

*Руководство по радиационной
защите при авариях ядерных
реакторов*

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
МАГАТЭ

Февраль 1998

ПРЕДИСЛОВИЕ

Незамедлительная и адекватная оценка последствий аварии является одним из наиболее важных аспектов реагирования в случае ядерной аварии. Для принятия срочных решений о проведении эффективных защитных мероприятий в случае ядерной аварии необходимо использовать всю информацию, которую можно получить на территории станции и за ее пределами. Оценку аварии необходимо проводить динамично, с периодическим повторением ряда этапов. Следует пересматривать результаты оценки по мере получения более полной и детальной информации о ситуации.

В данном руководстве представлены методики, инструкции и данные, необходимые для оценки последствий аварии на АЭС на всех этапах аварийной ситуации: до выброса радиоактивных материалов, в процессе выброса и после него. Документ может быть использован группами реагирования как на станции, так и вне ее, для оценки последствий аварии и принятия решений о проведении защитных мероприятий в отношении персонала станции, аварийных рабочих и населения.

Область применения руководства ограничена технической оценкой последствий радиационной аварии. В документе не отражены вопросы инфраструктуры аварийного реагирования, руководства оценкой аварии (отчеты, квалификация персонала, практическое осуществление инструкций). Указанные вопросы отражены в других документах МАГАТЭ, в том числе в документах *Методика подготовки к реагированию на ядерные или радиационные аварии (IAEA-TECDOC-953)*, *Критерии вмешательства в случае ядерной или радиационной аварии (Safety Series No.109)*.

Модели, данные и инструкции, содержащиеся в данном отчете, используются в учебных курсах. Если при этом выяснится необходимость коррекции документа, она будет внесена в его последующий версии.

В документе используется ряд допущений при описании проектных конструкций, практики эксплуатации АЭС и системы радиационной защиты. В связи с этим, при аварийном планировании рекомендуется внимательно изучить содержание документа и внести свои уточнения, чтобы приспособить его к местным условиям, возможным видам аварий, национальным критериям принятия решений.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
РАЗДЕЛ О: ДЕЙСТВИЯ РУКОВОДИТЕЛЯ ОЦЕНКИ АВАРИИ	13
О1 Управление оценкой последствий аварии	15
РАЗДЕЛ А: ДЕЙСТВИЯ ОТВЕТСТВЕННОГО ЗА ОЦЕНКУ СОСТОЯНИЯ СТАНЦИИ	19
А0 Обзор оценки состояния станции	21
А1 Классификация аварии	22
А2 Оценка повреждения активной зоны или отработанного топлива	48
А2а Оценка повреждения активной зоны по продолжительности времени, в течение которого активная зона оставалась не покрытой водой	49
А2б Оценка повреждения активной зоны на основании уровней радиации в защитной оболочке	52
А2в Оценка повреждения активной зоны на основании концентраций изотопов в теплоносителе	61
А2г Оценка повреждения отработанного топлива	65
А3 Оценка путей и условий выброса	66
РАЗДЕЛ Б: ДЕЙСТВИЯ ОТВЕТСТВЕННОГО ЗА ЗАЩИТУ НАСЕЛЕНИЯ	71
Б1 Оценка защитных мероприятий для населения	73
РАЗДЕЛ В: ДЕЙСТВИЯ ОТВЕТСТВЕННОГО ЗА РАДИАЦИОННУЮ ЗАЩИТУ ПЕРСОНАЛА	83
В1 Руководство по радиационной защите аварийных рабочих	85
РАЗДЕЛ Г: ДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИСТА ПО МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	87
Г1 Оценка радиоактивного загрязнения окружающей среды	89
РАЗДЕЛ Д: ДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИСТА ПО РАДИАЦИОННОМУ ПРОГНОЗУ	93
Д0 Обзор задач радиационного прогноза	95
Д1 Протяженность территорий срочных защитных мероприятий: на основании состояния станции	97
Д1а Выброс из защитной оболочки	98
Д1б Выброс через байпас в сухих условиях	103
Д1в Выброс через байпас во влажных условиях	106
Д1г Выброс из бассейна отработанного топлива	109
Д2 Протяженность территорий срочных защитных мероприятий: на основании значений МЭД в факеле	111
Д3 Протяженность территорий срочных защитных мероприятий: на основании значений МЭД от выпадений	113
РАЗДЕЛ Е: ДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИСТА ПО АНАЛИЗУ ПРОБ	117
Е0 Обзор задач по анализу проб	119
Е1 Пересмотр ДУВ при облучении от облака и допустимых доз облучения аварийных рабочих	120
Е2 Пересмотр ДУВ при облучении от выпадений для проведения переселения	125
Е3 Пересмотр ДУВ по ограничению потребления пищевых продуктов на основании плотности загрязнения почвы I-131 и Cs-137	131
Е4 Расчет концентрации радионуклидов в пищевых продуктах	134
Е5 Оценка необходимости ограничения потребления пищевых продуктов и пересмотр ДУВ	142

