



Столыпинский
вестник

Научная статья

Original article

УДК 614.8.084

**КАТЕГОРИРОВАНИЕ МАСШТАБОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ И
ИНЦИДЕНТОВ НА РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ В
АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

**SCALE CATEGORIZATION OF THE ACCIDENTS AND INCIDENTS
CONSEQUENCES AT RADIATION-HAZARDOUS FACILITIES IN THE ARCTIC
ZONE**

Наумова Татьяна Евгеньевна, старший научный сотрудник центра «Развития РСЧС» ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий) (121352, Москва, ул. Давыдовская, 7, тел. 8(495)287-73-05, e-mail:emercom-t@yandex.ru, SPIN-код: 3684-7106

Naumova Tatiana Evgenievna, Senior Researcher at the Center “RSChS development” of the Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia" (Federal Center for Science and High Technologies) (7 Davydkovskaya Str., Moscow, 121352, tel. 8(495)287-73-05, e-mail:emercom-t@yandex.ru , SPIN code: 3684-7106

Аннотация. В работе рассматривается проблема функционирования объектов, находящихся в Арктике, деятельность, которых может потенциально повлиять на

эту территорию в течение следующих 10 лет, а также изложена концепция потенциальных рисков, связанных с возникновением чрезвычайных ситуаций в регионе. Арктический регион - это особая территория. Это сосредоточение огромных природных богатств и перспектива экономического развития на значительной малонаселенной территории. Экономическое развитие, освоение этой земли человеком сопряжено с потенциальными техногенными катастрофами, ликвидация которых в специфических арктических условиях является весьма трудным делом. Поэтому главная задача тех, кто работает в регионе – это профилактика и предотвращение чрезвычайных ситуаций.

Abstract. The paper considers the problem of the functioning of facilities located in the Arctic, the activities of which can potentially affect this territory over the next 10 years, and also outlines the concept of potential risks associated with the occurrence of emergencies in the region. The Arctic region is a special territory. This is the concentration of huge natural resources and the prospect of economic development in a significant sparsely populated area. Economic development, human development of this land is associated with potential man-made disasters, the elimination of which in specific Arctic conditions is very difficult. Therefore, the main task of those who work in the region is prevention and prevention of emergency situations.

Ключевые слова: ядерные и радиологические события, арктический регион, аварийная готовность, атомный ледокол, атомная электростанция, чрезвычайная ситуация, малый модульный реактор

Keywords: nuclear and radiological events, Arctic region, emergency preparedness, nuclear icebreaker, nuclear power plant, emergency, small modular reactor

Международная шкала ядерных и радиологических событий

В 1990 году МАГАТЭ внедрило Международную шкалу ядерных и радиологических событий (INES)[1] в качестве инструмента для информирования общественности о значении ядерного или радиологического события для безопасности. Во многих случаях рейтинг INES (от 1 до 7) определяется только

после завершения чрезвычайного события и определения полного понимания его последствий.

МАГАТЭ ввело пять категорий аварийной готовности [2] с определениями, описывающими источник ядерной или радиационной угрозы. Эти категории, которые используются для определения опасностей и потенциальных последствий аварии, обобщены в таблице.

Таблица

Категории, используемые для определения опасностей и потенциальных последствий аварии

Категория	Описание категории
I	Объекты, такие как атомные электростанции, где авария/ инцидент может привести к детерминированным последствиям за пределами объекта и которые могут потребовать предупредительных срочных защитных действий, срочных ранних защитных действий или ранних защитных действий для достижения целей реагирования на чрезвычайные ситуации.
II	Установки, такие как некоторые исследовательские реакторы и ядерные реакторы, используемые на борту морских судов, для которых авария/инцидент может привести к дозам облучения для людей за пределами площадки, которые потребовали бы срочных защитных действий или ранних защитных действий для достижения целей реагирования на чрезвычайные ситуации.
III	Объекты, такие как промышленные установки для облучения или специальные медицинские приборы, для которых авария/инцидент может потребовать защитных действий для достижения целей реагирования на чрезвычайные ситуации за пределами площадки, где было зафиксировано событие.
IV	Действия, которые могут привести к ядерной или радиационной аварийной ситуации, которые могут потребовать защитных действий для достижения целей реагирования на чрезвычайные ситуации в непредвиденном месте.

