

Научная статья  
УДК 624.1305.26.03.п.1,2  
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2025.72.44.018

## Особенности обеспечения пожарной безопасности атомных станций малой мощности в арктическом регионе

*Сергей Петрович Амельчугов*

*Иван Юрьевич Сергеев*

*Алексей Николаевич Батуро*

*Анна Владимировна Брот*

*Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия*

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

**Аннотация.** В статье анализируются особенности обеспечения пожарной безопасности атомных станций малой мощности (АСММ), расположенных в экстремальных условиях Арктического региона. Из-за пространственной изоляции объектов, сложных климатических факторов и ограниченного доступа спасательных служб традиционные подходы к противопожарной защите требуют адаптации. Особое внимание уделено разработке специальных технических условий, учитывающих радиационную и ядерную безопасность, а также региональные риски, такие как низкие температуры, снежные заносы и тундровые пожары. Предложены меры по разделению объектов на пожарные зоны, резервированию критически важных систем, применению активных и пассивных средств защиты. Рассмотрены принципы создания единой системы противопожарной защиты, включающей раннее обнаружение возгораний, оперативное реагирование подготовленных формирований и координацию с внешними пожарными подразделениями. Подчеркнута необходимость анализа пожарных рисков через комплексный подход, сочетающий детерминистические и вероятностные методы, для прогнозирования последствий пожаров на ядерных установках. Отдельно выделены требования к обучению персонала, регулярному техническому обслуживанию инфраструктуры и организации эвакуации при сохранении функциональности энергоблоков. Результаты исследования направлены на повышение надежности энергоснабжения в циркумполярных территориях при соблюдении принципов глубокой противопожарной защиты и минимизации угроз для населения и окружающей среды.

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

**Для цитирования:** Амельчугов С.П., Сергеев И.Ю., Батуро А.Н., Брот А.В. Особенности обеспечения пожарной безопасности атомных станций малой мощности в арктическом регионе // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2025. № 2 (37). С. 200-207. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.72.44.018>.

Original article.

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

*Sergey P. Amelchugov*

*Ivan U. Sergeev*

*Alexey N. Baturо*

*Anna V. Brot*

*Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia*

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

**Abstract.** The article analyses the peculiarities of fire safety at small nuclear power plants (SNPPs) located in the extreme conditions of the Arctic region. Due to spatial isolation of facilities, complex climatic factors and limited access of rescue services, traditional approaches to fire protection require adaptation. Special attention is paid to the development of special specifications that take into account radiation and nuclear safety, as well as regional risks such as low temperatures, snow drifts and tundra fires. Measures are proposed for dividing facilities into fire zones, redundancy of critical systems, and the use of active and passive means of defence. The principles of creating a unified fire protection system, including early detection of fires, prompt response of trained formations and coordination with external fire units are considered. The need to analyse fire risks through an integrated approach combining deterministic and probabilistic methods to predict the consequences of fires at nuclear facilities is emphasised. The requirements for personnel training, regular infrastructure maintenance and evacuation organisation while maintaining the functionality of power units are highlighted separately. The results of the research are aimed at improving the reliability of power supply in circumpolar territories while respecting the principles of deep fire protection and minimising threats to the population and the environment.

**Keywords:** fire protection, low-power nuclear power plants, tundra fires

**For citation:** Amelchugov S.P., Sergeev I.U., Baturо A.N., Brot A.V. Features of ensuring fire safety of low-power nuclear power plants in the arctic region // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2025. № 2 (37). С. 200-207. (In Russ.) [https://doi.org/10.34987/ vestnik.sibpsa.2025.77.44.018](https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2025.77.44.018).

Атомные станции малой мощности – оптимальное решение надежного энергообеспечения поселений и объектов, расположенных в циркумполярном регионе [1]. 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 [2].

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 технике из-за снежных переветов 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. Важно учитывать, что в случае возникновения пожара обслуживающий персонал обязан оставаться на своих рабочих местах в течение времени, необходимого для реализации мер по обеспечению безопасности атомной станции малой мощности (АСММ). Это связано с необходимостью предотвращения угроз, способных нанести вред объектам или интересам, охраняемым законодательством Российской Федерации.