Таблица О1	Последовательность оценки аварии	17
Таблица А1	Классификация аварий реакторов в рабочем режиме и режиме горячей остановки	23
Таблица А2	Классификация аварий и аварийных состояний реакторов в режимах холодной остановки или перегрузки топлива	35
Таблица А3	Степень повреждения активной зоны в зависимости от времени, в течение которого она остается непокрытой водой	51
Таблица А4	Нормированные показания монитора	53
Таблица А5	Базовые концентрации изотопов в теплоносителе для PWR	63
Таблица А6	Базовые концентрации изотопов в теплоносителе для BWR	64
Таблица А7	Руководство по оценке пути выброса	67
Таблица А8	Руководство по определению условий выброса в атмосферу	68
Таблица А9	Руководство по определению мощности выброса	69
Таблица Б1	Защитные мероприятия на основании классификации аварии	75
Таблица Б2	Защитные мероприятия для населения на основании результатов прогнозирования и измерений в факеле	76
Таблица Б3	Защитные мероприятия для населения на основании измерений МЭД, уровней выпадения радионуклидов и их концентрации в пищевых продуктах	77
Таблица Б4	Установленные (по умолчанию) действующие уровни вмешательства	78
Таблица Б5	Рекомендуемые размеры зон защитных мероприятий	81
Таблица В1	Дозовые рекомендации по возвращению аварийных рабочих, выраженные в единицах накопленной дозы внешнего гамма-излучения	86
Таблица Г1	Очередность проведения мониторинга окружающей среды	90
Таблица Е1	Коэффициенты перехода от концентрации радионуклидов в воздухе к мощности дозы при ингаляции	123
Таблица Е2	Общие уровни вмешательства, рекомендуемые МАГАТЭ для проведения неотложных защитных мероприятий	126
Таблица Е3	Общие уровни вмешательства для временного переселения и переселения на постоянное жительство, рекомендуемые МАГАТЭ	127
Таблица Е4	Коэффициенты экранирования для гамма-излучения выпадений	127
Таблица Е5	Коэффициенты перехода к эквивалентной дозе и мощности дозы при облучении от загрязненной радионуклидами почвы	128
Таблица Е6	Общие уровни действия для пищевых продуктов, рекомендуемые МАГАТЭ	133
Таблица Е7	Коэффициент пересчета концентрации радионуклидов в молоке	135
Таблица Е8	Коэффициент уменьшения содержания радионуклидов при переработке пищевых продуктов	137
Таблица Е9	Уровни общих эффективных доз облучения аварийных рабочих, рекомендуемые МАГАТЭ	141
Рисунок О1	Структура организации оценки ситуации	16
Рисунок А1	Запас кипения - Кривая насыщения	46
Рисунок А2	Требуемая инжекция теплоносителя для замещения потери воды вследствие кипения при остаточном тепловыделении для реактора мощностью 3000МВт(th)	47
Рисунок А3	Монитор защитной оболочки большого реактора PWR	54
Рисунок А4	Монитор защитной оболочки реактора BWR Марки I и II, сухой колодец	55
Рисунок А5	Монитор защитной оболочки реактора BWR Марки I и II, мокрый колодец	56
Рисунок А6	Монитор защитной оболочки реактора BWR Марки III, сухой колодец	57
Рисунок А7	Монитор защитной оболочки реактора BWR Марки III, мокрый колодец	58
Рисунок А8	Монитор защитной оболочки реактора ВВЭР-230	59
Рисунок А9	Монитор защитной оболочки реактора ВВЭР-213	60

Рисунок Д1	Выброс из защитной оболочки: Выброс летучих продуктов деления - Без осадков	99
Рисунок Д2	Выброс из защитной оболочки: Выброс летучих продуктов деления - Осадки	100
Рисунок Д3	Выброс из защитной оболочки: Расплавление активной зоны - Без осадков	101
Рисунок Д4	Выброс из защитной оболочки: Расплавление активной зоны- Осадки . .	102
Рисунок Д5	Выброс в обход защитной оболочки в сухих условиях: Выброс летучих продуктов деления	104
Рисунок Д6	Выброс в обход защитной оболочки в сухих условиях: Расплавление активной зоны	105
Рисунок Д7	Выброс в обход защитной оболочки во влажных условиях- Нормальный теплоноситель и пиковая концентрация	107
Рисунок Д8	Выброс в обход защитной оболочки во влажных условиях: Выброс летучих продуктов деления и Расплавление активной зоны	108
Рисунок Д9	Выброс из бассейна отработанного топлива: Выброс летучих продуктов деления	110
Рисунок Д10	Измеренные значения МЭД на расстоянии 1-2 км от станции	112
КАРТЫ		145
Карта О1	Распределение обязанностей в организации реагирования	147
Карта А1	Оценка состояния станции	148
Карта Б1	Карта эвакуации, блокирования щитовидной железы, укрытия и переселения	149
Карта Б2	Карта ограничения потребления пищевых продуктов	150
Карта Г1	Значения МЭД вокруг станции	151
Карта Г2	Карта значений МЭД в ближней зоне станции	152
Карта Г3	Карта значений МЭД в дальней зоне станции	153
Карта Г4	Результаты анализа проб воздуха	154
Карта Г5	Карта выпадений изотопа-маркера в ближней зоне станции	155
Карта Г6	Карта выпадений изотопа-маркера в дальней зоне станции	156
Карта Г7	Результаты анализа состава выпадений	157
Карта Г8	Результаты анализа пищевых продуктов	158
Карта Д1	Прогнозируемые расстояния для проведения защитных мероприятий . .	159
Карта Е1	Пересмотр ДУВ1 и ДУВ 2 облучения от факела и допустимых доз облучения аварийных рабочих	160
Карта Е2	Пересмотр ДУВ 4 облучения от выпадений	161
Карта Е3	Оценка необходимости ограничения потребления продуктов и пересмотр ДУВ 6 и ДУВ 7	162
Карта Е4	Оценка необходимости ограничения потребления продуктов и пересмотр ДУВ 8 и ДУВ 9	163

