

**ЭНЕРГЕТИКА, ТЕПЛО- И МАССООБМЕН**  
**POWER ENGINEERING, HEAT AND MASS TRANSFER**

УДК 621.039

Поступила в редакцию 03.11.2016

Received 03.11.2016

**В. Т. Казазян, Л. Г. Лукашевич, А. П. Малыхин, И. А. Рымарчик**

*Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны  
Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь*

**О РОЛИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ В РАЗВИТИИ  
АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

В статье дается краткий обзор научной деятельности в области атомной энергетики в советский и постсоветский периоды развития Республики Беларусь.

Приводятся сведения о производстве и потреблении электроэнергии, которые свидетельствуют о целесообразности развития атомной энергетики в Республике Беларусь. Описываются этапы развития работ в этой области. Первый этап включает обоснование необходимости строительства АЭС, ее мощности, определение места размещения, выбор площадки АЭС, разработку нормативной правовой и нормативной технической базы и проекта стратегии обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом в Республике Беларусь. Указанные задачи решались в 2006–2010 гг. в рамках Государственной научно-технической программы «Ядерно-физические технологии для народного хозяйства Беларуси».

На втором этапе с целью разработки и внедрения научно-технических предложений об оптимизации технологических процессов, повышающих ядерную, радиационную и экологическую безопасность, физическую защиту, а также эффективность объектов использования атомной энергии, была утверждена Государственная программа «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года».

Поскольку результаты выполнения заданий этой программы за 2009–2012 гг. были опубликованы ранее, в статье приводятся результаты исследований за 2013–2015 гг.

*Ключевые слова:* атомная энергетика, нормативная правовая база, нормативная техническая база, радиоактивные отходы, отработавшее ядерное топливо, ядерная и радиационная безопасность

**V. T. Kazazyan, L. G. Lukashevich, A. P. Malykhin, I. A. Rymarchyk**

*Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus*

**ON THE ROLE OF NATIVE SCIENCE IN THE DEVELOPMENT OF NUCLEAR ENERGY  
IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

The history of the development of nuclear science researches in the nuclear center of the Republic of Belarus is described. There were two State programs in Belarus devoted to the problems of the nuclear power. One of them was finished in 2010.

Within the program, there have been resolved such tasks as: necessity of the nuclear power engineering, selection of the site for the nuclear power plant, developments of the legislation and regulations to ensure nuclear and radiation safety, as well as project of the strategy for radioactive waste management and spent fuel management.

At the second stage for fulfilling the tasks of development and implementation of scientific and technical suggestions, the State program «Scientific support of nuclear power development in the Republic of Belarus for 2009–2010 and for the period till 2020» is carried out.

The results of researches within the second program for 2013–2015 years are presented.

*Keywords:* nuclear power, legislation, regulation, radioactive waste, spent fuel, nuclear and radiation safety

Исторически так сложилось, что первоначально в 1992–1995 гг. в БССР атомная научно-техническая деятельность развивалась в стенах Академии наук БССР. Причиной этому явилось то, что по инициативе И. В. Курчатова научный ядерный центр был создан на базе исследовательского атомного реактора ИРТ-2000 Академии наук БССР [1]. Подготовка кадров для новых научных

направлений, связанных с использованием атомной энергии, велась в Белорусском государственном университете.

С приездом на работу в Минск А. К. Красина в Институте ядерной энергетики АН БССР была создана мощная научно-техническая база атомной энергетики, позволяющая проводить не только научные исследования по различным направлениям (нейтронная и ядерная физика, теплофизика, материаловедение, радио- и радиационная химия, автоматические системы управления), но и выполнять опытно-конструкторские работы, создавать и испытывать образцы новой атомной техники. В институте размещался практически весь кадровый потенциал научных сотрудников, инженерно-технических работников и рабочих, способных решать проблемы ядерной энергетики. Была создана первая в мире передвижная атомная станция на диссоциирующем теплоносителе электрической мощностью 630 кВт (ПАЭС «Памир-630Д»), разработан технический проект опытно-промышленной АЭС с реактором на быстрых нейтронах электрической мощностью 300 МВт (БРИГ-300) [2], началось строительство Минской АТЭС. В 1983 г. Рижское отделение института «Атомтеплоэнергопроект» разработало обосновывающие материалы по строительству Белорусской АЭС мощностью 4000–6000 МВт в зависимости от места размещения площадки на территории республики. В это же время учеными и специалистами научных организаций ряда министерств и ведомств достигнуты определенные результаты и в других областях ядерных и радиационных технологий.

