РОСАТОМ
МАШИНОСТРОЕНИЕ

Подходы к организации системы аварийной готовности и реагирования при эксплуатации плавучего энергоблока за рубежом

Макарчук Марина Владимировна
Начальник управления регулирования за рубежом и гарантий МАГАТЭ ООО «Росатом Машиностроение».

Цифры говорят сами за себя

200,4 млрд долл. США

портфель зарубежных заказов на весь ЖЦ

5,1 г CO2-экв. /Квт*ч

углеродный след российских АЭС

580 организаций

в контуре управления

~420 000

сотрудников



33,4 млрд долл. США

выручка

35+6 блоков

АЭС БМ и АСММ в портфеле проектов сооружения за рубежом

~120 направлений

бизнеса

62 страны

присутствия по всему миру

Примечание: содержание этой презентации предназначено только для обсуждения, не считается предложением и не приводит к каким-либо обязательствам со стороны Росатома и его дочерних компаний. Росатом не несет ответственности за любые неточности, качество и полноту информации.

Развитие и опыт эксплуатации судовых РУ

ROSATOM

ОК-150	ОК-900 ОК-900А	КЛТ-40М	РИТМ-200	РИТМ-400
				
				
90 МВт	159 МВт	135 – 150 МВт	175 МВт	315 МВт

Выведены из эксплуатации:
а/л «Ленин» (3 РУ ОК-150 / 2 РУ ОК-900),
«Арктика», «Сибирь», «Россия», «Советский Союз» (2 РУ ОК-900А)

В эксплуатации:
а/л «50 лет Победы», «Ямал» (2 РУ ОК-900А);
лихтеровоз «Севморпуть» (1 РУ КЛТ-40);
а/л «Таймыр», «Вайгач» (1 РУ КЛТ-40М);
ПЭБ «Академик Ломоносов» (2 РУ КЛТ-40С);
а/л «Арктика», «Сибирь», «Урал», «Якутия» (2 РУ РИТМ-200)

Строятся:
3 а/л (2 РУ РИТМ-200),
а/л увеличенной мощности (2 РУ РИТМ-400)

Референтный проект ПЭБ «Академик Ломоносов»

- В плавучих энергоблоках используются решения, апробированные на ледоколах
- Проект выполнен в соответствии с нормативной документацией РФ для атомных судов и плавучих сооружений



Характеристики судна:

144 м	длина
22 516 т	водоизмещение
5,6 м	осадка

2 РУ КЛТ-40С



40 лет
Срок службы

2,5-3 лет
Период между перегрузками

0,7
КИУМ

70 МВт
Электрическая мощность

до **146** Гкал/ч
Тепловая мощность

Плавучие энергоблоки для зарубежного рынка

Быстрое решение по генерации и подаче э/э на прибрежные территории

Соглашение о закупке э/э (PPA)*

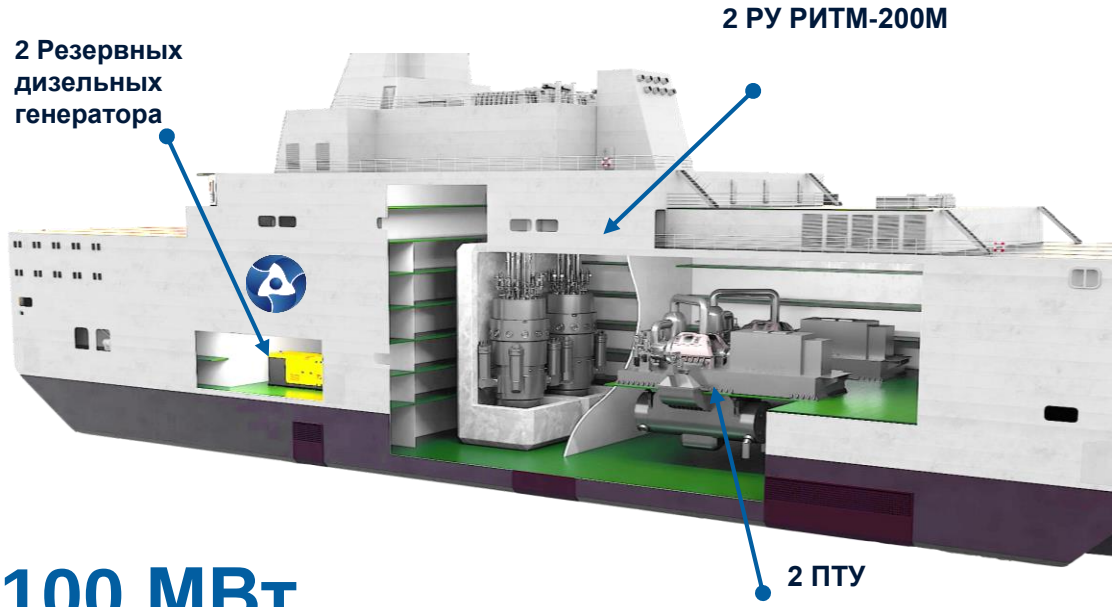
Бизнес-модель **основана на продаже э/э** покупателю

