

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ПИЛОТНОГО ПРОЕКТА АТОМНОЙ СТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ С РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ РИТМ-200Н

Бых Я.О., Щекин Д.В. (АО «ОКБМ Африкантов», Нижний Новгород, Россия)

Введение

Атомные станции малой мощности (АСММ) являются одним из наиболее перспективных направлений развития энергетических технологий в области использования атомной энергии.

В рамках Федерального проекта «Проектирование и строительство референтных энергоблоков атомных электростанций, в том числе атомных станций малой мощности», Государственной программы Российской Федерации «Развитие атомного энергопромышленного комплекса» предусмотрена реализация пилотной АСММ на базе реакторной установки РИТМ-200Н на территории России вблизи поселка Усть-Куйга Усть-Янского улуса Республики Саха (Якутия).

Необходимость продолжения работ по проектированию и обоснованию безопасности референтных энергоблоков станций малой мощности также отмечена в указе Президента Российской Федерации от 16.04.2020 № 270 «О развитии техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации».

Проект реакторной установки РИТМ-200Н разработан АО «ОКБМ Африкантов» на основе технических решений проекта реакторной установки РИТМ-200 для универсальных атомных ледоколов, которые в настоящее время эксплуатируются в составе атомного ледокольного флота Российской Федерации.

Основной отличительной особенностью проектов АСММ является использование в составе малых модульных реакторов, которые обладают высокими свойствами самозащищенности в связи с внедрением инновационных технических решений и преимущественным использованием систем, основанных на пассивных принципах действия.

При этом в мировом сообществе и международных организациях, таких как МАГАТЭ, WENRA, EUR, ведутся активные обсуждения возможности и особенностей применения действующих нормативных требований к регулированию и обеспечению безопасности малых модульных реакторов.

В рамках взаимодействия разработчиков проекта АСММ с РУ РИТМ-200Н с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору неоднократно проводились обсуждения вопросов применения требований российских нормативных правовых актов и нормативных документов в области использования атомной энергии к АСММ. По результатам обсуждений также неоднократно отмечалось наличие ряда отличий малых модульных реакторов, входящих в состав АСММ, от энергетических реакторов большой мощности, которые не в полной мере учтены в действующих федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии.

Судовая реакторная установка РИТМ-200

Россия обладает существенным преимуществом перед другими странами, занимая лидирующее положение в мире в области создания судовых ядерных энергетических установок. В атомных судовых технологиях сформировался особый облик реакторных установок, характерными чертами которых стали предельная компактность, необходимая для размещения паропроизводящей установки

в ограниченном объеме реакторного отсека, маневренность, герметичность, низкое количество РАО, повышенная надежность и живучесть.

Только по проектам АО «ОКБМ Африкантов» создано более 460 транспортных установок с суммарным опытом эксплуатации более 10 500 реакторо-лет.

Реакторные установки типа РИТМ-200 являются новейшей разработкой в линейке реакторов малой мощности поколения III+, спроектированной АО «ОКБМ Африкантов». Они обладают всеми лучшими характеристиками своих предшественников и основаны на проверенной временем технологии водо-водяных реакторов (PWR) и на опыте Госкорпорации «Росатом» в более чем 400 реакторных лет эксплуатации реакторов в составе атомных ледоколов. Восемь РУ РИТМ-200 смонтированы на ледоколах проекта 22220 «Арктика», «Сибирь», «Урал» и «Якутия». Головной ледокол «Арктика» с двумя реакторами на борту передан в эксплуатацию в октябре 2020 года. Первый серийный атомный ледокол «Сибирь» введен в эксплуатацию в январе 2022 года. В конце 2022 года введен в эксплуатацию ледокол «Урал». Дистраиваются два ледокола данного проекта: «Якутия» со сроком сдачи 2024 год и «Чукотка» – 2026 год. Планируются к постройке еще два серийных ледокола со сроком сдачи до 2030 года.

Концепция и технические решения разработанной АО «ОКБМ Африкантов» РУ РИТМ-200, эксплуатирующиеся в составе новых универсальных атомных ледоколов, являются основой для проекта РУ РИТМ-200Н для пилотной наземной атомной станции малой мощности.

РУ РИТМ-200Н в составе атомных станций обеспечивают электрическую мощность от одного реактора до 55 МВт брутто, что соответствует энергопотребностям значительного числа регионов, удаленных от развитых электросетей или испытывающих проблемы с обеспечением углеводородным топливом.