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1	Допущения	167
Таблица IA	Коэффициент перехода радионуклида в молоко из рациона коров	172
Таблица IB	Концентрации радионуклидов в теплоносителе, характерные для PWR	175
Таблица IB	Концентрации радионуклидов в теплоносителе, характерные для BWR	176
Таблица IG	Содержание продуктов деления в активной зоне реактора (FPI)	178
Таблица ID	Доли выброса из активной зоны (CRF)	180
Таблица IE	Коэффициент технического снижения выброса аэрозолей/частиц (RDF)	181
Таблица IЖ	Коэффициент естественного снижения выброса аэрозолей/частиц (RDF)	182
Таблица IЗ	Доли выброса (EF)	183
Рисунок	Значения МЭД для временного переселения при аварии с расплавлением активной зоны реактора	170
Приложение 2	Описание модели InterRAS	187
Приложение 3	Прогноз доз облучения	215
Таблица IIIA	Коэффициент перехода к дозе от поступления радионуклидов с пищей (e(g))	220
Приложение 4	Характеристики распада радионуклидов	223
ОБОЗНАЧЕНИЯ		231
ЛИТЕРАТУРА		235
ГЛОССАРИЙ		239
УЧАСТНИКИ ПРОЦЕССОВ СОСТАВЛЕНИЯ И РАССМОТРЕНИЯ		251

ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящего документа является представление практических рекомендаций и средств для оценки аварии, которые, при внедрении в настоящее время, обеспечат базовую способность проведения оценки, что необходимо в случае серьезной аварии на АЭС.

- (а) Необходимо рассмотреть и скорректировать представленные в документе материалы в соответствии с вероятными для данной страны типами аварий на реакторах, местными условиями, государственными критериями и другими специфическими для данной страны характеристиками
- (б) Содержание Документа соответствует международным рекомендациям [IAEA 94, IAEA 96]. **В связи с этим, дополнительный консерватизм в процессе реагирования может привести к увеличению общего риска для населения и аварийных рабочих**
- (в) Документ предназначен для использования в течение первых 30 дней реагирования. После окончания указанного периода в распоряжении реагирующих будет больше времени и средств для проведения углубленной оценки ситуации с учетом характеристик и параметров конкретной аварии
- (г) К использованию документа на практике должен допускаться персонал, изучивший его и участвовавший в практических занятиях
- (д) В инструкциях представлена общая последовательность действий, в которой они должны выполняться. Однако, в конкретной ситуации возможна и иная последовательность. В связи с этим, рекомендуется полностью прочитать каждую инструкцию полностью перед ее использованием
- (е) Все инструкции сгруппированы в разделы в соответствии со структурой организации реагирования в аварийной ситуации, представленной на Рисунке 01 Инструкции 01
- (ж) На Рисунке 1 Введения представлен обзор процесса оценки аварии. С помощью этого рисунка можно быстро найти в документе необходимую инструкцию или конкретную информацию.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В документе представлены технические инструкции для определения необходимых защитных мероприятий среди населения, а также для ограничения облучения аварийных рабочих в случае аварий ядерных реакторов. Эти инструкции включают классификацию аварии, прогнозирование последствий, мониторинг окружающей среды и интерпретацию результатов мониторинга, принятие решений о проведении защитных мероприятий среди населения и контролю доз аварийных рабочих. Кроме того, в документе представлена рекомендуемая организационная структура для максимально эффективного осуществления аварийных работ.

Документ разработан для использования в случаях аварий на реакторах с легководным теплоносителем (LWR). В связи с этим, рекомендуется скорректировать таблицы и рисунки для оценки аварий на других типах реакторов.

В документе не представлена информация по таким важным вопросам аварийного реагирования, как активизация реагирования, осуществление защитных мероприятий или контроль повреждения на станции. Рекомендации по указанным вопросам содержатся в IAEA 97.

ЦЕЛИ АВАРИЙНОГО РЕАГИРОВАНИЯ

Целями аварийного реагирования являются:

- (а) Предотвращение детерминированных эффектов облучения (гибели или поражения) путем:
 - ю Проведения защитных мероприятий до или сразу после мощного выброса или облучения вследствие аварийного повреждения активной зоны реактора;
 - ю Недопущения облучения населения и аварийных рабочих в дозах, превышающих пороговые для развития детерминированных эффектов.
- (б) Уменьшение риска стохастических эффектов облучения (преимущественно, рака и тяжелых генетических эффектов) путем:
 - ю Осуществления защитных мероприятий в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ [IAEA96].
 - ю Недопущения облучения аварийных рабочих в дозах, превышающих рекомендуемые пределы МАГАТЭ [IAEA96].

Для предотвращения детерминированных эффектов облучения необходимо осуществить защитные мероприятия перед выбросом или сразу после выброса. Решение о проведении немедленных действий принимается на основании оценки состояния станции, а затем уточняется на основании измерений в окружающей среде. Для уменьшения риска стохастических эффектов решение о проведении защитных мероприятий принимают на основании уровней мощности дозы и содержания радионуклидов в пробах окружающей среды. Сбор и анализ проб осуществляется для оценки безопасности использования пищевых продуктов, молока и питьевой воды на территориях, где уровни мощности дозы и плотности загрязнения территории свидетельствуют о возможной потребности в ограничении их потребления. Кроме того, результаты анализа проб используются для переоценки действующих уровней вмешательства (ДУВ), на основании которых принимаются решения о проведении защитных мероприятий.