	Эта категория включает также неразрешенную деятельность, связанную с опасными источниками, полученными незаконно, и разрешенную деятельность, связанную с опасными мобильными источниками, такими, как источники промышленной радиографии или спутники с ядерной энергетической установкой или радиотермальные генераторы.
V	Деятельность, которая может стать загрязненной в результате событий на установках, относящихся к категории угрозы I или II, включая такие установки в других государствах.

Авария на АЭС – Аварийная готовность I категории

Чрезвычайная ситуация возникает в результате потери герметичности ядерного материала после аварии/инцидента на атомной электростанции с последующим рассеиванием ядерного материала в окружающей среде, представляющим прямую угрозу для здоровья человека. Это называется тяжелым несчастным случаем. На сегодняшний день за Полярным кругом находятся две АЭС и обе на территории Российской Федерации - Кольская АЭС близ г. Мурманска и Билибинская АЭС в Чукотском автономном округе. АЭС обладают значительным потенциалом "глубокой защиты" и подлежат строгому надзору и регулированию. Тем не менее, несчастные случаи могут возникать из-за технологических сбоев, человеческих ошибок, стихийных бедствий или других причин.

Радиологические риски, связанные с АЭС, включают в себя множество изотопов, образующихся в процессе деления, а также исходное топливо внутри реактора. Например, радиоактивные осадки после аварии на АЭС "Фукусима-Дайити" (FDNPP) в основном состояли из ^{131}I (период полураспада ($t_{1/2}$) 8,02 дня), ^{137}Cs ($t_{1/2}$ 30 лет) и ^{134}Cs ($t_{1/2}$ 2,06 года). Другие продукты деления, такие как $^{129\text{m}}\text{Te}$ ($t_{1/2}$ 33,6 дней), ^{129}Te ($t_{1/2}$ 69,6 месяцев), ^{136}Cs ($t_{1/2}$ 35 дней), $^{110\text{m}}\text{Ag}$ ($t_{1/2}$ 250 дней), ^{96}Zr ($t_{1/2}$ 64 дня), ^{95}Nb ($t_{1/2}$ 35 дней). Также присутствовали ^{140}Ba ($t_{1/2}$ 12,7 дня) и ^{140}La ($t_{1/2}$ 1,68 дня). Эти изотопы были обнаружены в пределах 300 км от FDNPP [3].

Авария на малом модульном реакторе - Категория аварийной готовности II

Этот сценарий включает аварию на малом модульном реакторе (ММР), который определяется Всемирной ядерной ассоциацией как ядерный реактор, обычно мощностью эквивалентной 300 MW_e или менее, спроектированный по модульной технологии с использованием модульного заводского изготовления, с экономией серийного производства и сокращением сроков строительства [4]. ММР могут быть развернуты как отдельные блоки для мелкомасштабных нужд, так и в виде многоблочных объектов, на которых размещено более одного ММР.

Предлагаемые преимущества морских ММР заключаются в их способности обеспечивать электроэнергией, теплом и услугами по опреснению воды прибрежные районы, острова и архипелаги, а также морские установки. Помимо Российской Федерации, развертывание ММР в отдаленных северных районах также рассматривают Канада и Соединенные Штаты. В Канаде насчитывается 292 отдаленных населенных пунктов, подавляющее большинство из которых питается от дизельных генераторов. Если Канада начнет реализацию проектов с ММР, отдаленные населенные пункты в Лабрадоре, Северном Квебеке, Северном Онтарио, Нунавуте, Северо-Западных территориях и на Юконе могут стать потенциальными площадками для развития чрезвычайного сценария.

Поскольку ММР все еще находятся в стадии разработки для большинства стран на сегодняшний день к счастью никаких происшествий, связанных с ним, не произошло.

