

Научная статья

УДК 624.13 05.26.03. п. 1, 2.

doi: 10.34987/2712-9233.2025.61.97.008

Особенности обеспечения пожарной безопасности атомных станций малой мощности в арктическом регионе

Амельчугов Сергей Петрович
Брот Анна Владимировна

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

Автор ответственный за переписку: Амельчугов Сергей Петрович, asp-911@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности обеспечения пожарной безопасности атомных станций малой мощности (АСММ) в циркумполярном регионе, учитывая сложные климатические условия, пространственную изолированность, ограниченность пожарных гарнизонов, трудности транспортировки, повышенную ветровую нагрузку, высокое статическое электричество и экстремально низкие температуры. Анализируется необходимость разработки специальных технических условий (СТУ), регулирующих проектирование, строительство и эксплуатацию АСММ с учетом резервирования систем противопожарной защиты, организации пожарных зон, предотвращения и локализации возгораний, обеспечения эвакуации персонала, а также проведения расчетов пожарных рисков. Подчеркивается важность глубокой противопожарной защиты, включающей административные процедуры, мониторинг, обучение персонала, взаимодействие с гарнизонной пожарной охраной и учет влияния тундровых пожаров, что требует внедрения современных методов анализа пожарной опасности и применения инновационных технических решений.

Ключевые слова: противопожарная защита, атомная станция малой мощности, тундровые пожары

Для цитирования: Амельчугов С.П., Брот А.В. Особенности обеспечения пожарной безопасности атомных станций малой мощности в арктическом регионе // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2025. № 1 (17). С.56-60. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2025.61.97.008>.

Features of ensuring fire safety of low-power nuclear power plants in the arctic region

Sergey.P. Amelchugov
Anna.V. Brot

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia

Corresponding author: Sergey P. Amelchugov, asp-911@yandex.ru

Abstract. The article deals with the peculiarities of fire safety at small nuclear power plants (SNPP) in the circumpolar region, taking into account difficult climatic conditions, spatial isolation, limited fire garrisons, transportation difficulties, increased wind load, high static electricity and extremely low temperatures. The necessity to develop special technical specifications (STS) regulating the design, construction and operation of ASMMs is analysed, taking into account the redundancy of fire protection systems, organisation of fire zones, prevention and localisation of fires, ensuring evacuation of personnel, as well as fire risk calculations. The

importance of in-depth fire protection including administrative procedures, monitoring, personnel training, interaction with garrison fire guards and consideration of the impact of tundra fires is emphasised, which requires the introduction of modern methods of fire hazard analysis and the use of innovative technical solutions.

Key words: fire protection, low-power nuclear power plants, tundra fires

For citation: Amelchugov S.P., Brot A.V. Features of fire safety provision of small capacity nuclear power plants in the Arctic region // Actual problems of safety in the Technosphere 2025. № 1 (17). p. 56-60. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2025.61.97.008>.

Атомные станции малой мощности – оптимальное решение надежного энергообеспечения поселений и объектов, расположенных в циркумполярном регионе. Вместе с тем, противопожарная защита атомных станций малой мощности (далее АСММ) размещаемых на арктических территориях имеет существенные отличия от устоявшихся практик обеспечения пожарной безопасности атомных станций.

Прежде всего АСММ должна отвечать арктическим вызовам, влияющим на обеспечение пожарной безопасности объектов защиты. Это пространственная разобщенность, резко ограничивающая тактико-технические возможности пожарных гарнизонов, сложность проезда пожарной техники из-за снежных переметов автомобильных трасс, повышенная ветровая нагрузка, высокое статическое электричество, крайне низкие температуры, снижающие подачу воды рукавными линиями, опасные факторы тундровых пожаров, ограничения мониторинга компонентов противопожарной защиты, корректирующего, профилактического и прогнозирующего технического обслуживания и другие.

Поэтому требования по пожарной безопасности зданий для размещения реакторной установки не могут быть установлены стандартами и сводами правил, действующими в Российской Федерации. Следует учитывать, что обслуживающий персонал при пожаре должен находиться на рабочих местах в течение времени, необходимого для принятия мер по обеспечению безопасности атомной станции малой мощности, так как существует риск причинения вреда (ущерба) охраняемым Федеральным законом.

