

# О НАУЧНОМ СОПРОВОЖДЕНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

В течение 2009–2015 годов научное сопровождение деятельности по сооружению Белорусской АЭС осуществлялось в рамках Государственной программы «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года», а с 2016 года проводится в рамках подпрограммы 6 «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь» Государственной программы «Научные технологии и техника» на 2016–2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 21 апреля 2016 года № 327.



**В.С. ВЫСОЦКИЙ,**  
к.т.н., начальник отдела научно-технической политики и нормативно-правового обеспечения Департамента по ядерной энергетике Министерства энергетики Республики Беларусь

Основными целями Государственной программы «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 годы и на период до 2020 года» являлись разработка и внедрение научно-технических предложений по оптимизации технологических процессов, повышающих ядерную, радиационную и экологическую безопасность, физическую защиту, а также эффективность объектов атомной энергетики.

Государственным заказчиком ряда мероприятий Государственной программы было определено Министерство энергетики. В частности, Минэнерго отвечало за координацию работы по следующим направлениям:

- разработка 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;
- адаптирование и усовершенствование технологии обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом (ОЯТ);
- оценка 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;
- осуществление информационно-аналитического обеспечения развития атомной энергетики в Республике Беларусь.

Реализация заданий, входящих в состав указанных мероприятий, осуществляется в рамках договоров между Минэнерго и научным учреждением «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» («ОИЭЯИ – Сосны») с привлечением в качестве субподрядных организаций иных институтов Национальной академии наук Беларуси.

Характер проводимых исследований связан с этапами подготовительного периода, строительства, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации атомной электростанции, а также с решением задач, выходящих за рамки генерального контракта на сооружение Белорусской АЭС (например, захоронение радиоактивных отходов и обращение с ОЯТ АЭС).

## **Контроль качества и моделирование процессов в оборудовании**

В рамках реализации мероприятий Государственной программы были проведены исследования для выработки предложений по организации системы входного контроля материалов и обо-

рудования, поставляемых для строительства АЭС, подготовки специалистов в области неразрушающего контроля и диагностики оборудования АЭС. С учетом этих исследований специалисты разработали методики контроля и диагностики реактора АЭС и его элементов, защитной оболочки, тепломеханического и электрического оборудования, а также металла корпусов оборудования и трубопроводов.

Кроме того, в течение 2009–2015 годов был выполнен анализ факторов, влияющих на эффективность и надежность вентиляционных систем АЭС, исследованы вопросы обеспечения пожарной безопасности и водопотребления АЭС, повышения эффективности испарительных башенных градирен, а также обоснованы наиболее перспективные направления роста электропотребления по отраслям экономики республики

с учетом развития в стране ядерной энергетики.

В целях осуществления контроля за технологическими процессами в оборудовании АЭС были разработаны программные модули для расчета стационарных и переходных нейтронно-физических процессов в реакторной установке ВВЭР, теплофизических и тепломассобменных процессов в оборудовании АЭС. Для моделирования процессов в оборудовании АЭС и других ядерных установок на базе вычислительного центра научного учреждения «ОИЭЯИ – Сосны» создан программно-аппаратный комплекс.

Специалистами института также проведен анализ и выполнено моделирование ядерного топливного цикла реактора ВВЭР с целью повышения эффективности топливоиспользования в послегарантийный период эксплуатации реактора ВВЭР-1200 и разработан программный модуль для оптимизации схем перегрузок ядерного топлива в активной зоне в течение топливных компаний.

### Хранение радиоактивных отходов

В целях обеспечения безопасного хранения и изоляции радиоактивных отходов АЭС были разработаны рекомендации по совершенствованию методов и технологических схем их переработки, а также подготовлены предложения к проектным решениям по переработке радиоактивных отходов Белорусской АЭС, их временному хранению на территории АЭС с последующим захоронением.

Учеными научного учреждения «ОИЭЯИ – Сосны» были выполнены работы по совершенствованию методов измерения содержания радионуклидов в радиоактивных отходах и технологических средах АЭС, предложены методы очистки жидких радиоактивных отходов с использованием природного минерального сырья и материалов отечественного производства, а также изучена возможность модернизации для этих целей сорбентов, мембран и фильтров производства Республики Беларусь.

Стандартной процедурой для АЭС является дезактивация оборудования и помещений. В этом направлении белорусскими специалистами также осуществлен ряд работ. В частности, выполнены модификация и оптимизации рецептур и технологий дезактивации

оборудования и помещений АЭС, а также снятия технологических отложений; разработаны полимерные композиционные рецептуры для «сухой» дезактивации и растворы для ультразвуковой дезактивации оборудования и помещений АЭС; подготовлены рекомендации по проведению их комплексной дезактивации.