Основные проектные положения РУ РИТМ-200Н

РУ РИТМ-200Н базируется на основных референтных технических решениях РУ РИТМ-200, таких как герметичный первый контур. Для обеспечения герметичности первого контура используются герметичные главные циркуляционные насосы, герметичные (в плане отсутствия продувок) парогенераторы, быстродействующая локализирующая пневмоприводная арматура, а также газовая система компенсации для первого контура и самоподдерживающийся аммиачный водно-химический режим.

Компоновка реактора разработана с размещением оборудования основного циркуляционного тракта первого контура в интегрированном корпусе, представляющем собой комбинированный сосуд, состоящий из корпуса реактора и четырех гидрокамер. Эти корпуса объединяются путем сварки между собой короткими силовыми патрубками, выполненными по типу «труба в трубе». В корпусе реактора размещены активная зона, парогенераторы из титанового сплава. На крышке реактора размещены приводы СУЗ.

В гидрокамеры устанавливаются главные циркуляционные насосы (ГЦН) с клапанными коробками. В конструкции ГЦН максимально реализованы технические решения, широко используемые в конструкциях электронасосов – прототипов, прошедших проверку при длительной эксплуатации на действующих судовых установках.

В корпусе интегрального реактора размещаются четыре парогенератора (ПГ). Каждый ПГ состоит из трех кассет, объединенных между собой по питательной воде и пару. Кассета ПГ в сборе представляет собой прямоточный, вертикальный, прямотрубный теплообменник поверхностного типа. Конструкция кассеты разработана на основе решений, работоспособность которых подтверждена большим объемом выполненных НИОКР, а также опытом эксплуатации аналогичных изделий.

Основное оборудование РУ, работающее под давлением первого контура, (интегральный реактор, система компенсации давления, система очистки

и расхолаживания, участки трубопроводов систем первого контура и др.) скомпоновано в стальной защитной оболочке герметичного ограждения РУ. Компоновка основного оборудования и систем первого контура выполнена на баке металловодной защиты, аналогично судовым реакторным установкам.

Особенности компоновки и эксплуатации транспортных установок потребовали разработки специфического способа перегрузки активных зон транспортных реакторных установок, так называемый «судовой» способ перегрузки без использования машины перегрузочной, а также разработки для этого способа перегрузки специфического контейнерного оборудования.

Разработка РУ РИТМ-200Н выполняется в соответствии с требованиями НД для наземных АЭС, с учетом конструктивных особенностей судовых РУ. Соответственно при разработке технического проекта РУ для АСММ принят ряд схемно-конструктивных решений по основному оборудованию и системам, включая системы безопасности, учитывающих требования НД для наземных АЭС, при сохранении облика прототипной реакторной установки РИТМ-200.

АСММ с РУ РИТМ-200Н

На территории России идет реализация пилотного отраслевого проекта «Сооружение атомной станции малой мощности на базе реакторной установки РИТМ-200Н». Проект АСММ с РУ РИТМ-200Н включен в генеральную схему размещения объектов электроэнергетики и схему территориального планирования Российской Федерации, утвержденную Правительством РФ.

Объективно существует ряд факторов, которые необходимо учитывать при разработке и эксплуатации РУ РИТМ-200Н в составе АСММ (решения по обеспечению безопасности и экономической эффективности, нормативная база, особенности эксплуатации и др.).

В условиях динамично развивающегося энергетического рынка возникает необходимость непрерывно и итеративно совершенствовать проектные решения в ответ на изменение рыночной конъюнктуры и требований заказчиков.

АСММ с реакторной установкой РИТМ-200Н будет построена вблизи поселка Усть-Куйга Усть-Янского улуса в Республике Саха (Якутия). Разрабатываются проекты объектов инфраструктуры и логистические решения, обеспечивающие сооружение АСММ в труднодоступном районе Крайнего Севера. Разработаны технические проекты реакторной установки, активной зоны и комплекса оборудования обращения с ядерным топливом. В апреле 2023 года получена лицензия на размещение ядерной установки для объекта: энергоблок № 1 Якутской АСММ. Сооружение АСММ обеспечит надежное и экологически чистое энергоснабжение освоения золоторудного месторождения «Кючус», которое является одним из крупнейших в России.