Таким образом, особенности обеспечения пожарной безопасности АСММ в арктическом регионе предполагают подготовку проектной документации и строительство здания на основе специальных технических условий (далее - СТУ), разрабатываемыми и согласовываемыми в установленном порядке.

СТУ для АСММ представляют собой обязательные требования, которые обеспечивают выполнение норм технических регламентов, включая дополнительные либо недостающие технические условия в сфере безопасности. Эти стандарты учитывают специфику проведения инженерных изысканий, проектирования, возведения, а также демонтажа (сноса) АСММ. Они содержат возможные отклонения от существующих стандартов и одновременно включают технические нормы, применение которых гарантирует соответствие требованиям Федерального закона № 123-ФЗ и нормам, предусмотренным Федеральным законом № 384-ФЗ.

Утверждение в установленном порядке Специальных технических условий, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности и предусматривающих комплекс дополнительных инженерно-технических и организационных мероприятий по противопожарной защите объекта, должно предшествовать разработке проектной документации

В СТУ следует учесть, что проектируемые проезды к зданиям спецкорпуса (10УКА), ректора (10УА), инженерных корпусов №№ 1, 2 (11УКС, 12УКС), турбины (10УМА), электротехнического корпуса (10УАД) заблокированы, что не позволяет осуществить требуемые нормативные подъезды к каждому зданию АСММ с двух продольных сторон. При этом расстояния от внутренних краев проездов до стен указанных основных зданий, а также других зданий и сооружений должны соответствовать требованиям пожарной безопасности. При наличии отступлений от требований нормативных документов в части устройства пожарных проездов, подъездов и обеспечения доступа пожарных для проведения пожарно-спасательных мероприятий, возможность обеспечения деятельности пожарных подразделений на объекте защиты должна подтверждаться в документах предварительного планирования действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ, разрабатываемых в установленном порядке.

При разработке СТУ следует предложить разделение Главного здания АСММ на пожарные отсеки с обоснованием принятого разделения в соответствии с условиями соответствия нормативным требованиям с учетом степени огнестойкости здания, класса конструктивной пожарной опасности,

категории здания по взрывопожарной и пожарной опасности, высоты здания, максимально допустимой площади этажа между противопожарными стенами, а также решений по доведению стальных конструкций Главного здания АСММ до требуемых пределов огнестойкости.

В СТУ следует отразить выбор видов и способов противопожарной защиты для пожароопасных помещений зоны контролируемого доступа. При необходимости обосновать проектные решения по параметрам автоматическим установкам пожаротушения с использованием компактной и распыленной воды и газовым огнетушащих составов.

Пожар в зданиях, сооружениях, помещениях АСММ рассматривается как исходное событие или зависимый отказ, являющийся следствием другого исходного события, в результате которых возможен выход из строя всего оборудования, расположенного в пожарной зоне, где возник пожар.

Для поддержания безопасности атомной станции с малым модульным реактором (АСММ) в случае возгораний необходимо оценить воздействие пожаров и их последствий на безопасную остановку и охлаждение реакторной установки, а также на минимизацию и мониторинг радиоактивных выбросов в окружающую среду до ввода энергоблока в эксплуатацию. Требуется провести расчеты индивидуального пожарного риска для Главного корпуса АСММ, при этом допустимое значение риска для персонала внутри здания и на промплощадке не должно превышать 10^{-6} в год. Также необходимо выполнить анализ пожарных рисков, включая оценку безопасности эвакуации людей до момента, когда воздействие опасных факторов пожара может причинить вред их здоровью, с учетом планировки и длины эвакуационных путей, количества, расположения и размеров аварийных выходов, а также других параметров, влияющих на скорость и безопасность эвакуации.