Специалистами разработаны мероприятия по очистке оборудования с целью использования его в дальнейшем в качестве вторичного сырья и сокращения объемов твердых радиоактивных отходов.

В настоящее время разрабатывается концептуальный проект пункта захоронения радиоактивных отходов (кроме высокоактивных), образующихся в процессе эксплуатации и вывода из эксплуатации Белорусской АЭС. Выполняются исследования, необходимые для его сооружения, разработаны рекомендации по созданию общей системы защитных барьеров хранилища радиоактивных отходов для обеспечения их безопасного хранения (захоронения). Сооружение данного пункта позволит изолировать радиоактивные отходы АЭС и предотвратить их возможное негативное влияние на окружающую среду.

Также для повышения безопасности хранения радиоактивных отходов разработаны математические модели и вычислительные программы, позволяющие производить расчеты процессов миграции радионуклидов из системы захоронения в геосферу через внутреннее, внешние инженерные и природные барьеры приповерхностного хранилища РАО.

Кроме того, выполнен анализ вариантов обращения с высокоактивными отходами, образующимися в результате переработки в России ОЯТ Белорусской АЭС и представлены рекомендации по заключительной стадии топливного цикла АЭС.

### Оценка воздействия АЭС на окружающую среду

Оценка воздействия АЭС на окружающую среду – одно из основных мероприятий Государственной программы. В ходе исследований в этой области специалистами научного учреждения «ОИЭЯИ – Сосны» были разработаны программные модули для расчета динамики распространения выбросов пароводяной смеси в аварийных ситуациях при сохранении и нарушении герметичности защитной оболочки реактора,

а также для расчета динамики технологических выбросов из градирни с учетом влагосодержания окружающей среды.

Изучены параметры миграционной способности урана и плутония в почвах для составления моделей их перераспределения в почвенных средах и поступления в грунтовые воды в 30-километровой зоне АЭС, определен вклад трансграничного атмосферного переноса в суммарную антропогенную нагрузку в зоне размещения АЭС.

В целях мониторинга влияния АЭС на объекты окружающей среды и населения в условиях нормальной эксплуатации и в аварийных ситуациях разработаны программные комплексы и структура системы комплексных наблюдений и контроля за состоянием окружающей среды в районе размещения АЭС. Созданы базы данных по радиоактивному загрязнению объектов окружающей среды (вода, воздух, почва), по источникам техногенного загрязнения природных сред, а также по распределению населения и метеорологическим, аэрологическим и гидрологическим параметрам в районе размещения АЭС.

Для определения влияния АЭС на окружающую среду реализован ряд мероприятий:

- выполнена оценка радиоактивного загрязнения подстилающей поверхности и речных систем в зоне влияния Белорусской АЭС при различных аварийных ситуациях;

- выполнен комплекс гидрогеологических исследований с оценкой фоновых гидродинамических и гидрогеохимических параметров водоносных горизонтов в районе расположения и на площадке АЭС. Созданы геофильтрационная и геомиграционная модели подземных вод на территории исследований;

- обоснована организация системы мониторинга подземных вод в пределах 5-километровой зоны и на площадке АЭС. Разработано методическое руководство по организации, проведению и интерпретации результатов мониторинга подземных вод в пределах 5-километровой зоны и на площадке АЭС;

- выполнена оценка факторов, влияющих на стабильность земной коры в районе расположения АЭС. Создана база данных основных геологических, геофизических и других параметров геодинамического режима в районе площадки АЭС. Оценено влияние геодинамических процессов на стабильность земной коры в этом районе;

– изучены геолого-геофизические условия и выбраны конкурентные пункты наблюдений для системы сейсмического мониторинга. Составлены паспорта пунктов наблюдения, разработаны конструкции сооружений для установки сейсмических датчиков, разработано программное обеспечение для сбора и обработки данных;

– разработаны предложения по организации системы радиационно-экологического мониторинга в зоне наблюдения АЭС. Обоснован выбор мест размещения пунктов автоматизированной системы радиационного контроля в районе расположения АЭС.