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, разработанные для АСММ, являются обязательными к применению документами, гарантирующими выполнение требований действующих технических регламентов. Они включают дополнительные нормы безопасности, которые компенсируют недостающие или не полностью регулируемые аспекты, а также учитывают специфику этапов проектирования, строительства, демонтажа и эксплуатации объектов. СТУ также могут содержать отклонения от общепринятых стандартов, одновременно обеспечивая соответствие положениям Федерального закона № 123-ФЗ «О противопожарной защите» и техническим требованиям, установленным Федеральным законом № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». [3].

Перед началом разработки проектной документации необходимо завершить формирование и согласование Специальных технических условий (СТУ), которые учитывают особенности обеспечения противопожарной защиты объекта и включают в себя комплекс специализированных инженерно-технических и организационных мер по предотвращению и локализации пожаров, разработанных в соответствии с действующими нормами и требованиями.

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. В случае наличия отклонений от требований нормативных документов, касающихся устройства пожарных проездов, подъездов и обеспечения доступа подразделений пожарной охраны к объекту защиты, возможность эффективного выполнения пожарно-спасательных действий должна быть подтверждена в планах предварительного пожаротушения и аварийно-спасательных операций, разрабатываемых в установленном порядке. Данные документы должны содержать обоснование компенсирующих мер, обеспечивающих безопасность персонала и объекта при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

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 [4].

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.

Возникновение пожара в помещениях, зданиях и сооружениях АСММ может трактоваться либо как исходное событие, либо как зависимый отказ, спровоцированный другим первичным событием. В обоих сценариях существует вероятность полного выхода из строя всего оборудования, расположенного в зоне возгорания.

Для обеспечения безопасности АСММ в условиях пожарной опасности необходимо провести анализ влияния возможных пожаров и их последствий на надёжность процессов безопасного останова и расхолаживания реакторной установки, а также на эффективность

систем локализации и контроля радиоактивных выбросов в окружающую среду энергоблока. Указанные исследования должны быть выполнены до начала эксплуатации объекта (до физического пуска энергоблока).

Предусмотреть проведение расчетов индивидуального пожарного риска для Главного здания АСММ. Величина индивидуального пожарного риска в здании и на территории промышленной площадки не должна превышать одну миллионную в год. Предусмотреть выполнение расчетов в составе определения расчетных величин пожарных рисков, подтверждающих условия обеспечения эвакуации людей в безопасную зону до нанесения вреда их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара (расположение, габариты и протяженность путей эвакуации людей, количество, расположение и габариты эвакуационных выходов и т.п.) [5].

Противопожарная защита зданий, сооружений и помещений комплекса АСММ должна быть организована в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования» как единая система, включающая комплекс технических и организационных мер по предотвращению возгорания, ограничению его распространения, обнаружению, ликвидации, а также обеспечению безопасности персонала. Необходимо предусмотреть следующие меры по обеспечению пожарной безопасности:

- оптимальное расположение инфраструктуры, исключая совместное размещение элементов различных систем безопасности (включая каналы) и оборудования, предназначенного для эксплуатации объекта, в одной зоне возможного возгорания;
- ограничение распространения огня внутри зоны за счет использования противопожарных преград и барьеров, соответствующих требованиям пожарной безопасности;
- эффективное тушение пожара с применением специализированных систем противопожарной защиты, пожарных подразделений АСММ, а также ресурсов гарнизона пожарной охраны, включая аварийные силы объекта;
- индивидуальную защиту каналов безопасности, если в зоне находятся компоненты разных систем, с обеспечением автономных мер противопожарной защиты для каждого канала;
- надежное информирование персонала о возгорании, организацию его эвакуации или возможность продолжения работы в условиях чрезвычайной ситуации в течение времени, необходимого для реализации мер, направленных на сохранение безопасности АСММ.

Для помещений, содержащих системы безопасности, при принятой проектом структуре построения системы АПТ и принципах управления ею, тушение пожара в любом из помещений, одного из системы 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 [4,5].