Сначала чернобыльская трагедия, затем распад Советского Союза нанесли мощный удар по развитию атомной энергетики. Был снят с эксплуатации реактор ИРТ-2000, прекращены работы по испытанию ПАЭС «Памир-630Д» и созданию ОП АЭС «БРИГ-300», остановлено строительство АТЭС и прекращены дальнейшие работы по строительству Белорусской АЭС. Республике Беларусь пришлось начинать практически все сначала.

Став независимым государством, Беларусь столкнулась с первоочередной проблемой – обеспечением энергоресурсами отраслей экономики и социальной сферы. Особенно остро эта проблема встала в электроэнергетике. Установленная мощность белорусских электростанций могла обеспечивать не более 80 % потребностей в электроэнергии, которая в 1995 г. составляла около 30 млрд кВт·ч [3]. В связи с этим Министерством энергетики Республики Беларусь, Госэкономпланом и Академией наук Беларуси под руководством министра энергетики В. В. Герасимова была разработана «Программа развития энергетики и энергосбережения Республики Беларусь на период до 2010 года», утвержденная постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29 октября 1992 г. № 654. В этой программе впервые рассматривалась возможность сооружения атомной электростанции мощностью 1000 МВт. С этой целью в 1992–1993 гг. в Институте проблем энергетики НАН Беларуси по архивным данным изучены природно-географические условия возможных пунктов (площадью 600–900 км<sup>2</sup> каждый) для предполагаемого размещения АЭС, включая наличие водных источников для охлаждения конденсаторов турбин и др. В результате несколько пунктов рекомендовались для дальнейших изысканий по выбору конкретной площадки площадью несколько квадратных километров [4].

Следующим шагом в области энергопланирования стала разработка в 1993–1994 гг. проекта Государственной программы развития в республике атомной энергетики специалистами АН Беларуси и Минэнерго. По результатам рассмотрения этого проекта программы Президиум Совета Министров Республики Беларусь решением от 5 апреля 1994 г. головной организацией по изучению целесообразности и возможности размещения АЭС в Беларуси определил РУП «Белнипи-энергопром» Министерства энергетики Республики Беларусь.

Институту проблем энергетики Академии наук Беларуси поручалось продолжить создание нормативно-правовой базы использования атомной энергетики, изучение возможностей размещения на территории республики атомных электростанций и захоронения радиоактивных отходов, выбор проекта АЭС, отработку аспектов международных отношений, связанных с созданием атомной энергетики, работу по формированию общественного мнения в поддержку использования атомной энергии в мирных целях.

К выполнению этих работ были привлечены проектные и научные коллективы 17 академических и отраслевых институтов, ряд республиканских органов государственного управления и иных государственных организаций, подчиненных Правительству Республики Беларусь.

Рассмотрение различных вариантов развития энергосистемы на период до 2020 г. показало, что ядерную энергетику в республике развивать экономически целесообразно. Согласно [5], по себестоимости произведенной электроэнергии оптимальным вариантом является ввод в энергосистему атомной электростанции мощностью примерно 2 млн кВт. При этом к 2020 г. доля АЭС в производстве электроэнергии составит около 27 %, себестоимость электроэнергии по сравнению с газовым вариантом снизится примерно на 30 % и составит 8,1 цента США за киловатт-час (11,9 цента США за киловатт-час для газового варианта), затраты на закупку топлива уменьшатся примерно на 2,77 млрд долл. США в год (в ценах 2008 г. на ядерное топливо и природный газ) [6].

Было показано, что ввод одного энергоблока мощностью 1 млн кВт даст возможность заместить 2,325 млрд м<sup>3</sup> природного газа в год. Вывод на полную мощность всей АЭС позволит замещать 4,65 млрд м<sup>3</sup> природного газа в год.

Учитывая сложившуюся нормативную правовую базу, одинаковое технологическое развитие, высокий уровень безопасности и надежности, а также экономичность российских проектов АЭС, более перспективными для возможного размещения на территории Республики Беларусь были признаны проекты АЭС нового поколения повышенной безопасности с водо-водяными реакторами, разработанные проектными организациями России [7].