ПРИНЦИП «ЯДЕРНОЙ БАТАРЕЙКИ»

- Непрерывная выработка электроэнергии
- Реализация проекта “под ключ”, готового к подаче электроэнергии заказчику
- Высокопрогнозируемый тариф на электроэнергию сроком 60 лет (с учетом инфляции)
- Значительное сокращение выбросов CO2 и защита местной уникальной среды



ПЭБ – несамоходное судно жесткой швартовки



100 МВт
МОЩНОСТЬ

60 лет
ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

до 7 лет
ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ

ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА **5 лет**

2 ПЭБ в год

* Power Purchase Agreement

Жизненный цикл плавучего энергоблока

Место эксплуатации – «зеленая лужайка»
Отсутствие оборудования для обращения с ядерным топливом как на борту, так и на месте эксплуатации



Транспортировка для обслуживания и перегрузки топлива

Строительство ПЭБ и первая загрузка топлива



Жизненный цикл ПЭБ

60 лет

СТРАНА РАЗМЕЩЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Потребитель в стране размещения

Место эксплуатации

ПОРТ ОТПРАВКИ

Производство электроэнергии на месте эксплуатации (более 5 лет до перезагрузки)

Транспортировка к месту эксплуатации

Обслуживание и перезагрузка

Обращение с радиоактивными отходами

ПЭБ остается в
СОБСТВЕННОСТИ В РФ

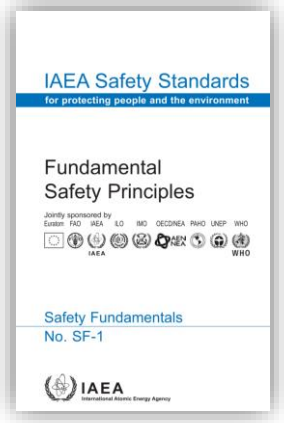
Все операции с **топливом** выполняются только **на специализированном предприятии в РФ**

Цикличная эксплуатация флота ПЭБ -
ПОДМЕННЫЙ БЛОК
приходит на замену на период перегрузки и ремонта

Система аварийной готовности и реагирования

РОСАТОМ
МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Субъект
  - Международные организации
  - Национальные органы и организации, включая ОМС
  - Эксплуатирующая организация
- Объект
  - Жизнь и здоровье людей
  - Имущество, в т.ч. третьих лиц
  - Окружающая среда
- Риски
- Регламентирующие документы
  - Международные
    - Национальные
      - Объектовые