Одной из мер по обеспечению противопожарной защиты АСММ является создание пожарных зон с целью предотвращения распространения пожара. сооружение или участок промплощадки АСММ, где постоянно или периодически, включая аварийные режимы, обращаются горючие вещества и материалы, отделенные от других аналогичных зон безопасными расстояниями или противопожарными преградами, при этом ограждающие строительные конструкции таких зон должны обладать достаточной огнестойкостью для локализации пожара с любой стороны, предотвращения его распространения, обеспечения безопасности персонала и возможности эффективного реагирования аварийных служб. 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:

- выполнение расчёта пожарной нагрузки в помещениях размещения систем (элементов) останова и расхолаживания реакторной установки, а также устройств локализации и контроля радиоактивных выбросов в окружающую среду, с учётом смежных с ними помещений, в соответствии с действующими нормативными документами по пожарной безопасности;
- проведение анализа возможных видов пожаров в помещениях, их динамического развития, а также определение безопасных расстояний между зонами, необходимых параметров противопожарных преград и барьеров, обеспечивающих локализацию возгорания;
- выбор конструктивного исполнения границ пожарных зон, а также противопожарных, компоновочных и технологических решений, обеспечивающих безопасные расстояния для рассмотренных пожарных зон [6,7].

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 [6-8].

**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, расположенных в пожарной зоне «Электротехнический корпус» и относящихся к категории важных для безопасности, должен быть обеспечен повышенный уровень противопожарной защиты, превышающий минимальные требования, установленные нормативными документами по пожарной безопасности. Данный уровень должен определяться проектными решениями и специальными требованиями, направленными на предотвращение распространения пожара, сохранение функциональной устойчивости критических систем и минимизацию рисков аварийных ситуаций. Основу составляет раннее обнаружение пожара и реагирование надлежащим образом, подготовленным и оснащённым 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 которых предусматривается полное выполнение требований пожарной безопасности, установленные нормативно-правовыми документами по пожарной безопасности.

Для тушения возможного пожара АСММ следует предусмотреть устройство отдельной сети противопожарного водоснабжения. Свободный напор в системе противопожарного водопровода должен быть достаточным для обеспечения высоты компактной струи не менее 10 метров при максимальном расчётном расходе воды на тушение пожара, с учётом размещения пожарного ствола на верхней отметке самого высокого здания или сооружения объекта.

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. Одним из опасных факторов пожара является задымление, которое оказывает очень сильное влияние на работу авиационного, речного, реже 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 [9].

При организации обеспечения пожарной безопасности на АСММ необходимо применение принципа глубокой противопожарной защиты, предусматривающего: организацию пожарной охраны с чётко определёнными обязанностями специализированных подразделений; реализацию программы профилактики и защиты, включающей административный контроль за горючими материалами и источниками воспламенения, а также регулярное обновление анализа пожарных рисков; контроль за модификациями систем противопожарной защиты с учётом их влияния на безопасность; периодическое техническое обслуживание, испытания и диагностику всех элементов (активных и пассивных), обеспечивающих противопожарную защиту; внедрение программ мониторинга и оперативного реагирования на угрозы, а также систематическую подготовку персонала, включая тренировки по действиям в условиях пожара и отработку сценариев эвакуации. [10].

Пожаротушение может быть обеспечено надлежащим образом, подготовленным и оснащённым 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 источников**

1. Пименов А.О., Кузьмин И.В., Лаптев Г.П. Атомные станции малой мощности на арктических территориях: вопросы экономической целесообразности и экологической безопасности // Арктика: экология и экономика. – 2019. – № 2. – С. 34.
2. Микеев А.К., Пуцев Д.И., Томилин А.В., Борисов В.Н. Научно-технические разработки ВНИИПО в области обеспечения пожарной безопасности атомных электростанций // Пожарная безопасность. – 2012. – № 2. – С. 89-93.
3. Томилин А.В. Проблемы определения пожарного риска для атомных электростанций / Томилин А.В. // Пожарная безопасность. – 2014. – № 4. – С. 95-101.
4. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ // справочно-правовая система «КонсультантПлюс»: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/). Режим доступа свободный.
5. Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики: Т. 2 / под ред. акад. РАН Саркисова А.А. — М.: Академ-Принт, 2015. — 387 с.: ил. — ISBN 978-5-906324-04-7.