В период 1997–2005 гг. работы по развитию атомной энергетики велись по отдельным заданиям государственных научно-технических программ, результаты которых представлены в [8, 9].

Эта деятельность получила новый импульс после принятия Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 17 сентября 2007 г. № 433.

Важнейшим шагом по развитию в Беларуси атомной энергетики стал Указ Президента Республики Беларусь от 12 ноября 2007 г. № 565 «О некоторых мерах по строительству атомной электростанции», в соответствии с которым была создана дирекция строительства атомной электростанции, определен генеральный проектировщик, назначена организация, выполняющая научное сопровождение работ по строительству АЭС, создан Департамент по ядерной и радиационной безопасности Министерства по чрезвычайным ситуациям.

Использование атомной энергии является комплексной задачей, включающей как безопасную эксплуатацию АЭС, так и решение проблем, связанных с радиоактивными отходами, отработавшим ядерным топливом и применением ядерной энергии в народном хозяйстве республики.

В соответствии с мировым опытом все названные научно-технические проблемы решаются в рамках научного сопровождения развития атомной энергетики – деятельности, направленной на разработку и внедрение научно-технических предложений об оптимизации технологических процессов, повышающих ядерную, радиационную и экологическую безопасность, физическую защиту, а также эффективность объектов атомной энергетики.

Для решения этих задач в Республике Беларусь были созданы две программы: Государственная научно-техническая программа «Ядерно-физические технологии для народного хозяйства Беларуси» и Государственная программа «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года».

Первая программа выполнялась в 2006–2010 гг. и в основном была посвящена подготовительному периоду, в котором решались следующие задачи:

определение приоритетной площадки для размещения АЭС;

выбор проекта АЭС;

разработка первоочередных технических нормативных правовых актов в области ядерной и радиационной безопасности;

разработка проектов стратегии обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом в Республике Беларусь.

Цель второй программы – разработка и внедрение научно-технических предложений об оптимизации технологических процессов, повышающих ядерную, радиационную и экологическую безопасность, физическую защиту, а также эффективность объектов использования атомной энергии.

Государственная программа «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года» содержала 13 мероприятий, которые были направлены на решение следующих задач:

- разработку технических нормативных правовых актов по безопасному развитию атомной энергетики в Республике Беларусь;

- разработку систем и методов контроля качества оборудования объектов атомной энергетики, проведение научной экспертизы предложений, связанных со строительством АЭС и иных объектов использования атомной энергии;

- проведение анализа и моделирования процессов в оборудовании АЭС и иных ядерных установках на всех стадиях жизненного цикла;

- адаптацию и усовершенствование технологии обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом;

- оценку воздействия АЭС на окружающую среду и окружающей среды на АЭС на всех стадиях жизненного цикла;

- проведение работ по усовершенствованию физической защиты объектов использования атомной энергии;

- проведение работ по повышению качества подготовки специалистов и научных работников высшей квалификации в области атомной энергетики и ядерных технологий;

- организацию эффективного международного сотрудничества по обеспечению атомной энергетики;

- осуществление информационно-аналитического обеспечения развития атомной энергетики в Республике Беларусь: тщательная и постоянная информационно-просветительская и образовательная работа с различными группами специалистов и населения с учетом уровня их подготовки и формирование адекватного отношения граждан к атомной энергетике, а также информационно-аналитическое сопровождение деятельности органов управления различного уровня, ответственных за принятие решений по проблемам и тенденциям развития ядерной энергетики в Беларуси;

- выполнение работ по перспективному развитию атомной энергетики.

Предусматривалось проведение модернизации материально-технической базы организаций, обеспечивающих научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь.

Подробный анализ полученных результатов приводится в согласованной с Министерством финансов Республики Беларусь и Министерством экономики Республики Беларусь аналитической информации о результатах выполнения, ежегодно направляемой в Совет Министров Республики Беларусь. Результаты научных исследований в период с 2009 по 2012 г. подробно изложены в [10]. Из-за невозможности привести все результаты исследований за 2013–2015 гг. остановимся на важнейших из них.