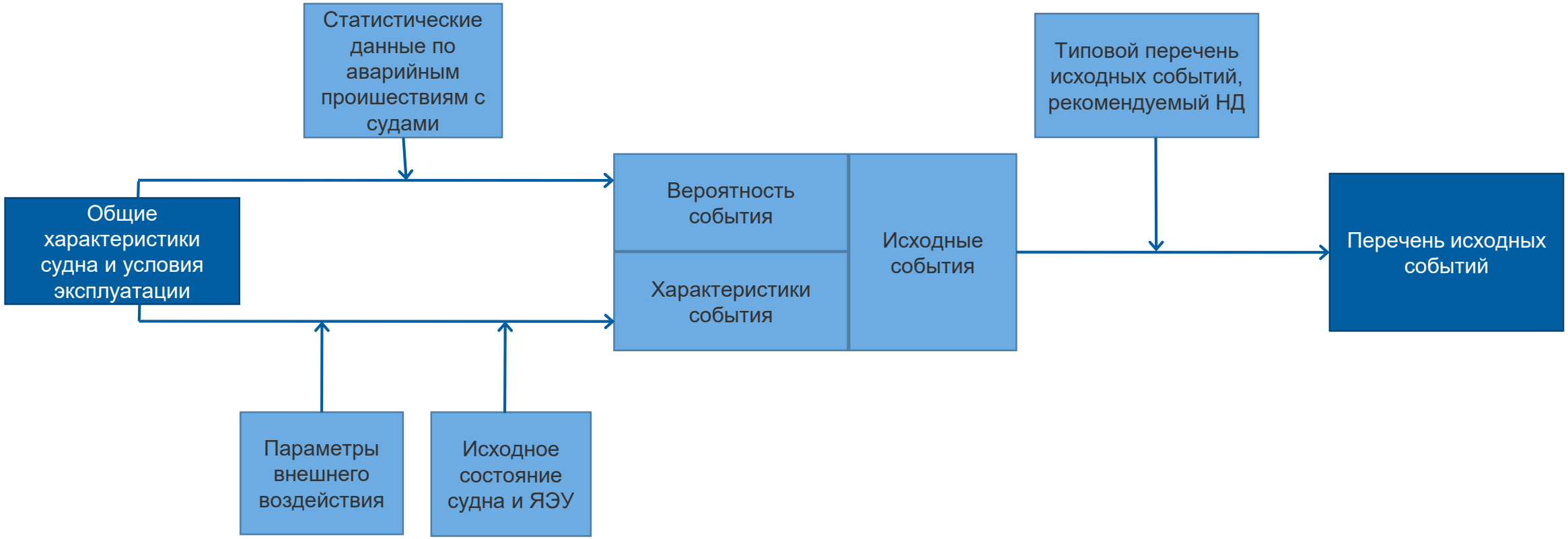


Принцип 8. Предотвращение аварий

Необходимо приложить все практические усилия для предотвращения и смягчения последствий ядерных или радиационных аварий.

Принцип формирования перечня исходных событий

У Российской Федерации имеется серьезный практический опыт в формировании перечней исходных событий, применительно к ядерным судам



При разработке технического проекта проектант ПЭБ анализирует перечни внешних воздействий и определяет события и их последствия для включения в перечень исходных событий, руководствуясь при этом консервативным подходом

Перечень внешних событий НП-023-20

1. Судовые аварии:

- Посадка на мель;
- Столкновение с судном (пирсом) с поступлением воды в энергетические и вспомогательные отсеки;
- Затопление на мелкой воде;
- Затопление на глубокой воде.

2. Ударные волны, вызванные:

- Взрывами на борту судна;
- Деятельностью человека при нахождении судна в порту.

3. Падение вертолета:

- На помещение ЯЭУ;
- На корпусные конструкции судна, содержащие потенциально опасное оборудование (оборудование, работающее под давлением, оборудование, заполненное водородом, кислородом, авиационным топливом).

4. Цунами при стоянке у пирса.

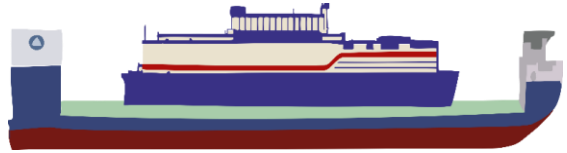
Российская нормативная база учитывает применимые **требования МАГАТЭ**, и, в то же время, она дополнительно адаптирована для морского применения реакторов.

НП-023-20 содержит минимальный перечень рассматриваемых событий, применимый ко всем ядерным судам. Однако для ПЭБ существует отдельный, **расширенный перечень** событий



Перечень исходных событий для ПЭБ

1	Воздействие ветровых нагрузок	-
2	Сейсмическое воздействие	Землетрясение силой 9 баллов по шкале MSK-64
3	Воздействие температур и осадков	-
4	Гидрологические воздействия:	• Течение; • Приливы; • Отливы; • Нагонные явления
5	Цунами	-
6	Посадка на мель	Посадка на мягкий грунт
7	Столкновение с другим судном	• Таран ППТТС с ПЭБ на борту (менее 5 узлов) • Таран ППТТС с ПЭБ на борту (более 5 узлов) • Таран ПЭБ буксиром
8	Опрокидывание	• Ветровые воздействия • Посадка на скалистый грунт с креном • Таран ППТТС с ПЭБ на борту
9	Затопление	• На мелкой воде • На глубокой воде
10	Падение вертолета	Высота падения - 50 м в район реакторного отсека
11	Внешние взрывы	Взрыв хранилища топлива на территории морского терминала
12	Пожары	Возгорание в различных помещениях ПЭБ
13	Взрывы на борту	• Взрыв цистерны сбора протечек чистого топлива резервного дизель-генератора • Взрыв газового баллона при пожаре





Транспортировка ПЭБ на полупогружном тяжелом транспортном судне (ППТТС)

Перечень исходных событий может дополняться и корректироваться в процессе проектирования

Регламентирующие документы

Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии (1986 г.)

Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации (1986 г.)

Международная конвенция по поиску и спасанию на море (1979 г.)

Международная конвенция по охране человеческой жизни на море (СОЛАС, 1974 г.)

Конвенция ООН по морскому праву (1982 г.)

Наименование документа МАГАТЭ	Срок готовности финальной редакции документа МАГАТЭ	Наименование Федеральных норм и правил в области использования атомной энергии
GSR Part 4 (Rev.1) «Оценка безопасности установок и деятельности» - *пункт 2.6, принцип 9 требует определить события, для которых необходимо рассмотреть меры по обеспечению аварийной готовности и реагирования*	2030 год	НП-022-17 «Общие положения обеспечения безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами»
		НП-023-20 «Требования к отчету по обоснованию безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами»
SSR-2/1 (Rev.1) «Безопасность атомных электростанций: проектирование»	2030 год	НП-022-17 «Общие положения обеспечения безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами» НП-029-17 «Правила ядерной безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами» **НП-023-20 «Требования к отчету по обоснованию безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами»**
SSR-1 «Оценка площадки для ядерных установок»	2028 год	НП-023-20 «Требования к отчету по обоснованию безопасности судов и других плавсредств с ядерными реакторами»
GSR, часть 7 «Готовность и аварийное реагирование на ядерную или радиологическую чрезвычайную ситуацию»		**НП-079-18 «Требования к планированию мероприятий по действиям и защите персонала при ядерных и радиационных авариях на судах и других плавсредствах с ядерными реакторами»** НП-088-25 «Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе судов и других плавсредств с ядерными реакторами и судов атомно-технологического обслуживания» Приказ Ростехнадзора от 23.05.2024 № 159 «Об утверждении Методических рекомендаций по оценке проведения противоаварийных тренировок организациями, эксплуатирующими суда и другие плавсредства с ядерными реакторами» **СП 2.6.1.45-03** устанавливает требования для мест базирования ПЭБ **СП 2.6.1.01.-04** устанавливает требования ко всем ядерным судам, заходящим в порты

ПРЕДЛАГАЕМАЯ МОДЕЛЬ.
Защитное зонирование

РОСАТОМ
МАШИНОСТРОЕНИЕ

Место базирования ПЭБ[1] должно обеспечивать возможность реализации защитных мер, которые могут потребоваться при проектных и запроектных авариях.

Вокруг места базирования или по его границам должна устанавливаться санитарно-защитная зона и зона планирования защитных мероприятий. Структура зон АГР будет определяться в соответствии с пересмотренной и актуализированной нормативной документацией страны-заказчика.

При этом важным условием будет стремление к следующему подходу:

- граница СЗЗ – проходит по борту судна;
- граница ЗПЗМ – удалена не более чем на 3 км от места базирования.

В целом, структура и размеры защитных зон должны быть установлены в соответствие с требованиями стандарта безопасности МАГАТЭ GSR Part 7.

В месте базирования будет осуществляться непрерывный радиационный контроль на основе стационарных автоматизированных установок.



Структура зон аварийного реагирования

[1] Перечень портов для захода атомных судов определен законодательно (Распоряжение Правительства РФ от 06.01.1997 № 14-р «О Перечне морских портов Российской Федерации, в которые разрешаются заходы судов и иных плавсредств с ядерными энергетическими установками и радиационными источниками»). Порядок захода, стоянки и действий в случае аварий на любых плавсредствах с ядерными реакторами для каждого порта в отдельности прописан в обязательных постановлениях данного порта.