ОБЩИЙ ПОДХОД

Для того, чтобы неотложные защитные мероприятия были эффективными, они должны быть проведены до выброса или сразу после него. Время для совещаний, детальных расчетов и других длительных процедур отсутствует. К тому же, развитие тяжелых аварий до сих пор не вполне ясно, и поэтому на их ранней стадии недостаточно надежной информации для принятия решений. Поэтому общий подход в данном Руководстве состоит в том, чтобы процедура оценки была простой, но эффективной.

В данном руководстве представлены критерии, которые:

- (а) разработаны заранее, что позволяет принимать немедленные решения,
- (б) могут быть измерены с помощью имеющихся в наличии приборов,
- (в) просты в использовании, и в то же время эффективны,
- (г) основаны на анализе последствий серьезных аварий и на международных рекомендациях.

В руководстве представлен процесс оценки аварии (см. Рисунок 1), результатом которого является принятие решений о проведении защитных мероприятий с учетом данных о состоянии станции и результатов мониторинга окружающей среды в течение всего аварийного периода. Состояние станции для определения риска и параметров потенциального выброса оценивается с использованием данных мониторов пульта управления станции и других доступных показателей. Результаты мониторинга окружающей среды оцениваются посредством использования действующих уровней вмешательства (ДУВ), которые даны в величинах, доступных прямым измерениям на

месте. Установленные (по умолчанию) значения ДУВ рассчитаны заранее на основании характеристик серьезных аварий реакторов. Эти значения используются для оценки результатов мониторинга окружающей среды и принятия решений о проведении неотложных защитных мероприятий до получения репрезентативных данных анализа проб окружающей среды для переоценки ДУВ. Описанный подход позволяет быстро оценивать данные и принимать незамедлительные решения о проведении необходимых контрмер.

СТРУКТУРА ДОКУМЕНТА

Руководство состоит из разделов в соответствии с используемой структурой организации оценки аварийной ситуации и в последовательности наиболее вероятного их применения на практике. Каждый раздел содержит самостоятельные методики. Каждый раздел начинается с обзора решаемых задач, за которым следуют подробные инструкции по их решению.

Для того, чтобы быстро найти необходимую информацию в данном руководстве, можно использовать три способа:

- ю Рисунок 1 (процесс оценки аварии),
- ю Рисунок 01 (организация оценки аварии)
- ю Содержание



РИСУНОК 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ АВАРИИ.

**РАЗДЕЛ О
ДЕЙСТВИЯ РУКОВОДИТЕЛЯ
ОЦЕНКИ АВАРИИ**

ВНИМАНИЕ: инструкции в этом разделе должны быть уточнены в соответствии с местными условиями и особенностями реактора

<i>Выполняется:</i> <i>Руководителем</i> <i>Оценки Аварии</i>	ИНСТРУКЦИЯ 01	<i>Стр. 1 из 4</i>
	УПРАВЛЕНИЕ ОЦЕНКОЙ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ	

Цель

Организовать управление оценкой аварии для выработки рекомендаций по защите населения и ограничению облучения аварийных рабочих.

Обсуждение

Для предотвращения детерминированных эффектов облучения необходимо осуществить защитные мероприятия перед выбросом или сразу после выброса. Решение о проведении немедленных действий принимается на основании радиационных измерений в окружающей среде. Для уменьшения риска стохастических эффектов решение о проведении защитных мероприятий принимается на основании уровней мощности дозы и содержания радионуклидов в пробах окружающей среды. Сбор и анализ проб осуществляется для оценки безопасности использования пищевых продуктов, молока и питьевой воды на территориях, где уровни мощности дозы и плотности загрязнения территории свидетельствуют, что может понадобиться ограничить их потребление. Кроме того, результаты анализа проб используются для переоценки действующих уровней вмешательства (ДУВ), на основании которых принимаются решения о проведении защитных мероприятий.

Вводные данные

ю Доклады о происшедших событиях.

Результат

ю Рекомендованные действия.

Действие 1

Получить информацию о состоянии станции и радиационной обстановке.

Действие 2

Начать первоочередные действия согласно Таблице 01.

Действие 3

Использовать Карту 01 для распределения обязанностей персонала.

Действие 4

Проверить распределение обязанностей персонала в соответствии с Рис. 01. Обеспечить очередность мероприятий по оценке ситуации в соответствии с Таблицей 01 приоритетов.