Практическое отсутствие в Республике Беларусь нормативной базы по безопасному развитию атомной энергетики обусловило выполнение мероприятий по разработке технических нормативных правовых актов (далее – ТНПА) в этой сфере. Только за период 2011–2015 гг. разработаны и доработаны по замечаниям согласующих организаций 64 проекта ТНПА, 19 из которых утверждены и внесены в Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. Начиная с 2016 г. с целью гармонизации нормативной технической базы Беларуси и России предстоит большая работа по переработке ТНПА в нормы и правила.

Выполнено сравнение четырех вариантов обращения с отработавшим ядерным топливом (далее – ОЯТ) Белорусской АЭС и высокоактивными отходами его переработки в России: промежуточное хранение ОЯТ на территории Беларуси и захоронение в России высокоактивных отходов после переработки ОЯТ; промежуточное хранение ОЯТ в России и захоронение в России высокоактивных отходов его переработки; промежуточное хранение ОЯТ в Беларуси и захоронение в Беларуси возвращенных высокоактивных отходов его переработки; промежуточное хранение ОЯТ на территории России и захоронение в Беларуси возвращенных высокоактивных отходов его переработки. Оптимальным вариантом, рекомендуемым для дальнейших предпроектных исследований, признано промежуточное хранение ОЯТ и высокоактивных отходов его пере-

работки на территории России с последующим захоронением в геологическом хранилище «Енисейский». Интегральные затраты на полный цикл обращения с отработавшим топливом двух реакторов Белорусской АЭС за 50 лет их эксплуатации и высокоактивными отходами его переработки составят более 6413,0 млн долл. США (без дисконтирования затрат).

Для решения задачи повышения экономической эффективности эксплуатации АЭС за счет увеличения проектной глубины выгорания топлива по кампании реактора разработаны методика и программный модуль поиска оптимальных схем перегрузки топлива в реакторе ВВЭР-1200 методом «муравьиной колонии». По разработанной методике получены оптимизированные схемы перегрузки для 12-месячного топливного цикла, позволяющие на двое суток увеличить его продолжительность по сравнению с проектной, а также для 18-месячного топливного цикла. Применение оптимизированных схем перегрузки дает ежегодно на каждом энергоблоке экономический эффект 630–840 тыс. долл. США для 12-месячного топливного цикла. Для 18-месячного топливного цикла экономический эффект составит ~8 млн долл. США в год не только за счет применения оптимизированных схем перегрузки, но и за счет увеличения объема реализуемой потребителю электроэнергии.

С целью определения направлений совершенствования системы обращения с радиоактивными отходами (далее – РАО) и реализации мероприятий, обеспечивающих минимизацию образования РАО и их безопасную изоляцию от окружающей среды, разработана и утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 июня 2015 г. № 460 «Стратегия обращения с радиоактивными отходами Белорусской атомной электростанции». В документе впервые сформулированы положения по формированию замкнутого технологического цикла обращения с РАО, которые являются основой практической деятельности, обеспечивающей безопасное и экономически эффективное обращение с РАО атомной станции. Определены способы и пути решения задач совершенствования системы обращения с РАО на Белорусской АЭС, минимизации количества образующихся различных типов и категорий РАО, их окончательной безопасной изоляции от окружающей среды. Реализация стратегии позволит достичь уменьшения для будущих поколений финансовой нагрузки, связанной с необходимостью поддержания безопасности объектов обращения с РАО. Стратегия разработана на основе принципов обращения с РАО, рекомендованных МАГАТЭ и другими международными организациями. Основные положения стратегии базируются на передовом опыте зарубежных стран, развивающих атомную энергетику.

Для комплексной дезактивации оборудования и помещений АЭС разработаны рецептуры 7 дезактивирующих растворов для очистки поверхностей нержавеющей и углеродистых сталей и пластика. Растворы для сталей содержат минеральные и органические кислоты, а для пластика – технические и синтетические моющие средства. Определены оптимальные параметры и стадии ультразвуковой интенсификации процесса дезактивации в зависимости от свойств дезактивирующих растворов и особенностей загрязнения поверхностей оборудования. Установлено, что при наложении ультразвукового поля наблюдается существенное, в 3–60 раз, сокращение длительности процесса дезактивации и уменьшение в 5–10 раз концентрации дезактивирующего раствора. Разработан технологический регламент на использование дезактивирующих рецептур для ультразвуковой дезактивации съемного оборудования, который определяет последовательность проведения работ, способы расчета и приготовления дезактивирующих растворов, а также содержит описание типовых процессов ультразвуковой дезактивации и утилизации образующихся жидких РАО. Технологический регламент может быть использован также в промышленности для ультразвуковой очистки деталей от коррозионных и нагаромазляных загрязнений. Разработаны рекомендации по использованию рецептур для «сухой» дезактивации отделочных материалов и покрытий, используемых в помещениях АЭС, и по модифицированию системы дезактивации съемного оборудования АЭС путем введения стадии ультразвуковой интенсификации процесса.