В РУ РИТМ-200Н для АСММ реализуется ряд инновационных технических решений и выполняется комплекс НИОКР, направленных на повышение безопасности и улучшение технико-экономических показателей АСММ:

- применение металлокерамического топлива с увеличенным энергоресурсом с 4,5 до 8 ТВт·ч;
- увеличение срока службы незаменимого оборудования РУ с 40 до 60 лет;
- создание комплекса систем безопасности, работающего на пассивных принципах действия и обеспечивающего безопасное состояние РУ в течение не менее 72 ч при полном длительном обесточивании, включая аварии LOCA.

Повышенные показатели безопасности достигаются сочетанием реализации глубокоэшелонированной защиты, свойств внутренней самозащищенности и сбалансированным применением активных и пассивных систем безопасности. Такой

подход исключает максимально возможное количество рисков, уменьшает вероятность тяжелой аварии и минимизирует ее последствия, если она все же произойдет.

Оборудование и трубопроводы РУ РИТМ-200Н сохраняют работоспособность при землетрясении интенсивностью 8 баллов по шкале MSK-64, а при максимальном расчетном землетрясении интенсивностью 9 баллов по шкале MSK-64, сохраняют способность выполнять функции, связанные с обеспечением безопасности РУ. Все оборудование РУ рассчитано с учетом модели эксплуатации энергоблока, работающего в локальной энергосистеме малой мощности.

Организация работ по нормативному обеспечению проекта

При разработке проекта АСММ с РУ РИТМ-200Н встал вопрос соответствия судовых технических решений требованиям действующего в РФ законодательства, норм и правил в области использования атомной энергии для АЭС.

Для приведения в соответствие технических решений АСММ с РУ РИТМ-200Н и действующих в РФ ФНП, а также для исключения рисков несвоевременного получения лицензии на сооружение при проектировании АСММ по действующим ФНП при наличии отступлений/несоответствий от действующих ФНП, было принято решение о создании межотраслевой рабочей группы по нормативной документации, используемой в проекте АСММ с РУ РИТМ-200Н.

Межотраслевая рабочая группы по нормативной документации ведет свою деятельность параллельно с разработкой проекта АСММ.

В состав рабочей группы входят специалисты ведущих предприятий Госкорпорации «Росатом», а также представители ведущих научных центров. Для экспертной поддержки приглашаются специалисты ФБУ «НТЦ ЯРБ», Департамента технического регулирования и Генеральной инспекции Госкорпорации «Росатом».

Ключевой особенностью данных работ является ведение нормотворческой деятельности параллельно с проектированием объекта с целью исключения рисков несвоевременного получения лицензии на сооружение АСММ и обоснование безопасности на основе принятых решений.

Основными направлениями деятельности рабочей группы являются:

- анализ соответствия проектных решений АСММ с РУ РИТМ-200Н требованиям ФНП и формирование предложений по внесению изменений в ФНП;
- разработка стандартов Госкорпорации «Росатом» и включение нормативных документов на материалы в «Сводный перечень документов по стандартизации»;
- учет в проекте требований и рекомендаций зарубежных норм и правил, в связи с экспортной направленности проекта АСММ.

Результаты анализа соответствия технических решений в РУ РИТМ-200Н для АСММ требованиям нормативной документации федеральных норм и правил в области использования атомной энергии для АЭС

В 2019 и 2020 годах был проведен предварительный анализ соответствия технических решений судовой РУ РИТМ-200 требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии для АЭС. Был выявлен ряд принципиальных несоответствий в проекте РУ РИТМ-200 для АСММ, устранение которых не представляется возможным без существенного изменения облика проекта, доработки и/или выпуска новой нормативной документации.

В 2021 году было принято решение при разработке анализа несоответствий сформировать единый и универсальный формат выявления несоответствий, их оценки, классификации и дальнейшей разработки компенсирующих мер.

Порядок выполнения анализа несоответствий и разработки компенсирующих мер, а также рекомендации по составу и содержанию отчета о выполненном анализе

содержатся в руководстве по безопасности при использовании атомной энергии «Анализ несоответствий блока атомной станции требованиям действующих нормативных документов» в соответствии с рекомендациями документа РБ-028-04.