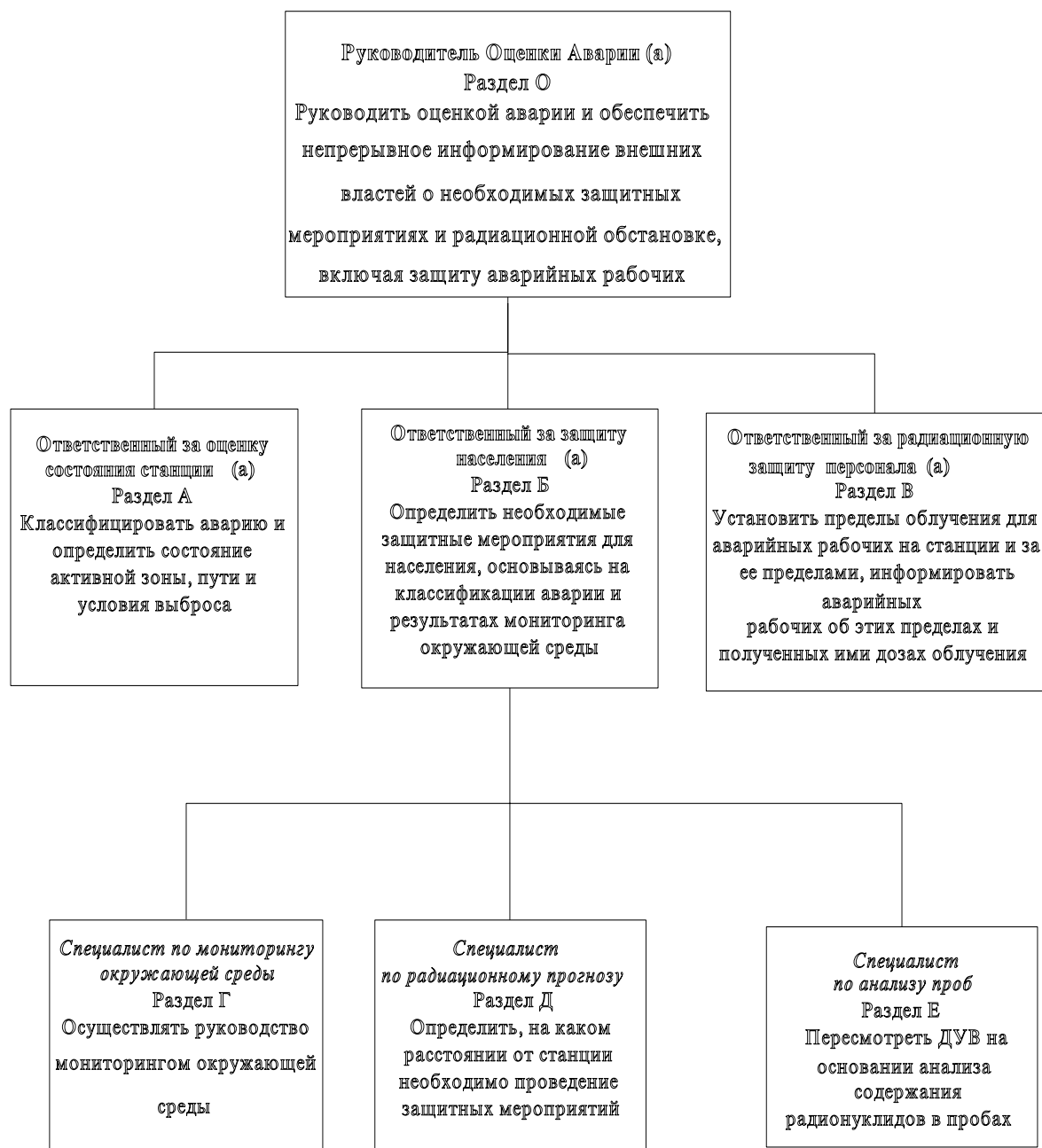
Провести первичное и проводить периодические совещания для обсуждения первоочередных вопросов оценки ситуации и индивидуальной радиационной защиты.

Действие 5

Установить связь с властями за пределами станции, ответственными за проведение защитных мероприятий, и обеспечить регулярную передачу информации о защитных мероприятиях для населения и аварийных рабочих.

Действие 6

Обеспечить смену персонала по крайней мере через каждые 12 часов.



**РИСУНОК О1
СТРУКТУРА ОРГАНИЗАЦИИ ОЦЕНКИ СИТУАЦИИ**

(а) Эти обязанности должны выполняться непрерывно персоналом АЭС до их передачи другим лицам [следует разработать отдельную инструкцию по немедленным действиям начальника смены станции в случае аварийных ситуаций различных классов].

ТАБЛИЦА 01 ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОЦЕНКИ АВАРИИ

Очеред- ность	Действия	Классификация аварии			Когда осуществляется	Кто осуществляет
		Готовность	Местная Авария	Общая Авария		
1	Классифицировать аварию на основании состояния станции и радиационной обстановки				Непрерывно в процессе аварии	Ответственный за оценку состояния станции (а)
	Оповестить официальных лиц на площадке и власти за пределами станции	ю	ю	ю	Завершить в течение 15 минут после классификации	Руководитель Оценки Аварии (а)
	Активизировать организацию аварийного реагирования		ю	ю	Завершить в течение 2 часов после классификации	Руководитель Оценки Аварии (а)
	Определить и рекомендовать необходимые защитные мероприятия для населения		ю	ю	Немедленно после классификации аварии, а также после значительных изменений состояния станции или радиационной обстановки	Ответственный за защиту населения (а)
2	Ввести в действие инструкции по радиационной защите аварийных рабочих		ю	ю	Завершить в течение 30 минут после классификации аварии	Ответственный за радиационную защиту персонала (а)
	Развернуть группы мониторинга	ю	ю	ю	Начать в течение 30 минут после классификации аварии	Руководитель Оценки Аварии (а)
3	Оценить уровни мощности амбиентной дозы (мощности дозы, МЭД) (б)	ю	ю	ю	На площадке - завершить в течение 30 минут после классификации аварии	Специалист по мониторингу окружающей среды
			ю	ю	Вокруг реактора - завершить в течение 60 минут после классификации аварии	
				ю	За пределами станции - начать в течение 4 часов после классификации аварии	
4	Прогнозировать последствия за пределами станции		ю	ю	Завершить в течение 2 часов после классификации аварии	Специалист по радиационному прогнозу

Очередность	Действия	Классификация аварии			Когда осуществляется	Кто осуществляет
		Готовность	Местная Авария	Общая Авария		
	Классифицировать аварию на основании состояния станции и радиационной обстановки				Непрерывно в процессе аварии	Ответственный за оценку состояния станции (а)
5	Оценить содержание радионуклидов в воздухе и выпадениях			ю	Начать в течение 4 часов после классификации аварии	Специалист по анализу проб
6	Оценить содержание радионуклидов в пищевых продуктах, молоке, питьевой воде			ю	Начать в течение дня после классификации аварии	Специалист по мониторингу окружающей среды и Специалист по анализу проб

- (а) Эти обязанности должны выполняться персоналом, который присутствует на станции, вплоть до их передачи другим лицам.
- (б) Далее в тексте используется термин мощности дозы или мощности экспозиционной дозы (МЭД), поскольку понятие амбиентной дозы еще не используется достаточно широко в практике.