Создан программный комплекс для хранения и обработки данных радиоактивного загрязнения речных систем при различных аварийных ситуациях. Оценены радиоактивное загрязне-

ние речных систем и перенос радионуклидов водным путем на трансграничных гидростворках в зоне влияния АЭС. Показано, что при проектной аварии с максимальным выходом продуктов деления в окружающую среду величина радиоактивного загрязнения цезием-137 в реках Виляя, Гозовка, Ошмянка, Лоша ниже предела обнаружения современными гамма-спектрометрическими приборами и нет необходимости в проведении защитных мероприятий. В случае тяжелой запроектной аварии с предельным выбросом активности спустя 24 ч соблюдается условие для обеспечения радиационной безопасности согласно Санитарным правилам и нормам 2.1.2.12-33-2005 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод от загрязнения».

Для обеспечения ядерной и радиационной безопасности при проектных и запроектных авариях на комплексе хранения и обращения со свежим (необлученным) ядерным топливом Белорусской АЭС рассмотрены наихудшие сценарии возникновения надкритических состояний для исходных событий запроектных аварий, связанных с разрушением необлученных тепловыделяющих сборок (далее – ТВС) реактора ВВЭР-1200, выпадением элементов ТВС в водную среду и изменением шага решетки размещения твэлов в ТВС, приводящие к увеличению эффективного коэффициента размножения нейтронов  $K_{эфф}$ . Расчетные исследования критичности размножающих систем выполнены для всех типов штатных кассет реактора ВВЭР-1200, включая кассеты без выгорающего и с выгорающим поглотителями. Установлено, что при нарушении целостности шести типов штатных кассет – ТВС реактора ВВЭР-1200 и выпадении элементов ТВС в водную среду обнаруживаются состояния систем обращения с ТВС, приводящие к нарушению рекомендаций МАГАТЭ о безопасности радиационных рисков и другим возможным последствиям утраты контроля над ядерной цепной реакцией деления. Для обеспечения ядерной безопасности систем хранения и обращения со свежими ТВС реактора ВВЭР-1200 предложено применить принцип внутренней самозащищенности ТВС, реализация которого описана в заявке на патент Евразийского патентного ведомства (ЕАПВ). Принцип внутренней самозащищенности предложено реализовать за счет нанесения специального нейтронопоглощающего покрытия на поверхность тепловыделяющих элементов топливных кассет ядерного реактора.

С целью подготовки научно-технической информации и результатов научных исследований для органов государственного управления разработана электронная информационно-аналитическая система «Внешний аварийный план». Создано информационное обеспечение, состоящее из трех информационных баз, содержание которых ориентировано на запросы органов управления, касающиеся защиты населения при радиационных авариях на объектах использования атомной энергии. Реализация системы «Внешний аварийный план» обеспечит информационную поддержку органов государственного управления в процессе разработки внешнего аварийного плана для объектов использования атомной энергии.

Одно из мероприятий государственной программы посвящено пропаганде знаний о тенденциях развития мирового ядерного процесса, накопленном мировом научном и практическом опыте в сфере производства и использования атомной энергии, а также о ходе строительства Белорусской АЭС. Налажена публикация информационно-аналитических обзоров, материалов для докладов при проведении единого дня информирования, информационных бюллетеней серии «Атомная энергетика», статей в республиканских периодических изданиях. Организован регулярный выпуск телевизионных передач: «Тайны рождения энергии» (8 передач), «Развитие ядерной энергетике в Республике Беларусь» (11 передач).

Регулярно проводятся социологические опросы общественного мнения. Результаты проведенного в 2015 г. социологического опроса показали, что число сторонников развития атомной энергетике в республике возросло от 28,3 до 47,8 %, а число противников уменьшилось с 46,7 до 19,4 % соответственно по сравнению с 2005 г.