Изложенный в РБ-028-04 подход к формулированию на основании имеющихся несоответствий блока атомной станции более глобальных проблем безопасности, а также подход к оценке категории важности проблем безопасности полностью применим для проектируемых блоков. При этом подход к разработке компенсирующих мер зачастую не применим к инновационным проектным решениям, для которых целесообразно предусмотреть возможность изменения требований ФНП, при разработке которых, очевидно, такие инновационные технологии не могли быть учтены.

В 2022 году специалистами АО «ОКБМ Африкантов» был выпущен отчет «Анализ несоответствий АСММ требованиям действующей нормативной документации в области использования атомной энергии в части РУ РИТМ-200Н», разработанный в соответствии с рекомендациями нормативного документа РБ-028-04. Целью указанного отчета являлось выявление несоответствий технических решений АСММ с РУ РИТМ-200 требованиям федеральных норм и правил в области использования атомной энергии для АЭС, их последующий анализ и подготовка предложений по корректировке технических решений РУ, корректировке существующих и/или разработке новых НД для АСММ. Разработка Отчета также направлена на подтверждение соблюдения требований п. 1.2.2 НП-001-15 в части обеспечения безопасности атомной станции за счет соблюдения требований федеральных законов, федеральных норм и правил в области использования атомной энергии.

При анализе несоответствий АСММ с РУ РИТМ-200Н требованиям действующих нормативных документов выявлены несоответствия, влияющие на безопасность (в соответствии с терминологией РБ-028-04, имеющие последствия).

На основании анализа выявленных несоответствий сформулировано 9 проблем безопасности, произведена оценка их значимости с учетом влияния различных факторов на безопасность АСММ.

Проблемы безопасности, классифицируемые категориями значимости «высокая» и по степени влияния на безопасность энергоблока, не были выявлены. К категории значимости «средняя» были отнесены две проблемы, к категории значимости «незначительная» – семь проблем.

Доминирующее число несоответствий в проекте РУ РИТМ-200 для АСММ, устранение которых не представляется возможным без существенного изменения облика проекта, доработки и/или выпуска новой НД, сосредоточены в следующих документах:

- НП-082-07 «Правила ядерной безопасности реакторных установок атомных станций»;

- НП-084-15 «Правила контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных поверхностей при эксплуатации оборудования, трубопроводов и других элементов атомных станций»;

- НП-089-15 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»;

- НП-094-15 «Основные требования к обоснованию прочности и термомеханического поведения тепловыделяющих сборок и тепловыделяющих элементов в активной зоне водо-водяных энергетических реакторов»;

- НП-104-18 «Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»;

- НП-105-18 «Правила контроля металла оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок при изготовлении и монтаже».

Перечисленные несоответствия обусловлены особенностями РУ РИТМ-200Н: интегральное исполнение основного оборудования РУ в пределах корпуса реактора,

компактное размещение систем НЭ и систем безопасности внутри стальной защитной оболочки, конструктивные особенности активной зоны.

Также при проектировании оборудования и трубопроводов РУ РИТМ-200Н в части сварки и контроля качества сварных соединений применены судовые документы (ОСТ, РД). Для стандартизации апробированных технологий в части сварки и контроля качества сварных соединений потребовался выпуск новых стандартов в области использования атомной энергии для АЭС.

В июне 2023 года специалистами АО «ГСПИ» был выпущен отчет «Анализ несоответствий АСММ требованиям действующей нормативной документации в области использования атомной энергии», разработанный в соответствии с рекомендациями нормативного документа РБ-028-04. Анализ был выполнен с учетом текущей стадии разработки проекта и в 2024 году будет доработан по результатам разработки проектной документации.

Основные направления работы по нормативному обеспечению проекта АСММ с РУ РИТМ-200Н

Текущий план работ межотраслевой рабочей группы по нормативной документации можно условно разделить на шесть следующих направлений:

1. Внесение изменений в проект РУ с целью выполнения требований ФНП в области использования атомной энергии.

С целью приведения технических решений судовой реакторной установки РИТМ-200 в соответствие с требованиями нормативной документации федеральных норм и правил в области использования атомной энергии для АЭС был принят ряд изменений в проекте. Одним из основных изменений является увеличение канальности систем безопасности РУ, что привело к увеличению количества оборудования и КИПа в системах безопасности. Был внесен ряд изменений в проект реактора. Удалось разместить пять комплектов образцов-свидетелей за счет возможности извлечения всех ВКУ из корпуса реактора и исключения из состава ВКУ смесителя. Сохранилось несоответствие в части требований к периодичности выгрузки – возможно только при капитальном ремонте РУ (для частичной компенсации предусмотрено размещение образцов-свидетелей и коэффициентов опережения облучения). В крышке реактора предусмотрена установка двух уровнемеров.