РАЗДЕЛ А
ДЕЙСТВИЯ ОТВЕТСТВЕННОГО ЗА ОЦЕНКУ
СОСТОЯНИЯ СТАНЦИИ

ВНИМАНИЕ: инструкции в этом разделе должны быть уточнены в соответствии с местными условиями и особенностями реактора

<i>Выполняется:</i> <i>Ответственным за оценку состояния станции</i>	ИНСТРУКЦИЯ А0	<i>Стр. 1 из 1</i>
	ОБЗОР ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СТАНЦИИ	

Цель

Обзор задач Ответственного за оценку состояния станции.

Обсуждение

Наиболее важной задачей является классификация аварии. Необходимо немедленно анализировать все изменения параметров станции или радиационной обстановки для выяснения, повлечет ли это за собой изменение класса аварии.

Действие 1

Получить информацию о ситуации от Руководителя оценки аварии. В процессе работы руководствоваться инструкциями по радиационной защите, полученными от Ответственного за радиационную защиту персонала.

Действие 2

Классифицировать все значительные изменения состояния станции и радиационной обстановки в соответствии с Инструкцией А1. Немедленно сообщать Руководителю Оценки Аварии о повреждении активной зоны или изменении класса аварии.

Действие 3

Оценить состояние активной зоны, путей и условий выброса, используя Инструкции А2 и А3.

Действие 4

При изменениях состояния станции или радиационной обстановки вносить новую информацию в Карту А1 и передавать ее по инстанциям.

Действие 5

Регистрировать все значительные действия и/или решения в журнале.

Действие 6

По окончании Вашей смены убедиться в полной информированности сменяющего Вас о существующей обстановке.

Выполняется: Ответственным за оценку состояния станции	ИНСТРУКЦИЯ А 1	<i>Стр. 1 из 26</i>
	КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИИ	

Цель

Классифицировать аномальные состояния станции и радиационной обстановки.

Обсуждение

Многие приборы в аварийных условиях будут ненадежными. В связи с этим, нельзя использовать показания лишь одного прибора в качестве основания для классификации.

Вводные данные

- ю С пульта управления:
 1. Состояние систем реактора;
 2. Радиационная обстановка на станции;
 3. Состояние бассейна отработанного топлива;
 4. Состояние безопасности станции.
- ю Мощность дозы около станции (Карта Г1).

Результат

- ю Класс аварии.

Действие 1

Классифицировать аномальные состояния станции и радиационной обстановки на основании следующего :

Если реактор в режиме:	Использовать:
Рабочем, горячей остановки	Таблицу А1
Холодной остановки или перегрузки топлива	Таблицу А2

Действие 2

Зарегистрировать класс аварии с описанием аномальных состояний в Карте А1.

Действие 3

Проводить переоценку класса аварии:

1. В случае значительных изменений в состоянии станции или радиационной обстановки, или
2. Один раз в час.

Действие 4

Немедленно сообщать о любом изменении класса аварии Руководителю оценки аварии и Ответственному за защиту населения.

ТАБЛИЦА А1. КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИЙ РЕАКТОРОВ В РАБОЧЕМ РЕЖИМЕ И РЕЖИМЕ ГОРЯЧЕЙ ОСТАНОВКИ

Прочитать вначале

Таблица должна быть скорректирована в соответствии со спецификой данного реактора. По возможности, аварийные уровни действий должны быть заменены показаниями приборов данного реактора или другими измеряемыми величинами. В таблице классифицированы три возможных уровня аварийной ситуации:

Общая Авария:

Происшествия, результатом которых является наличие выброса или появление существенной возможности выброса, что требует проведения неотложных защитных мероприятий за пределами станции. Указанные происшествия включают в себя: 1). фактическое или прогнозируемое повреждение активной зоны или большого количества отработанного топлива, или 2). выбросы за пределы станции, приводящие к дозам, превышающим уровни вмешательства для проведения неотложных защитных мероприятий. В случае объявления данного уровня аварийной ситуации рекомендуется немедленное проведение неотложных защитных мероприятий для населения, проживающего около станции.

Местная Авария:

Происшествия, результатом которых является значительное уменьшение степени безопасности населения или персонала станции. Указанные происшествия включают в себя: 1). значительное уменьшение степени защиты активной зоны или отработанного топлива, или 2). ситуации, при которых любые дополнительные отказы в работе могут привести к повреждению активной зоны или отработанного топлива, или 3). высокие дозы на станции, или значения доз за пределами станции, приближающиеся к уровням вмешательства для проведения неотложных защитных мероприятий. В случае возникновения данного класса аварийной ситуации должны быть приняты меры по контролю доз облучения персонала станции, а также сделаны приготовления к проведению защитных мероприятий за пределами станции.

Готовность:

Происшествия, при которых происходит невыясненное или значительное снижение степени безопасности населения или персонала станции. В случае возникновения данного класса аварийной ситуации ответственные организации на станции и за ее пределами должны повысить уровень готовности и провести дополнительную оценку ситуации.

Как использовать таблицу

Просмотреть все исходные аварийные состояния в первом столбце таблицы. Для каждого исходного аварийного состояния выбрать соответствующий классификационный уровень. Классифицировать аварию по наивысшему уровню: высший уровень - Общая Авария, низший - Готовность.