Авария на атомном судне – Категория готовности к чрезвычайным ситуациям II

Сценарий аварии на атомном судне предполагает аварию ядерного реактора на борту атомного судна. Ядерный реактор используется для выработки пара, который подается по трубопроводу к турбинам, которые соединяются с редуктором и в конечном итоге вращают вал судна. Атомные суда – это ледоколы, военноморские суда, которые включают в себя подводные лодки и авианосцы.

В настоящее время Россия эксплуатирует четыре атомных ледокола: два с двумя реакторами мощностью 171 МВт - «Ямал» и «50 лет Победы» и два с одним реактором мощностью 135 МВт - "Таймыр" и «Вайгач». В течение следующих 10 лет Россия планирует ввести в эксплуатацию еще восемь ледоколов класса 22220, которые включает "Арктику", "Сибирь", "Урал", а также универсальные атомные ледоколы LK60-4 (Якутия)[5] и LK60-5 (Чукотка). Эти ледоколы также используют два реактора мощностью 175 МВт. Еще одним новым российским проектом является класс "Лидер"[6]. Планируется построить три универсальных двухосадочных атомных ледокола мощностью 120 МВт.

Соединенные Штаты Америки также планировали разрабатывать свой собственный флот атомных ледоколов, но в настоящее время строительство не ведется. ВМС США эксплуатировали девять атомных крейсеров в период с 1961 по 1998 год, но все они в настоящее время списаны.

Строительство атомных ледоколов в ближайшем будущем может начать Китай, в 2018 году был объявлен тендер. Предлагаемый ледокол будет иметь два реактора мощностью 25 МВт[7].

Наибольшую озабоченность в отношении атомных судов вызывает его мобильность т.к. атомно-радиационная чрезвычайная ситуация может произойти в любой точке Арктики с минимальным уведомлением.

Транзитная авария на плавучей атомной электростанции – Категория готовности к чрезвычайным ситуациям II

Этот сценарий предполагает аварию, когда плавучая атомная электростанция перемещается из места ее эксплуатации в соответствующее место для замены отработанного топлива на новое, после чего она возвращается в свое предполагаемое долгосрочное местоположение. Во время переезда авария может произойти в любой точке маршрута. В качестве примера можно привести ПАТЭС «Академик Ломоносов», которая каждые двенадцать лет должна будет перебазироваться в Мурманск для технического обслуживания и полной замены ядерного топлива [8,9,10].

Извлечение активной зоны реактора с морского дна авария – Категория аварийной готовности II

Этот сценарий предполагает аварию, происходящую при извлечении ядерных реакторов из их подводных хранилищ. Большинство реакторов - с затонувших подводных лодок К-11, К-19, К-27, К140 и К-159. [11]

Авария на объекте по хранению отходов – Категория готовности к чрезвычайным ситуациям II

Этот сценарий предполагает аварию на полигоне отработавшего ядерного топлива или радиоактивных отходов, которая может произойти после того, как будет утрачена возможность охлаждения отработавшего топлива в защитных емкостях.

Авария с утечкой медицинских изотопов – Категория готовности к чрезвычайным ситуациям III или IV

Этот инцидент может произойти, когда изотоп находится на пути от производителя в больницу (категория IV) или в больнице, когда с источником обращаются неправильно или он поврежден (категория III).

Авария с бесхозными источниками – Категория готовности к чрезвычайным ситуациям IV

В России произошло несколько инцидентов, связанных с радиоизотопными термоэлектрическими генераторами (РТГ), украденными с маяков в Арктике. В случаях, когда экранирование было нарушено, воры подвергались воздействию высокой радиации, что в некоторых случаях привело к серьезным ожогам и госпитализации.

Все потенциальные сценарии можно оценить как более чем умеренного риска, они требуют превентивных мер и готовности правительства, а также создания потенциала реагирования. Это не требует прекращения деятельности,

создающей риск, или принятия решительных мер для устранения риска, как это было бы в случае деятельности с экстремальным риском.

В случае радиологической/ядерной чрезвычайной ситуации каждое арктическое государство будет затронуто по-разному в пределах своего арктического региона. Отчасти это зависит от размера арктического региона, его социальной, экологической и экономической чувствительности к аварии, количества сообществ, которые могут пострадать, его готовности и способности реагировать на начальный сценарий. Арктическим государствам необходимо своевременно выявлять потенциальные радиологические/ядерные угрозы и информировать о своих усилиях по их предотвращению, обеспечению готовности и реагированию.