2. Выпуск в составе технического проекта РУ РИТМ-200Н мероприятий, компенсирующих отступления от требований ФНП в области использования атомной энергии, и обоснования достаточности данных мероприятий.

Принято решение о необходимости выпуска в составе технического проекта на РУ РИТМ-200Н документов, обосновывающих отступления от требований ФНП в части документов НП-084-07, НП-084-15, НП-089-15, НП-094-15.

Комплекс компенсирующих мероприятий изложен в Главе 3 ООБ «Общие положения и подходы к проектированию зданий, сооружений, систем и элементов»

3. Внесение изменений в действующие ФНП в области использования атомной энергии.

Разработка проектов изменений, вносимых в ФНП ведется в соответствии с Единым отраслевым порядком подготовки, рассмотрения и согласования проектов федеральных норм и правил в области использования атомной энергии (утвержден Приказом Госкорпорации «Росатом» от 19.12.2018 №1/1471-П) с изменениями, утвержденными Приказом от 11.02.2021 №1/154-П Генеральной инспекции Госкорпорации «Росатом».

Дорожной картой МРГ по НД до конца 2023 года запланирована подготовка проектов изменений в НП-084-15, НП-089-15, НП-104-18. В указанных проектах изменений планируется отразить особенности РУ с интегральной компоновкой.

Техническое задание и Пояснительная записка на корректировку НП-084-15, НП-089-15, НП-104-18 в части РУ интегрального типа направлены на согласование в АО РАОС и Генеральную инспекцию Госкорпорации «Росатом».

4. Разработка стандартов Госкорпорации «Росатом».

Предусмотрена разработка стандартов Госкорпорации «Росатом» с целью стандартизации технологий, апробированных на судовых РУ. Рабочие наименования стандартов приведены ниже:

- СТО 95 12XXX-20XX «Сварка магнитопроводов из стали марки 09Х17Н для приводов компенсирующей группы атомных станций. Основные положения и правила контроля»;

- СТО 95 12XXX-20XX «Соединения резьбовые элементы парогенератора атомных энергетических установок. Конструкция и размеры. Требования к материалам, изготовлению и контролю»;

- СТО 95 12XXX-20XX «Соединения сварные элементов интегрального корпуса реактора на коротких патрубках. Сварка и наплавка. Основные положения и правила контроля»;

- СТО 95 12XXX-20XX «Соединения сварные статорной перегородки из сплава ХН78Т с корпусом статора из стали марки 08Х18Н10Т или 12Х18Н10Т герметичных насосов атомных станций. Основные положения и правила контроля».

Указанные стандарты разработаны и проходят процедуру терминологической и правовой экспертиз.

5. Нормативное обеспечение изготовления кассет парогенераторов из титановых сплавов.

В действующих ФНП для наземных АЭС отсутствуют требования к ПГ из титановых сплавов. Для приведения технических решений ПГ РУ РИТМ-200Н в соответствие требованиям ФНП в области использования атомной энергии для наземных АЭС, помимо корректировки НП-089-15 и разработки соответствующего стандарта Госкорпорации «Росатом», в настоящее время выполняются следующие работы:

- Проведение оценки соответствия резьбовых переходников в форме приемочных испытаний в соответствии с ГОСТ Р 15.301-2016 для включения стандарта Госкорпорации «Росатом» в «Сводный перечень документов по стандартизации».

- Включение ТУ 1825-123-07516250-2013, ТУ 24.45.30-202-07516250-2018, ТУ 24.45.30-203-07516250-2018 на трубы из титановых сплавов в «Сводный перечень документов по стандартизации» по результатам аттестационных испытаний.

- Аккредитация испытательной лаборатории для проведения аттестационных испытаний труб из титановых сплавов (на территории РФ такая лаборатория отсутствует).

- Разработка методик визуального, ультразвукового, капиллярного, радиографического контроля резьбовых переходников и аттестация систем неразрушающего контроля.

- Разработка методики ультразвукового контроля глубины проплавления сварных соединений труб с трубными досками и аттестация систем неразрушающего контроля глубины проплавления.