Проектирование зданий, сооружений и помещений АСММ должно соответствовать ГОСТ 12.1.004-91* (ССБТ) как единой системе, объединяющей меры по предотвращению и сдерживанию распространения огня, средства обнаружения и тушения пожаров, а также защиту персонала. Конкретные меры включают раздельное размещение элементов разных каналов безопасности и систем эксплуатации в отдельных пожарных отсеках, ограничение зоны возгорания с помощью огнестойких перегородок и барьеров, а также тушение пожара силами автоматических систем противопожарной защиты, пожарной службы АСММ и подразделений внешней пожарной охраны. В случае совместного размещения элементов разных каналов безопасности в одной зоне должна быть предусмотрена дополнительная защита. Важным элементом системы безопасности является своевременное оповещение персонала о возгорании, организация эвакуации или обеспечение безопасной работы на время, необходимое для стабилизации ситуации. Такой комплексный подход гарантирует соответствие нормам безопасности и минимизацию угроз при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Для помещений, содержащих системы безопасности, при принятой проектом структуре построения системы АПТ и принципах управления ею, тушение пожара в любом из помещений, одного из систем безопасности обеспечивается от двух других систем АПТ. Для обоснования проектных решений и достаточности уровня противопожарной защиты АЭС при проектировании необходим анализ влияния пожаров и их последствий на безопасность АСММ в полном объеме, с использованием детерминистических и вероятностных методов современных расчетов, содержащий качественные и количественные характеристики пожаров, динамику их развития во времени и пространстве, в том числе данные о времени наступления опасных факторов пожара.

Одной из мер по обеспечению противопожарной защиты АСММ является создание пожарных зон с целью предотвращения распространения пожара. Под пожарной зоной понимается помещение (участок помещения), сооружение (участок сооружения), участок промплощадки АСММ, в пределах которых постоянно или периодически, в том числе при нарушении технологического процесса, обращаются горючие вещества и материалы, отделенные от других аналогичных участков безопасными (предельными) расстояниями или противопожарными преградами. Это требование выполняется путем обеспечения соответствующей огнестойкости ограждающих строительных конструкций пожарной зоны при предполагаемом пожаре с любой стороны. Для достижения этой цели применяются также средства активной противопожарной защиты, которые в сочетании с огнестойкостью ограждающих конструкций обеспечивают не распространение пожара другую зону. Для выделения (идентификации) пожарных зон на АСММ предусмотреть следующие мероприятия:

- проведение расчета в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности пожарной нагрузки в помещениях, в которых размещаются системы (элементы) остановка и

расхолаживания реакторной установки, локализации и контроля радиоактивных выбросов в окружающую среду и в помещениях, смежных с ними;

- определение возможных видов пожаров в помещениях, их динамики, безопасных расстояний, противопожарных преград и противопожарных барьеров;
- выбор конструктивного исполнения границ пожарных зон, а также противопожарных, компоновочных и технологических решений, обеспечивающих безопасные расстояния для рассмотренных пожарных зон.

Для обеспечения эффективного функционирования системы предотвращения пожара и учитывая специфику производства для АСММ предусмотрено разделение зданий на пожарные зоны по условиям их ответственности за радиационную и ядерную безопасность, которые подразделяются в соответствии с ПИН АЭ-5.6 на три категории: «Ядерный остров», «Электротехнический корпус» и «Вспомогательные объекты».

Табл. 1. Перечень зданий и сооружений, входящих в пожарную зону «Ядерного острова»

Код по KKS	Наименование
10UJA	Здание реактора
11UKC	Инженерный корпус № 1
12UKC	Инженерный корпус №2
10UKA	Спецкорпус

Для объектов, входящих в пожарную зону «Ядерный остров», предусматривается резервирование всех систем обеспечения пожарной безопасности. Резервирование достигается путем сочетания мер активной и пассивной противопожарной защиты. Установки автоматического пожаротушения относятся к обеспечивающим системам безопасности.

Табл. 2 Перечень зданий и сооружений, входящих в пожарную зону «Электротехнический корпус»

Код по KKS	Наименование
10UMA	Здание турбины
10UAD	Электротехнический корпус
10UAB	КРУЭ 110 кВ
10UBN	Блочная РДЭС

Для объектов, входящих в пожарную зону "Электротехнический корпус" и важных для безопасности, предусматривается повышенный, по сравнению с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности, уровень обеспечения пожарной безопасности. Основу составляет раннее обнаружение пожара и реагирование надлежащим образом подготовленным и оснащенным пожарным формированием АСММ на месте, пожарными подразделениями гарнизона пожарной охраны (включая подразделение пожарной охраны АСММ) и скоординированной комбинацией этих двух сил пожаротушения.

