнай Працы, лаўрэат 5 Дзяржаўных прэмій СССР і БССР.

Працоўны шлях пачаў настаўнікам у школе, пазней быў старшым рэдактарам Беларускага дзяржаўнага выдавецтва, альманаха «Савецкая Айчына», намеснікам старшыні Саюза пісьменнікаў БССР і ў сакратарыяце яго праўлення.

У 1963 г. уваходзіў у склад беларускай савецкай дэлегацыі на XVIII сесіі Генеральнай Асамблеі ААН. Быў дэпутатам Вярхоўнага Савета БССР і яго старшынёй, галоўным рэдактарам выдавецтва «Беларуская савецкая энцыклапедыя».

У гонар Івана Шамякіна названы Мазырскі дзяржаўны педагагічны ўніверсітэт, вуліцы ў Мінску, Гомелі, Асіповічах, Смалявічах, Фаніпалі, Клецку, Іванаве, Дзятлаве, Драгічыне, вёска Дубавое і Церуха. У Мінску на фасадзе дома, у якім жыў пісьменнік, і на будынку Кармянскай сельскай бібліятэкі, якая носіць яго імя, усталяваны мемарыяльныя дошкі. У г. Добрушы адкрыты помнік пісьменніку, і ў раённым краязнаўчым музеі дзейнічае пастаянная экспазіцыя, прысвечаная яму.



ШЧАКАЦІХІН Мікалай Мікалаевіч

(13.10.1896–01.10.1940) – беларускі мастацтвазнаўца, гісторык і тэарэтык мастацтва, педагог.

Вучоны распрацаваў навуковую канцэпцыю гісторыі беларускага мастацтва, яго перыядызацыю, асноўныя напрамкі развіцця, сфармуляваў адметныя характарыстыкі мясцовых школ дойлідства старажытнаўскага перыяду, акрэсліў паняцці «беларуская царкоўная готыка», «беларускае барока», «беларускае Адраджэнне».

На працягу 1929–1930 гг. з'яўляўся старшынёй камісіі гісторыі мастацтваў па кафедры гісторыі Беларусі Беларускай акадэміі навук. Ён быў прапанавана арганізацыя сістэмы мастацкага выхавання і адукацыі, стварэнне прафесійнай асацыяцыі мастацкіх сіл Беларусі, укаранення дасягненняў нацыянальнай мастац-

кай творчасці ў архітэктурную і прамыслова-вытворчую сферу, падтрымання на дзяржаўным узроўні народных промыслаў, стварэнне дзяржаўнага органа па кіраванню праблемамі культуры.

У 1928 г. выдаў першы том сваёй галоўнай працы «Нарысы з гісторыі беларускага мастацтва». Ён даследаваў выяўленчае мастацтва і архітэктурную Беларусь ад старажытных часоў да сучаснасці. За 8 гадоў выдаў 37 работ, сярод якіх 1 манаграфія; яшчэ 11 работ засталіся ў рукапісах.

У 2008 г. на доме па вул. Валадарскага, 24, у Мінску, дзе жыў Мікалай Шчакаціхін, устаноўлена мемарыяльная дошка.

ШЧАРБАКОЎ Васіль Карпавіч

(27.02.1898–29.06.1938) – беларускі гісторык, акадэмік, віцэ-прэзідэнт АН БССР (1931–1935), сакратар прэзідыума АН БССР (1935–1937). З яго імем звязана станаўленне і развіццё гістарычнага факультэта БДУ, ён быў яго першым дэканам.

У 1932 г. узначаліў навуковую экспедыцыю ў беларускае Палессе, ўдзел у якой прынялі прадстаўнікі АН СССР, АН БССР, АН УССР. Удзельнікамі экспедыцыі быў сабраны ўнікальны матэрыял па гісторыі, этнаграфіі, фальклору, археалогіі, арніталогіі, заалогіі Палескага рэгіёна. Беларускі навуковец стаў арганізатарам I Усебеларускай канферэнцыі гісторыкаў, якая адбылася пры ўдзеле БДУ і Інстытута гісторыі АН БССР у Мінску 8–10 студзеня 1935 г.