Литература

1. ИНЕС Руководство для пользователей международной шкалы ядерных и радиологических событий/ Издание 2008 года подготовлено совместно международным агентством по атомной энергии и ядерной энергии.
2. Готовность и реагирование в случае ядерной или радиационной аварийной ситуации, 2004 STI/PUB/1133 ISBN 92-0-410204-7 ISSN 1020-5845 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1708R_web.pdf
3. Hirose K., Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant Accident: Summary of Regional Radioactive Deposition Monitoring Results, Journal of Environmental Radioactivity, Vol. 111, 2012
4. «Малые модульные реакторы», Журнал «Атомный эксперт» № 2 2019 г. https://atomicexpert.com/small_modular_reactors
5. «Росатом» ожидает закладки еще двух атомных ледоколов «Арктика» в 2022 году. Газета.Ru
6. Атомный ледокол Арктика, проект 22220 – ПАО ЦКБ «Айсберг» <https://iceberg.org.ru/portfolio/ledokol-arktika/>
7. «Китай превращается в ледокольную державу» Авторские статьи. 10.08.2020 https://www.korabel.ru/news/comments/kitay_prevraschaetsya_v_ledokolnuyu_derzhavu.html

8. «Академик Ломоносов ПАТЭС» <http://www.okbm.nnov.ru/russian/lomonosov>
9. Станции и проекты, ПАТЭС <https://rosenergoatom.ru/>
10. Не первый, но единственный! В Мурманск прибыл плавучий атомный энергоблок «Академик Ломоносов». Мурманский вестник 22 мая, 2018 Ягупов Игорь, <https://www.mvestnik.ru/>
11. «Росатом может получить полномочия по очистке Арктики от затонувших объектов с ОЯТ» <https://www.atomic-energy.ru/news/2020/05/13/103587>

References

1. INES User Guide for the International Scale of Nuclear and Radiological Events/ The 2008 edition was prepared jointly by the International Atomic Energy and Nuclear Energy Agency.
2. Preparedness and response in the event of a nuclear or radiation emergency, 2004 STI/PUB/1133 ISBN 92-0-410204-7 ISSN 1020-5845 https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P1708R_web.pdf
3. Hirose K., Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant Accident: Summary of Regional Radioactive Deposition Monitoring Results, Journal of Environmental Radioactivity, Vol. 111, 2012
4. "Small modular reactors", "Atomic Expert" Magazine No. 2, 2019 https://atomicexpert.com/small_modular_reactors
5. Rosatom expects the laying of two more nuclear icebreakers "Arctic" in 2022. Newspaper.Ru
6. Nuclear icebreaker Arctic, project 22220 – PJSC TSKB "Iceberg" <https://iceberg.org.ru/portfolio/ledokol-arktika/>
7. "China is turning into an icebreaking power" Author's articles. 10.08.2020 https://www.korabel.ru/news/comments/kitay_prevraschaetsya_v_ledokolnuyu_de_rzhavu.html
8. "Academician Lomonosov PATHES" <http://www.okbm.nnov.ru/russian/lomonosov>
9. Stations and projects, patents <https://rosenergoatom.ru/>

10. Not the first, but the only one! The floating nuclear power unit "Akademik Lomonosov" has arrived in Murmansk. Murmansk Bulletin May 22, 2018 Igor Yagupov, <https://www.mvestnik.ru/>
11. "Rosatom may receive powers to clean up the Arctic from sunken objects with SNF" <https://www.atomic-energy.ru/news/2020/05/13/103587>

© Наумова Т.Е. 2022 Научный сетевой журнал «СтолЫпинский вестник», №4/2022.

Для цитирования: Наумова Т.Е. КАТЕГОРИРОВАНИЕ МАСШТАБОВ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ И ИНЦИДЕНТОВ НА РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ// Научный сетевой журнал «СтолЫпинский вестник» 4/2022