ПРЕДЛАГАЕМАЯ МОДЕЛЬ.
Аварийное планирование

- ПЭБ-100 будет иметь свой собственный план мероприятий по действиям и защите персонала и населения, составленный в соответствие с нормативной документацией РФ[1].
- Место базирования также должно иметь план мероприятий по действиям и защите персонала и населения, который должен быть согласован с планом ПЭБ-100. Для разработки плана места базирования, согласованного с планом ПЭБ предполагается привлечь компетентную организацию страны-заказчика.
- План АГР согласовывается с компетентными органами и организациями страны-заказчика, местными региональными властями, а также местными органами пожарной охраны, службой скорой помощи и полиции и предоставляется в пакете документов для получения лицензии на эксплуатацию.
- План мероприятий реализуется в случае принятия решения об объявлении состояния «Аварийная готовность», а также при воздействии факторов природного и техногенного характера, подпадающих под критерии чрезвычайной ситуации, при угрозе и проведении террористического акта, и предусматривает организационно-технические меры по ограничению выхода радиоактивных веществ и (или) ионизирующих излучений за предусмотренные проектом границы в количествах, могущих привести к облучению экипажа ПЭБ и населения выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.
- План регулирует взаимодействие персонала ПЭБ с системой предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций страны-заказчика.
- На стадиях аварии осуществляется контроль радиационной обстановки и контроль внешнего и внутреннего облучения персонала и населения. При этом осуществляется оперативная оценка радиационной обстановки перед началом проведения аварийных работ и защитных мероприятий, оценка выполнения аварийных работ и оценка соблюдения установленных пределов аварийных доз облучения и степени радиоактивного загрязнения рабочих помещений и оборудования, территории и акватории после завершения мероприятий по их реабилитации.

[1] *Согласно СП 2.6.1.01-04 аварийный план порта захода атомного судна должен быть согласован с аварийныйм планом атомного судна. Также в порту обязательно наличие Службы радиационной безопасности и технических средств для локализации и ликвидации последствий аварий в порту.*

ПРЕДЛАГАЕМАЯ МОДЕЛЬ.
Аварийное планирование

Надежность профессиональной деятельности персонала, обеспечивающая снижение вероятности аварий за счет человеческого фактора, будет повышаться с помощью таких мероприятий, как:

- профессиональный отбор персонала;
- профессиональная подготовка и переподготовка персонала;
- изучение аварийных ситуаций и аварий судовых реакторных установок с водо-водяными реакторами;
- тренировка и предварительная отработка предстоящих операций на макетах и учебных стендах;
- выполнение при проектировании психофизиологических и инженерно-психологических требований к средствам отображения информации, органам управления оборудованием и пультам управления операторов;
- поддержание в установленных пределах факторов рабочей среды (микроклимата, шума, вибрации и т.д.);
- систематический психофизиологический и медицинский контроль персонала;
- оптимизация режимов труда и отдыха персонала.

Защита персонала и населения от воздействия ионизирующих излучений в случае радиационных аварий должна быть обеспечена:

- системой радиационно-гигиенического зонирования;
- системой санитарно-пропускного режима;
- работоспособностью средств радиационного контроля в условиях прохождения аварии;
- разработкой плана мероприятий по ограничению и ликвидации последствий радиационных аварий;
- тренировками персонала по выполнению аварийных мероприятий и, как следствие, слаженными действиями во время аварии.

Масштаб тренировок, количество и возможности оборудования, аспекты взаимодействия и мониторинга должны быть определены в соответствие с дифференцированным подходом, установленным в стандарте МАГАТЭ GSR Part 7.

ПРЕДЛАГАЕМАЯ МОДЕЛЬ.
Взаимодействие с общественностью

Создание центра информирования населения по аварийному реагированию – специализированного пункта, в котором должна быть опубликована информация по:

- мерам, предпринимаемым на ПЭБ в случае аварии;
- зонам планирования защитных мероприятий;
- мерам, которые необходимо принять населению при получении сигналов опасности;
- каналам связи, по которым населению будет сообщаться вся необходимая информация об обстановке;
- актуальным замерам радиационного фона в месте базирования.

Центр также может быть реализован в виде интернет-портала с интерактивными элементами и общей информацией о станции.