Что касается оценки воздействия АЭС на биологические объекты, то в рамках программы реализованы следующие мероприятия:

– разработана система дозовых нагрузок на персонал, население и компоненты агросистем в нормальных условиях работы АЭС, а также для принятия решения об аварийном реагировании. Оценено радиационное воздействие выбросов радиоактивных веществ на персонал АЭС в случае проектных и запроектных аварий;

– выполнена дополнительная оценка дозы облучения населения при возможных запроектных авариях на АЭС, в том числе в трансграничном контексте, обоснована необходимость проведения защитных мероприятий при таких авариях преимущественно в районе расположения АЭС;

– исследованы состояние здоровья и структура заболеваемости населения, проживающего в регионе воздействия АЭС. Получены данные об общей заболеваемости, йодной обеспеченности и онкологической заболеваемости населения в районах мониторинга;

– определены дозовые нагрузки для расчета рисков потери жизнеспособности популяций травоядных животных и рыб в природоохранной зоне, разработаны рекомендации по снижению возможного ущерба для популяций биологических объектов.

### Совершенствование системы физической защиты объектов использования атомной энергии

В рамках реализации мероприятий Государственной программы проводились работы по совершенствованию системы физической защиты объектов использования атомной энергии.

Были разработаны концептуальные основы обеспечения информационной безопасности развития и функционирования атомной энергетики в Республике Беларусь, подготовлена пилотная версия программного комплекса анализа информационной и физической защиты объекта информатизации АЭС от несанкционированного доступа.

В научном учреждении «ОИЭЯИ – Сосны» введен в эксплуатацию учебно-методический комплекс для подготовки и переподготовки специалистов по физической защите, контролю и учету ядерных материалов для АЭС.

Кроме того, учеными разработана методология охраны и обороны АЭС внутренними войсками МВД Республики Беларусь, выполнен анализ уязвимости энергетической системы Республики Беларусь (с учетом объекта типа АЭС) в условиях преднамеренных атак с использованием специальных средств в рамках проектной угрозы.

### Информационно-аналитическое обеспечение развития ядерной энергетики

В части информационно-аналитического обеспечения развития ядерной энергетики в республике научным учреждением «ОИЭЯИ – Сосны» осуществлялся сбор, анализ, систематизация информации, отражающей современное состояние, теоретические и практические наработки в решении актуальных задач ядерно-энергетической отрасли, тенденции, перспективы, особенности и прогнозы устойчивого развития атомной энергетики.

Институтом готовились информационно-аналитические обзоры по различным аспектам развития мировой ядерной энергетики, а также материалы для проведения единого дня информирования, осуществлялась подготовка статей для республиканских периодических изданий.

На телеканалах СТБ и РТР-Беларусь в рубрике «Развитие ядерной энергетики в Республике Беларусь» вышел в эфир ряд телепередач, в которых, в частности, освещались вопросы развития ядерной энергетики в Беларуси, ход строительства Белорусской АЭС, влияние АЭС на население и окружающую среду, подготовка кадров и научное сопровождение развития ядерной энергетики в республике и др.

Эффективность информационного сопровождения развития ядерной энер-

гетики подтверждается результатами опроса общественного мнения, проводимого ежегодно сотрудниками Института социологии НАН Беларуси в рамках реализации мероприятий Государственной программы. Так, последний опрос показал, что строительство Белорусской АЭС поддерживает большее количество респондентов, чем развитие ядерной энергетики в республике (59,5 и 49,8 % соответственно). Положительное отношение непосредственно к строительству АЭС выразили 59,5 % опрошенных по республике и 76,5 % в Островецком районе, отрицательное – 27,3 % и 17,8 % соответственно. Затруднившихся с ответом на этот вопрос в Островецком районе было меньше, чем в целом по республике (5,6 % против 13,2 %).

### Заключение

Реализация мероприятий по научному сопровождению развития ядерной энергетики продолжается. В настоящее время проводятся исследования по подготовке к физическому пуску первого энергоблока АЭС, подтверждению безопасности и экономической эффективности формируемых нагрузок активной зоны реактора, оценке состояния металла корпуса реактора в процессе эксплуатации АЭС и работоспособности рекомбинаторов водорода при запроектных авариях для подтверждения водородной безопасности АЭС.

В дальнейшем, с учетом результатов ранее выполненных работ, предусматривается осуществлять научное сопровождение АЭС на этапах ввода в эксплуатацию и эксплуатации путем осуществления контроля за режимом работы АЭС, оценки безопасности текущего технического состояния оборудования и систем АЭС, повышения экономической эффективности ее работы за счет оптимизации схемы топливоиспользования, совершенствования систем обращения с радиоактивными отходами и ОЯТ, внедрения новых рецептур и технологий дезактивации оборудования и помещений, мониторинга влияния АЭС на население и окружающую среду и др.