Аўтар каля 30 навуковых прац (у тым ліку 4 манаграфій), прысвечаных розным аспектам беларускай гісторыі. Адным з першых беларускіх навукоўцаў, выкарыстоўваючы марксісцкую метадалогію, паспрабаваў распрацаваць падручнік, у якім была б комплексна паказана гісторыя Беларусі ад старажытнасці да XX ст. («Нарысы гісторыі Беларусі»).



У гонар навукоўца ў Мінску на будынку Інстытута гісторыі НАН Беларусі ўсталявана мемарыяльная дошка.

Жанна КОМАРОВА,
Татьяна ЖДАНОВИЧ,
Наталья МИНАКОВА
Фото Ирины РУБИНОВОЙ

Продолжение следует

Alexey Litvin
Crush Strategy 4

It is the first material of the journal "Science and Innovation" and the Institute of History of the National Academy of Sciences of Belarus joint project, dedicated to the 80th anniversary of the liberation of Belarus from the Nazi invaders "Liberation. Chronicle of events," which is intended to restore, month after month, the main milestones on the path to victory, and is related to the events of January–February 1944.

Andrey Kuzmin
The importance of nuclear energy in the modern world 12

The current state of nuclear energy in the world and in the Republic of Belarus is analyzed, and forecasts for the further development of the industry are given.

Denis Mukha, Valentina Tsilibina
The role of nuclear energy in the economy at the present stage 15

The authors considered the role of nuclear energy in ensuring the national energy security and determined the prospects and areas for introducing the "green square" concept in domestic conditions.

Alexander Mikhalevich, Tatyana Zorina, Alexander Grebenkov, Sergey Aleksandrovich
Nuclear energy on the way to sustainable low-carbon development of the Republic of Belarus 21

It is shown how widespread development of the electric power industry based on low-carbon nuclear energy, renewable sources and energy storage systems will contribute to achieving carbon neutrality of the national economy in the near future.

Andrey Kuzmin, Svyatoslav Sikorin
Scientific support of the Belarusian NPP: results and prospects 28

The authors described the work of the Joint Institute for Power and Nuclear Research — Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus, aimed at preparing and implementing scientific and technical proposals for optimizing technological processes that increase nuclear, radiation and environmental safety, physical protection, as well as the efficiency of nuclear energy facilities.

Andrey Chorny
On the role of thermal-hydraulic calculations 32

There are presented the research results of lean mixtures of hydrogen with air ignition processes study for the purposes of ensuring the safety of the Belarusian NPP.

Yulia Kisel, Pavel Krivosheev
Study of lean mixtures of hydrogen with air ignition for the purposes of ensuring the safety of the Belarusian NPP 36

There are presented the research results of lean mixtures of hydrogen with air ignition processes study for the purposes of ensuring the safety of the Belarusian NPP.

Mikhail Korzhik, Alexander Lobko, Sergey Maksimenko, Vitaly Mechinsky

Ionizing radiation detectors 41

Based on the experience of the BSU Institute of Nuclear Problems in the development of nuclear physics measuring and dosimetric equipment and, in particular, detector elements for various purposes, the impact of these works on diagnostics and therapy in medicine, transport safety, hydrocarbon exploration and non-proliferation of fissile materials, non-destructive testing was shown.

Svetlana Sytova
National nuclear knowledge management system 46

The article substantiates the need and ways of creating a national nuclear knowledge management system in the Republic of Belarus.

Iryna Yemelyanovich
A proactive framework for managing new technologies 50

Based on the OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023 report, the author analyzes a set of criteria and tools for the rational formation of new developments taking into account the values of society.

Alexander Rusakovich, Vitaly Chabatul, Svetlana Makrak, Dmitry Bashko
Technological sovereignty: areas of the Union State agro-industrial complex development 57

The authors considered the legal acts of the Russian Federation and the Republic of Belarus regulating the technological independence of the agro-industrial complex, and determined conceptual directions for ensuring the technological sovereignty of the agro-industrial complex of the Union State.

Yulia Vasilishina
Driver for innovation 61

The international network of technology and innovation support centers is a project of the World Intellectual Property Organization, which Belarus joined in 2016. Currently, 30 centers have been created in our country. We have asked their leaders and NCIP experts about what they are needed for and how useful they are.

Margarita Vodeiko, Daria Tsublenok
Update of water bodies in the Neman river basin 67

The article is devoted to the results of the inventory of 3 377 surface water bodies in the Neman River basin.