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
КРИТИЧЕСКОЕ ОСЛАБЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ БЕЗОПАСНОСТИ			
Невозможность быстрой остановки реактора (остановки ядерной реакции)	<p>Невозможность быстрой остановки реактора на мощности более 5% и любая из следующих ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю отрицательный запас кипения (Рис.А.1) в системе первого контура PWR <li style="text-align: center;">или ю уровень воды в реакторе ниже верхушки активного топлива <li style="text-align: center;">или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов <li style="text-align: center;">или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или угрозы ее повреждения 	Невозможность быстрой остановки реактора на мощности более 5%, в то время как в результате аномального состояния станции необходимо ее автоматическое или ручное выключение	Невозможность полной и быстрой остановки реактора, как части нормального выключения, при возможности отведения тепла в достаточной степени (конечное поглощение тепла возможно и достаточно)
Недостаточный отвод остаточного тепла в системе первого контура реактора		Существующий или прогнозируемый отказ в системах, необходимых для отвода остаточного тепла, что потенциально уменьшает степень защиты активной зоны	

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Аномальная температура активной зоны PWR (неадекватное охлаждение активной зоны)</p> <p><i>Примечание: Следует измерить температуру в корпусе (большинство реакторов PWR имеют термомпары для замеров температуры в корпусе). Для оценки использовать среднее значение четырех наиболее высоких показаний термомпары на выходе из активной зоны. При наличии потока воды и невозможности использования показаний термомпары, также можно использовать значение температуры теплоносителя в горячей ветви (T hot). Показания термомпар некорректны после повреждения активной зоны. В реакторах типа BWR отсутствуют инструменты корректного определения температуры активной зоны.</i></p>	<p>PWR - отрицательный запас кипения по Рис. А1 или температура теплоносителя первого контура зашкаливает более 15 минут <i>[или вставить характерное для данного реактора время, по прошествии которого происходит повреждение активной зоны после потери теплоносителя]</i> и любая из следующих ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю аварийная подпитка в первый контур ниже, чем представлено на Рис. А2 <i>[возможности питающих насосов при различном давлении для конкретной станции]</i> <li style="text-align: center;">или ю уровень воды в реакторе ниже верхушки активного топлива <li style="text-align: center;">или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов <li style="text-align: center;">или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или угрозы ее повреждения 	<p>PWR - отрицательный запас кипения по Рис. А1 в течение более 15 минут <i>[или вставить характерное для данного реактора время, по прошествии которого возможно повреждение активной зоны после потери теплоносителя]</i></p>	<p>Показатели давления и температуры в первом контуре PWR свидетельствуют об отрицательном запасе кипения по Рис. А1 более 5 минут</p>
	<p>Значения температуры теплоносителя первого контура превышают 750 юС</p>		

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Аномальный уровень воды в корпусе (неадекватное охлаждение активной зоны)</p> <p><i>Примечание:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - показания об уровне воды в компенсаторе объема PWR могут быть недействительны в аварийных условиях - показания об уровне воды в корпусе PWR могут иметь значительную неопределенность (30%) и должны использоваться только для оценки трендов - для BWR (реактора на кипящей воде) при авариях с высокой температурой сухого колодца и низком давлении (аварии с потерей теплоносителя - LOCA) показания об уровне воды могут быть ложно высокими - для PWR и BWR показания об уровнях воды ненадежны после повреждения активной зоны 	<p>Уровень воды в корпусе находится или может находиться по прогнозу ниже верхушки активного топлива более 15 минут</p>	<p>Уровень воды в корпусе находится или может находиться по прогнозу ниже верхушки активного топлива</p>	<p>Уровень воды в корпусе понижается в течение более длительного периода, чем ожидалось в случае работы систем согласно проекта</p>
	<p>Уровень воды в корпусе находится или может находиться по прогнозу ниже верхушки активного топлива и любая из следующих ситуаций :</p> <ul style="list-style-type: none"> ю аварийная подпитка в первый контур ниже, чем представлено на Рис. А2 [возможности питающих насосов при различном давлении для конкретной станции] <li style="text-align: center;">или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов <li style="text-align: center;">или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или угрозы ее повреждения 		

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
Отсутствие энергообеспечения постоянным или переменным током	Существующее или прогнозируемое отсутствие всех источников энергообеспечения постоянным или переменным током, необходимых для работы систем безопасности, в течение более 45 минут <i>[или характерное для конкретного реактора время, необходимое для того, чтобы активная зона осталась непокрытой более 15 минут]</i>	Существующее или прогнозируемое отсутствие всех источников энергообеспечения постоянным или переменным током, необходимых для работы систем безопасности, в течение более 30 минут <i>[или характерное для конкретного реактора время, необходимое для того, чтобы активная зона осталась непокрытой]</i>	Потеря всех источников энергообеспечения постоянным или переменным током или наличие одного источника энергообеспечения постоянным или переменным током из необходимых для работы систем безопасности
	<p>Потеря всех источников энергообеспечения постоянным или переменным током, необходимых для работы систем безопасности, и любая из следующих ситуаций :</p> <ul style="list-style-type: none"> ю уровень воды в реакторе ниже верхушки активного топлива <li style="text-align: center;">или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов <li style="text-align: center;">или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или угрозы ее повреждения 		
Необычные (запутанные) ситуации, воздействующие на системы безопасности			Непонятные ситуации, которые потенциально могут воздействовать на системы безопасности