6. Атомные станции малой мощности // РАОС РОСАТОМ: сайт. – URL: <https://rusatom-overseas.com/ru/smr/> (дата обращения: 20.03.2025).
7. Нормы строительного проектирования АС с реакторами различного типа. Правила и нормы в атомной энергетике ПиН АЭ-5.6 // КонсорциумКодекс: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200062964> (дата обращения: 20.03.2025).
8. 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.
9. Микеев А.К., Пуцев Д.И., Томилин А.В., Борисов В.Н. Научно-технические разработки ВНИИПО в области обеспечения пожарной безопасности атомных электростанций // Пожарная безопасность. – 2012. – № 2. – С. 89-93.
10. Соловьев С.Л. Определение основных направлений развития атомных станций малой мощности / Соловьев С.Л., Зарюгин Д.Г., Калякин С.Г. и др. // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2022. – № 1. – С. 22–31.

## References

1. Pimenov A.O., Kuzmin I.V., Laptev G.P. Atomny`e stancii maloj moshhnosti na arkticheskix territoriyax: voprosy` e`konomicheskoy celesoobraznosti i e`kologicheskoy bezopasnosti //Arktika: e`kologiya i e`konomika. – 2019. – №. 2. – S. 34.
2. Makeev A.K., Putsev D.I., Tomilin A.V., Borisov V.N. Scientific and technical developments of VNIPO in the field of fire safety of nuclear power plants // Fire safety. – 2012. – № 2. – pp. 89-93.
3. Tomilin A.V. Problems of the fire risk determination for the nuclear power plants (in Russian) / Tomilin A.V. // Fire safety. – 2014. – № 4. – pp. 95-101.
4. Federal law ‘Technical regulations on the safety of buildings and structures’ from 30.12.2009 № 384 // reference-legal system ‘ConsultantPlus’: website. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/). Access mode is free.
5. Low-power nuclear power plants: a new direction of power engineering development: Vol. 2 / edited by Acad. RAS Sarkisov A.A. RAS Sarkisov A.A. – M.: Akadem-Print, 2015. – 387 p.: ill. - ISBN 978-5-906324-04-7.
6. Nuclear power plants of small capacity // RAOS ROSATOM: website. – URL: <https://rusatom-overseas.com/ru/smr/> (accessed: 20.03.2025).
7. Norms of construction design of nuclear power plants with reactors of different types. Rules and Norms in Nuclear Power Engineering PIN AE-5.6 // ConsortiumCodex: website. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200062964> (accessed: 20.03.2025).
8. Amelchugov S.P., Baturо A.N., Sedov D.V., Nikulin M.A. To the question about the fire protection of the low-power nuclear power plants with the reactor unit RITM-200N in the Polar Region // Siberian Fire and Rescue Bulletin. 2023. № 4 (31). pp. 160-168.
9. Makeev A.K., Putsev D.I., Tomilin A.V., Borisov V.N. Scientific and technical developments of VNIPO in the field of fire safety of nuclear power plants (in Russian) // Fire safety. – 2012. – № 2. – pp. 89-93.
10. Solovёv S.L. Determination of the main directions of the small capacity nuclear power plants development (in Russian) / Solovёv S.L., Zaryugin D.G., Kalyakin S.G. et al. // Izvestia vuzov. Nuclear power engineering. – 2022. – № 1. – pp. 22-31.

## Информация об авторах

С.П. Амельчугов – доктор технических наук

И.Ю. Сергеев – кандидат технических наук

А.Н. Батуро – кандидат технических наук, доцент

## Information about the author

S.P. Amelchugov – Doctor of Technical Sciences

I.U. Sergeyev – Candidate of Technical Sciences

A.N. Baturо – Candidate of Technical Sciences, docent

**Вклад авторов:** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution of the authors:** the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 20.05.2025, одобрена после рецензирования 17.06.2025, принята к публикации 18.06.2025.

The article was submitted 20.05.2025, approved after reviewing 17.06.2025, accepted for publication 18.06.2025.