Zhanna Komarova, Tatiana Zhdanovich, Natalia Minakova
Pillars of Belarusian science 70

The author considers the commemorative practices of perpetuating the memory of academic researchers whose names have become the common property of the Belarusian people.



ДЕЛА, СОБЫТИЯ, ЛЮДИ: СОБСТВЕННОЕ МНЕНИЕ

/ М. В. Мясникович ; Национальная академия наук Беларуси. – Минск : Белорусская наука, 2024. – 503, [1] с. : ил.

ISBN 978-985-08-3091-3.

В книге представлены ключевые этапы моей деятельности, мое непосредственное участие в реализации государственной экономической политики, мысли и идеи с учетом прожитого и пережитого. Каждая глава описывает серьезность проблемы, приводятся мнения ученых и политиков, которые мне симпатичны.

Собственное мнение не претендует на истину в последней инстанции, но хочется, чтобы оно побудило читателя на раздумья о том, как сделать нашу жизнь лучше и не останавливаться на достигнутом. Сила личности заключается в выработке мер развития и доминирующей роли в процессе их реализации. Я стремился показать это на конкретных примерах в настоящих политических и экономических условиях. Наша главная задача – выйти из ловушки переходного периода от директивной к социально ориентированной рыночной экономике.

Рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся историей, экономикой, политикой.

АШМЯНШЧЫНА: ШТОДЗЁННАЕ ЖЫЦЦЁ ЖЫХАРОЎ КРАЮ Ў Х–XXI стст. :

зб. навук. арт. / Нац. акад. навук Беларусі, Ін-т гісторыі ; уклад. А. Б. Доўнар ; рэдкал.: В. Л. Лакіза [і інш.]. – Мінск : Беларуская навука, 2024. – 467 с. : іл. – (Беларусь праз прызму рэгіянальнай гісторыі).

ISBN 978-985-08-3103-3.

Зборнік уключае артыкулы, прысвечаныя праблемам палітычнай, сацыяльнай, эканамічнай і культурнай гісторыі Ашмянскага краю. Артыкулы прайшлі апрацацыю на навукова-практычных канферэнцыях «Гальшанскія чытанні».

Рэкамендуецца даследчыкам, студэнтам, краязнаўцам і ўсім, хто цікавіцца рэгіянальнай гісторыяй Беларусі.

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ / Е. А. Кухарик ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования. – Минск : Белорусская наука, 2024. – 156 с.

ISBN 978-985-08-3080-7.

В монографии представлены результаты выполненного впервые для территории юго-западной Беларуси комплексного исследования проявлений современных геологических процессов. Охарактеризованы условия и факторы развития эндогенных (активизация разрывных нарушений, кольцевых и локальных неотектонических структур, вертикальных и горизонтальных движений земной коры, сейсмичности), экзогенных (водно-эрозионные, гравитационные, карстовые, суффозионные, биогенные, эоловые) и техногенных геодинамических процессов. На основании обобщения фондовых материалов и данных полевых исследований разработана генетическая классификация экзогенных и техногенных процессов, а по отдельным их группам составлены оригинальные схемы, показывающие площадное распространение. Новые данные позволили оценить последствия проявления современных геологических процессов и выполнить районирование территории региона по особенностям и вероятности их развития, степени комфортности геологической среды для жизнедеятельности населения.

Предназначена для широкого круга специалистов в области наук о Земле, студентам, магистрантам, аспирантам и докторантам, обучающимся по специальностям геологического и географического профиля.

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, 267-03-74.

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

Слияние галактик



Фото: ESA/Hubble & NASA, J. Dalcanton, Dark Energy Survey/DOE/FNAL/DECam/CTIO/NOIRLab/NSF/AURA
www.spacetelescope.org (<https://esahubble.org/videos/potw2402a/>)

На снимке, полученном космическим телескопом «Хаббл» НАСА/ЕКА, изображена A91 122, своеобразная галактика, которая на самом деле состоит из двух галактик – NGC 6040, наклоненной, искривленной спиральной галактики и LEDA 59642, круглой спиральной галактики, обращенных лицом друг к другу, – которые находятся в процессе столкновения примерно в 570 миллионах световых лет от Земли.