- Разработка документа по стандартизации (по аналогии с ГОСТ Р 50-й серии), регламентирующего требования к оценке соответствия в форме аттестации технологии пайки, применительно к резьбовым соединениям элементов кассет ПГ.

6. Учет в проекте АСММ с РУ РИТМ-200Н требований и рекомендаций зарубежных НД.

Действующие Нормы МАГАТЭ применимы, как правило, к наземным стационарным АЭС с водоохлаждаемыми реакторами, основную часть которых составляют реакторы мощностью от 600 до 1500 МВт. Для других типов реакторов, включая атомные станции малой мощности, некоторые положения по безопасности могут оказаться неприменимыми или же применимыми с определенными изменениями.

Структура Норм безопасности МАГАТЭ, распространяющихся на АЭС включает три категории:

- Основополагающие принципы безопасности (Fundamental Safety Principles – SF1);
- Общие (General Safety Requirements – GSR) и специальные (Specific Safety Requirements – SSR) требования безопасности, устанавливающие требования, которые должны быть выполнены для достижения Основ безопасности, применимые к любому виду деятельности или объекту независимо от типа и связанных с ними технологий;
- Общие руководства по безопасности (General Safety Guide – GSG) и Специальные руководства по безопасности (Specific Safety Guide – SSG) содержащие более детальные указания и рекомендации по обеспечению соблюдения Требований безопасности с учетом специфичности технологии.

В процессе разработки технического проекта РУ РИТМ-200Н в АО «ОКБМ Африкантов» в период 2020–2022 гг. выполнен сравнительный анализ требований НД РФ и нормативных документов МАГАТЭ, а также требований WENRA и EUR. Были рассмотрены документы МАГАТЭ, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Перечень документов МАГАТЭ

№ п/п	Наименование документа	Обозначение
1.	Стандарт МАГАТЭ «Основополагающие принципы безопасности. Основы безопасности»	SF-1
2.	Доклад МАГАТЭ «Основные принципы безопасности атомных электростанций»	INSAG-12
3.	Стандарт МАГАТЭ «Радиационная защита и безопасность источников излучения: Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности»	GSR Part3
4.	Стандарт МАГАТЭ «Оценка безопасности установок и деятельности. Общие требования безопасности»	GSR Part4
5.	Стандарт МАГАТЭ «Безопасность атомных электростанций: проектирование. Конкретные требования безопасности»	SSR-2/1
6.	Стандарт МАГАТЭ «Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация. Конкретные требования безопасности»	SSR-2/2
7.	Руководство МАГАТЭ «Оценка безопасности и независимая проверка для атомных электрических станций»	NS-G-1.2
8.	Руководство МАГАТЭ «Детерминистский анализ безопасности атомных электрических станций»	SSG-2
9.	Руководство МАГАТЭ «Классификация по безопасности сооружений, систем и компонентов атомных электрических станций»	SSG-30
10.	Руководство МАГАТЭ «Проектирование систем контроля и управления для атомных станций»	SSG-39
11.	Руководство МАГАТЭ «Проектирование активной зоны для атомных электростанций»	SSG-52
12.	Руководство МАГАТЭ «Проектирование системы охлаждения реактора и связанных систем АЭС»	SSG-56
13.	Руководство МАГАТЭ «Проектирование систем по обращению с топливом и его хранению для АЭС»	SSG-63

Анализ применимости стандартов МАГАТЭ к проекту реакторной установки РИТМ-200Н был выполнен в два этапа:

1-й этап – сравнение положений требований и руководств МАГАТЭ с соответствующими положениями российских НД;

2-й этап – анализ соответствия подходов и решений РУ РИТМ-200Н рекомендациям и требованиям МАГАТЭ.

Подробное описание результатов анализа отражено в [1].

Проведенный анализ требований НД РФ и Норм безопасности МАГАТЭ, а также требований WENRA и EUR показал, что требования отечественных НД в основном синхронизированы с современными зарубежными подходами и требованиями.

Разработка пилотного проекта АСММ осуществляется исходя из ориентации на наиболее консервативные требования к радиологическим критериям безопасности из НД РФ, МАГАТЭ и EUR. Экспортный вариант проекта АСММ будет разрабатываться по наиболее консервативным из требований НД РФ и страны-заказчика.