В настоящее время в соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 апреля 2016 г. № 327 научное сопровождение осуществляется в рамках подпрограммы 6 «Научное сопровождение развития атомной энергетике в Республике Беларусь» (далее – подпрограмма 6) Государственной программы «Научные технологии и техника» на 2016–2020 годы. По подпрограмме 6 выполняется 29 заданий, включенных в 9 мероприятий, исполнителями которых являются научные организации шести министерств и ведомств.

Роль научных организаций в развитии атомной энергетики не ограничивается только участием в выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Единственной в Республике Беларусь организацией, имеющей лицензию на право проведения экспертизы документов, обосновывающих обеспечение ядерной и радиационной безопасности при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии, является Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси. В 2012–2016 гг. его специалисты проводили экспертизу документов, обосновывающих безопасность энергоблоков № 1 и 2 Белорусской АЭС. На основании проведенных экспертиз Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь выдало государственному предприятию «Белорусская АЭС» лицензии на право размещения и сооружения ядерных установок.

### Список использованных источников

1. Петросьянц, А. М. Ядерная энергетика / А. М. Петросьянц. – М.: Наука, 1981. – 272 с.
2. Исследования в области физики ядерных реакторов и ионизирующих излучений в Объединенном институте энергетических и ядерных исследований – Сосны НАН Беларуси / А. И. Ярошевич [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2014. – № 3. – С. 76–84.
3. Михалевиц, А. А. Исследования в области стратегии развития энергетики в НАН Беларуси / А. А. Михалевиц // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2014. – № 1. – С. 75–81.
4. Обоснование выбора приоритетной площадки для возможного размещения АЭС на территории Республики Беларусь / Н. М. Груша [и др.] // Наука – энергетике. 1999–2000 : сб. науч. тр. / Ин-т тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова Нац. акад. наук Беларусі. – Минск, 2001. – С. 182–189.
5. Об утверждении Государственной программы «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года» [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28.08.2009. № 1116 // КонсультантПлюс. – Режим доступа : <http://research.bsu.by/wp-content/uploads/2013/10/postanovlenie-sm-1116-28/08/2009-red-2012.pdf>. – Дата доступа: 15.04.2017.
6. Якушев, А. П. Оптимизация ввода ядерной энергетики в топливо-энергетический комплекс Беларуси / А. П. Якушев, Б. И. Попов // Энергетика и ТЭК. – 2009. – № 9 (78). – С. 14–22.
7. Обоснование выбора проекта атомной электростанции для Республики Беларусь / А. А. Михалевиц [и др.] // Наука – энергетике. 1999–2000 : сб. науч. тр. / Ин-т тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова Нац. акад. наук Беларусі. – Минск, 2001. – С. 167–176.
8. Наука – энергетике : сб. науч. тр. / Ин-т тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова Нац. акад. наук Беларусі. – Минск, 1999. – 214 с.
9. Наука – энергетике. 1999–2000 : сб. науч. тр. / Ин-т тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова Нац. акад. наук Беларусі. – Минск, 2001. – 216 с.
10. Кувшинов, В. И. О ходе выполнения Государственной программы «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года» / В. И. Кувшинов // Ядерные технологии XXI века : докл. III Междунар. конф., Минск, 23–26 окт. 2012 г. – Минск, 2012. – С. 117–121.

### References

1. Petrosyants A. M. *Nuclear power engineering*. Moscow, Nauka Publ., 1981. 272 p. (in Russian).
2. Yaroshevich O. I., Zhuk I. V., Kazazyan V. T., Rubin I. E., Salnikov L. I., Sikorin S. N. Investigations in the fields of nuclear reactors physics and ionizing radiations in JINPR – Sosny of the NAS Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya fizika-technichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physical-technical series], 2008, no. 3, pp. 76–84 (in Russian).
3. Mikhalevich A. A. Research in the field of strategy of power engineering development in the National Academy of Sciences of Belarus. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya fizika-technichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physical-technical series], 2014, no. 1, pp. 75–81 (in Russian).
4. Grusha N. M., Emelyanov V. Yu., Kazazyan V. T., Malykhin A. P., Mikhalevich A. A., Tverkovkin B. E., Yakushev A. P., Yaroshevich O. I., Borovikova A. M., Matykova O. G., Skurat V. V., Tolstoy S. A., Brazovskiy V. P., Kulebyakin L. Yu., Strelkov A. I. The rationale for the selection of priority sites for possible deployment of nuclear power plants on the territory of the Republic of Belarus. *Nauka – energetike. 1999–2000: sbornik nauchnykh trudov* [Science to power engineering. 1999–2000: collection of scientific papers]. Minsk, A. V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, 2001, pp. 182–189 (in Russian).
5. On approval of the State program “Scientific support of nuclear power development in the Republic of Belarus for 2009–2010 and until 2020”: the ordinance of Council of Ministers of the Republic of Belarus from 28.08.2009 № 1116. *Consultant Plus*. Available at: <http://research.bsu.by/wp-content/uploads/2013/10/postanovlenie-sm-1116-28.08.2009-red-2012.pdf> (accessed 15 april 2017) (in Russian).
6. Yakushev A. P., Popov B. I. Optimization of the introduction of nuclear power in the fuel and energy complex of Belarus. *Energetika i TEK* [Power engineering and FEC], 2009, no. 9 (78), pp. 14–22 (in Russian).