Остальные объекты входят в пожарную зону «Вспомогательные объекты». Для данных объектов предусматривается полное выполнение требований пожарной безопасности, установленные правовыми нормативными документами по пожарной безопасности.

Для тушения возможного пожара АСММ следует предусмотреть устройство отдельной сети противопожарного водоснабжения. Свободный напор в сети противопожарного водопровода должен обеспечивать высоту компактной струи 10 м при максимальном расходе воды на пожаротушение и расположении пожарного ствола на уровне наивысшей точки самого высокого здания.

Размещение АСММ в Арктике должно учитывать реагирование на тундровые пожары. Основные риски от тундровых пожаров будут связаны с доставкой персонала, ведущего вахтовый метод работы, транспортировкой ТУК и доставкой материалов и оборудования необходимых для эксплуатации АСММ. Опасным фактором является задымление, влияющее на работу авиационного, речного, реке автомобильного транспорта. С периодичностью около 60 лет на территории прилегающей к АСММ

следует наблюдать дым от тундровых пожаров, значения которых будет превышать ПДК по взвешенным веществам в 2-2,5 раза. При проектировании мероприятий пожарной безопасности следует рассмотреть ограничения, накладываемые на различные виды транспортировки в период с июня по август.

При организации обеспечения пожарной безопасности на АСММ необходимо применение принципа глубокой противопожарной защиты: организация пожарной охраны с четко определенными индивидуальными обязанностями; программа предупреждения и защиты от пожаров, включающая административные процедуры контроля за горючими материалами и источниками воспламенения; обновление анализа пожарной опасности; контроль за модификациями установок противопожарной защиты; периодическая проверка, техническое обслуживание и испытания всех установленных оборудования и конструкций, обеспечивающих противопожарную защиту (как пассивных, так и активных); программа обеспечения контроля и мониторинга; обучение персонала станции.

Пожаротушение может быть обеспечено надлежащим образом подготовленным и оснащенным пожарным формированием АСММ и силами и средствами гарнизона пожарной охраны, в состав которого входит подразделение пожарной охраны АСММ. На назначенный персонал пожарного формирования АСММ в каждой смене должна быть возложена ответственность за координацию и связь с пожарной охраной установление границ полномочий на месте пожара. Дежурный персонал АСММ должен быть выполнять свои функции даже в тех ситуациях, когда персонал пожарного формирования АСММ выполняет первичное пожаротушение. Обязанности и полномочия персонала пожарного формирования АСММ должны быть задокументированы в плане пожаротушения.

Список использованных источников:

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ. Доступ из системы ГАРАНТ. – URL: <https://base.garant.ru/12148555/> (дата обращения: 10.01.2025).
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. Доступ из системы ГАРАНТ. – URL: <https://base.garant.ru/12161575/> (дата обращения: 10.01.2025).
3. Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики: Т. 2 / под ред. акад. РАН А. А. Саркисова. — М.: Академ-Принт, 2015. — 387 с.: ил. — ISBN 978-5-906324-04-7.
4. Атомные станции малой мощности [Электронный ресурс]: rosatom.ru. Направления деятельности. – URL: <https://www.rosatom.ru> (дата обращения: 10.01.2025).
5. Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа. Правила и нормы в атомной энергетике ПиН АЭ-5.6. Доступ из системы ГАРАНТ. – URL: <https://base.garant.ru/71084464/> (дата обращения: 10.01.2025).
6. Амельчугов С.П., Батуро А.Н., Седов Д.В., Никулин М.А. К вопросу о противопожарной защите атомных станций малой мощности с реакторной установкой РИТМ-200Н в Заполярье // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2023. № 4 (31). С. 160-168.

Статья поступила в редакцию 12.02.2025, одобрена после рецензирования 15.03.2025, принята к публикации 26.03.2025.

The article was submitted 12.02.2025, approved after reviewing 15.03.2025, accepted for publication 26.03.2025.