Необходимость разработки новых документов МАГАТЭ верхнего уровня (SF, GSR, SSR) отсутствует. Оценка применимости Руководств МАГАТЭ (SSG) для проекта АСММ показала необходимость корректировки существующих документов или разработки новых применительно к инновационным проектам.

С целью учета результатов проведенного анализа развернуты работы по гармонизации федеральных норм и правил Российской Федерации в области использования атомной энергии со стандартами МАГАТЭ в части АСММ и инновационных реакторов.

Заключение

На основании выполненных в 2020–23 гг. работ в рамках деятельности МРГ по НД можно выделить следующие тезисы:

- Проект АСММ с РУ РИТМ-200Н разрабатывается в соответствии с действующими федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии для АЭС. Проект разрабатывается в соответствии с НП-001-15.

- Участниками МРГ по НД проанализировано соответствие технических решений проекта АСММ с РУ РИТМ-200Н требованиям ФНП в области использования атомной энергии для АЭС. Все несоответствия требованиям нормативных документов определены.

- По выявленным несоответствиям выполняются работы по их устранению или обоснованию безопасности технических решений.

- Работы по несоответствиям ведутся с привлечением экспертов ФБУ «НТЦ ЯРБ».

- Для прохождения экспертизы проекта АСММ с РУ РИТМ-200Н и получения необходимых лицензий не требуется разработка новых ФНП.

- Пилотный проект АСММ с РУ РИТМ-200Н будет разработан с учетом требований и рекомендаций зарубежных НД.

К декабрю 2023 года планируется завершить подготовку итоговых редакций проектов изменений НП-084-15, НП-089-15, НП-104-18. Задачи по разработке стандартов Госкорпорации «Росатом» и включению ТУ на материалы в «Сводный перечень» будут решены в 2024 году.

С учетом вышеизложенных тезисов, а также мнения экспертов ФБУ «НТЦ ЯРБ», можно рассчитывать на своевременное получение лицензии на сооружение АСММ с РУ РИТМ-200Н. Планируемый срок получения лицензии на сооружение – август 2024 года.

Список литературы

1. Статья «Основные результаты анализа применимости стандартов МАГАТЭ к проекту РУ РИТМ-200Н для атомных станций малой мощности», *В.В. Петрунин, д.т.н., профессор, А.М. Бахметьев д.т.н., профессор, А.В. Кураченков, В.Ю. Галицких, Ю.А. Макеев, Д.В. Щекин* // Сборник статей ФБУ «НТЦ ЯРБ», 2023 г.
2. Опыт создания и перспективы развития ядерных энергетических установок для ледокольного флота и энергообеспечения арктического региона. /*Зверев Д.Л., Фадеев Ю.П., Пахомов А.Н., Полуничев В.И.* // Атомная энергия. 2018. Т. 125. № 6. С. 318–322.
3. Доклад «Научно-технические и экономические аспекты создания инновационных реакторных установок для атомных станций малой и средней мощности наземного и плавучего исполнения» авторов *Петрунина В.В., Кураченкова А.В., Фатеева С.А., Шешиной Н.В.* для представления на Доллежалевских чтениях в АО «НИКИЭТ», г. Москва, 12 марта 2020 г.
4. Доклад «Обликовый проект АСММ с РУ РИТМ-200» авторов *Петрунина В.В., Фадеева Ю.П., Пахомова А.Н., Вешнякова К.Б., Полуничева В.И., Шаманина И.Е.* для представления на V Международной научно-технической конференции «Инновационные проекты и технологии ядерной энергетики» (МНТК НИКИЭТ-2018), 2–5 октября 2018 г., г. Москве и на научно-практической конференции «Ядерные технологии: от исследований к внедрению», 21 ноября 2018 г., г. Нижний Новгород.
5. Доклад «Инновационные реакторные установки разработки АО «ОКБМ Африкантов» для атомных станций малой мощности» автора *Петрунина В.В.*, для представления на XIII Международном общественном форум-диалоге «АтомЭко-2019», прошедшем 5–7 ноября 2019 г. в Венгрии, г. Печ.
6. Доклад «Особенности нормативного регулирования проекта наземной АСММ с реакторной установкой РИТМ-200Н с водо-водяным реактором судового типа» автора *Петрунина В.В.*, для представления на XVI Международном ядерном форуме «Безопасность ядерных технологий: культура безопасности», прошедшем в октябре 2022 г. в России, г. Санкт-Петербург.