Информирование общественности и СМИ происходит следующим образом:

- подготовку сообщений для СМИ и общественности осуществляет Эксплуатирующая организация.
- для обеспечения информационного взаимодействия с общественностью используются узлы связи ПЭБ.
- подготовка информационных материалов в виде сообщений (пресс-релизов и т.п.) осуществляется на основе информационных материалов, поступающих и комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности ПЭБ.
- согласование информации о прогнозируемых или возникших чрезвычайных ситуациях, вызвавших широкий общественный резонанс, осуществляется лицами, уполномоченными на данный вид деятельности
- осуществляется подготовка информационных сообщений и размещение их на интернет портале ЭО (эксплуатирующей организации)
- классифицирование событий, происходящих на объектах осуществляется с использованием шкалы ИНЕС.
- осуществляется подготовка и распространение информационных сообщений для широкого круга СМИ, включая публикацию инструкций и рекомендаций населению.
- поддержание информационной связи и координация с органами власти, участвующих в реагирование на событие.
- ответы на внешние телефонные звонки представителей СМИ и граждан, включая организацию «горячей телефонной линии».

ПРЕДЛАГАЕМАЯ МОДЕЛЬ.
Взаимодействие с общественностью



Сокрытие, несвоевременное представление либо предоставление должностными лицами заведомо ложной информации в области защиты населения и территорий при чрезвычайных ситуациях недопустимо.

Состав обязательной информации, предоставляемой общественности и представителям СМИ:

- основная информация о радиоактивном излучении (время возникновения и вид ЧС);
- рекомендации населению по защите от радиационного воздействия;
- разъяснение положения Международной шкалы ядерных событий;
- общая характеристика филиала (основные направления деятельности в области использования атомной энергии, местонахождение и характеристика потенциальной опасности объекта);
- данные, позволяющие связаться с руководящим или контактным лицом аварийного объекта.

ПРЕДЛАГАЕМАЯ МОДЕЛЬ.
Готовность внутренних и внешних служб

Помимо «общественного» центра, в месте базирования будет создан аварийный центр, вступающий в работу при получении сигнала «Аварийная готовность»
Связь между берегом и судном будет организована по нескольким каналам связи:

- проводная телефонная
- спутниковая (основная и резервная)

На всех зданиях и сооружениях оборудована система оповещения, на путях эвакуации стандартные указатели направления эвакуации.
При обнаружении нарушений пределов условий безопасной эксплуатации должно быть принято решение об объявлении состояния «Аварийная готовность», решение доведено до персонала площадки, а по телефону проинформированы:

- Орган регулирования страны размещения ПЭБ;
- местные службы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;
- эксплуатирующая организация;
- Госкорпорация «Росатом».

Медицинский пункт сбора пострадавших при аварии должен быть организован в непосредственной близости от площадки и укомплектован всеми необходимыми средствами и оборудованием для оказания помощи пострадавшим.
Медицинские пункты близлежащих районов также должны быть укомплектованы всеми необходимыми средствами и оборудованием для оказания помощи пострадавшим.

Противопожарное обеспечение организуется отделом пожарной безопасности ПЭБ и местными силами пожарной безопасности.

Место базирования должно быть готово к приему и эксплуатации ПЭБ организационно и технически.

В месте базирования должны быть сформированы аварийные группы по предупреждению и ликвидации ЧС (чрезвычайных ситуаций), оснащенные средствами борьбы с ЧС. Также должен быть предусмотрен аварийный запас СИЗ (средств индивидуальной защиты).

Заключение

Создание эффективной системы аварийной готовности и реагирования является важным аспектом обеспечения безопасности ПЭБ при эксплуатации за рубежом.

Эффективная система аварийной готовности и реагирования способствует росту уровня общественной приемлемости проекта ПЭБ.

У Российской Федерации есть обширный опыт в аварийном планировании и реагировании в отношении ядерных судов и портов, который можно использовать на международном уровне

Требуется совершенствование нормативной правовой базы Российской Федерации и государства – Заказчика ПЭБ.

При развитии системы аварийной готовности и реагирования важным аспектом является применение и адаптация имеющегося опыта Госкорпорации «Росатом» и органа регулирования ядерной безопасности по реализации зарубежных проектов.

Отдельные вопросы аварийного планирования в месте эксплуатации и на территории стран транзита могут быть решены в межправительственных соглашениях по реализации проекта плавучего энергоблока.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Макарчук Марина Владимировна

Начальник Управления регулирования за рубежом и гарантий МАГАТЭ ООО «Росатом Машиностроение»

Тел.: +7 495 668 2093, доб.1541
Моб.тел.: +7 926 170 88 38
E-mail: MarVMakarchuk@rosatom.ru