7. Mikhalevich A. A., Grusha N. M., Malykhin A. P., Yakushev A. P., Kazazyan V. T., Bryleva V. A., Nareyko L. M., Rymarchik I. A. The rationale for the selection of the nuclear power project for the Republic of Belarus. *Nauka – energetike. 1999–2000: sbornik nauchnykh trudov* [Science to power engineering. 1999–2000: collection of scientific papers]. Minsk, A. V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, 2001, pp. 167–176 (in Russian).

8. *Nauka – energetike: sbornik nauchnykh trudov* [Science to power engineering: collection of scientific papers]. Minsk, A. V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, 1999. 214 p. (in Russian).

9. *Nauka – energetike 1999–2000: sbornik nauchnykh trudov* [Science to power engineering. 1999–2000: collection of scientific papers]. Minsk, A. V. Luikov Heat and Mass Transfer Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, 2001. 216 p. (in Russian).

10. Kuvshinov V. I. On the implementation of the State program “Scientific support of nuclear power development in the Republic of Belarus for 2009–2010 and until 2020”. *Yadernyye tekhnologii XXI veka: doklady III Mezhdunarodnoy konferentsii, Minsk, 23–26 oktyabrya 2012 g.* [Nuclear technologies of the XXI century: Reports of the III International conference, Minsk, October 23rd – 26th, 2012]. Minsk, 2012, pp. 117–121 (in Russian).

### Информация об авторах

*Казазян Ваган Тереникович* – кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией, Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны Национальной академии наук Беларуси (а/я 119, 220109, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jinpr@sosny.bas-net.by

*Лукашевич Лариса Георгиевна* – старший научный сотрудник, Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны Национальной академии наук Беларуси (а/я 119, 220109, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jinpr@sosny.bas-net.by

*Малыхин Алий Петрович* – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны Национальной академии наук Беларуси (а/я 119, 220109, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jinpr@sosny.bas-net.by

*Рымарчик Ирина Анатольевна* – старший научный сотрудник, Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны Национальной академии наук Беларуси (а/я 119, 220109, Минск, Республика Беларусь). E-mail: jinpr@sosny.bas-net.by

### Для цитирования

О роли отечественной науки в развитии атомной энергетики в Республике Беларусь / В. Т. Казазян [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-техн. наук. – 2017. – № 2. – С. 88–95.

### Information about the authors

*Kazazyan Vagan Terenikovich* – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Head of Laboratory, Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus (p/o box 119, 220109, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jinpr@sosny.bas-net.by

*Lukashevich Larisa Georgievna* – Senior Researcher, Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus (p/o box 119, 220109, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jinpr@sosny.bas-net.by

*Malykhin Aliy Petrovich* – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Leading Researcher, Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus (p/o box 119, 220109, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jinpr@sosny.bas-net.by

*Rymarchyk Irina Anatolievna* – Senior Researcher, Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus (p/o box 119, 220109, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jinpr@sosny.bas-net.by

### For citation

Kazazyan V. T., Lukashevich L. G., Malykhin A. P., Rymarchyk I. A. On the role of native science in the development of nuclear energy in the Republic of Belarus. *Vesti Natsyyanal'noi akademii navuk Belarusi. Seryya fizika-technichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physical-Technical series], 2017, no. 2, pp. 88–95 (in Russian).