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Потеря или нарушение управления системами безопасности реактора</p>	<p>Отказ или ненадежность работы приборов или рычагов системы безопасности на пульте управления (основном или резервном) и любая из следующих ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю уровень воды в реакторе ниже верхушки активного топлива <li style="text-align: center;">или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов <li style="text-align: center;">или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или угрозы ее повреждения 	<p>Отказ или ненадежность работы приборов или рычагов управления системой безопасности на основном пульте управления в течение более 15 минут. Ситуация прогрессирует с угрозой потери безопасности активной зоны</p>	<p>Отказ или ненадежность работы приборов или рычагов управления системой безопасности на основном пульте управления в течение более 15 минут</p>
НАРУШЕНИЕ БАРЬЕРОВ НА ПУТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ			
<p>Значительно повышенный риск повреждения активной зоны или отработанного топлива</p> <p><i>Примечание: Повреждение активной зоны может произойти, если активная зона остается непокрытой водой в течение более 15 мин.</i></p>	<p>Отказ в работе всех систем безопасности активной зоны или отработанного топлива в течение более 45 минут <i>[или характерное для конкретного реактора время, необходимое для того, чтобы активная зона осталась непокрытой более 15 минут]</i></p>	<p>В результате отказа в работе дополнительной системы безопасности активная зона или отработанное топливо могут остаться непокрытыми (отсутствие резервной системы защиты)</p>	<p>Существующие или прогнозируемые нарушения, в результате которых может повыситься риск повреждения активной зоны, повреждения отработанного топлива или мощного выброса</p>
<p>Подтвержденное повреждение активной зоны</p>	<p><i>[вставить показания мониторов, специфические для конкретного реактора, характеризующие выброс 20% летучих продуктов деления при повреждении оболочки твэла]</i></p>	<p><i>[вставить показания мониторов, специфические для конкретного реактора, характеризующие выброс 1% летучих продуктов деления при повреждении оболочки твэла]</i></p>	

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Высокая концентрация I-131 в теплоносителе первого контура</p> <p><i>Примечание: Не следует проводить отбор проб теплоносителя, если при этом могут сформироваться высокие индивидуальные дозы.</i></p> <p><i>- Использовать только значения концентрации I-131 в образцах, отобранных после начала аварийной ситуации.</i></p> <p><i>- Не использовать результаты анализа непредставительного образца.</i></p> <p><i>- Допустить, что после 10% расплавления активную зону будет невозможно охладить.</i></p>	<p>Концентрация I-131 выше, чем...<i>[вставить значения, специфические для конкретного реактора, характеризующие выброс 10% радионуклидов активной зоны]</i></p>	<p>Концентрация I-131 выше, чем...<i>[вставить значения, специфические для конкретного реактора, характеризующие выброс 20% летучих продуктов деления при повреждении оболочки твэла]</i></p>	<p>Концентрация I-131 в теплоносителе выше, чем...<i>[вставить значения, специфические для конкретного реактора, станции, характеризующие превышение в 100 раз нормальной концентрации]</i></p>
<p>Течь первого контура</p>	<p>Течь первого контура, работа всех систем нормальной и аварийной подпитки и любая из следующих ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю невозможность инъекции воды в первый контур в количестве, необходимом согласно Рис. А2 или ю уровень воды в реакторе ниже верхушки активного топлива или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или угрозы ее повреждения 	<p>Течь первого контура в течение более 15 минут, для компенсации которой необходимо использование всех систем нормальной и аварийной подпитки (под высоким давлением) <i>[специфические для конкретного реактора показатели]</i></p>	<p>Течь первого контура в течение более 15 минут, для компенсации которой необходимо постоянное использование хотя бы всех систем нормальной подпитки <i>[специфические для конкретного реактора показатели]</i></p>

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Течь первого контура напрямую в атмосферу, например:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю PWR: Разрыв трубы парогенератора ю BWR: Повреждение изоляционного клапана главного паропровода ю Течь при повреждении изоляционных свойств защитной оболочки ю Течь на станции с конструкцией реактора без защитной оболочки ю 	<p>Течь первого контура напрямую в атмосферу и любая из следующих ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю уровень воды в реакторе ниже верхушки активного топлива или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или угрозы ее повреждения 	<p>Течь первого контура в течение более 15 минут напрямую в атмосферу, для компенсации которой необходима работа насосов нормальной и аварийной подпитки</p>	<p>Течь первого контура в течение более 15 минут напрямую в атмосферу, для компенсации которой необходима постоянная работа более одного насоса нормальной подпитки</p>
УРОВНИ РАДИАЦИИ			
<p>Мощность выброса эффлюента более чем в 100 раз превышает предельные уровни</p>	<p>Показания приборов о мощности выброса эффлюента в течение более 15 минут превышают...<i>[вставить специфические для конкретного реактора характеристики эффлюента, свидетельствующие о том, что в течение одного часа при средних метеорологических условиях за пределами станции могут сформироваться дозы облучения, превышающие уровни вмешательства для проведения неотложных защитных мероприятий]</i></p>	<p>Показания приборов о мощности выброса эффлюента в течение более 15 минут превышают...<i>[вставить специфические для конкретного реактора характеристики эффлюента, свидетельствующие о том, что в течение четырех часов при средних метеорологических условиях за пределами станции могут сформироваться дозы облучения, превышающие 1/10 уровней вмешательства для проведения неотложных защитных мероприятий]</i></p>	<p>Показания приборов о мощности выброса эффлюента в течение более 15 минут превышают...<i>[специфические для конкретного реактора характеристики эффлюента, свидетельствующие о превышении пределов выброса в 100 раз]</i></p>

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Высокие уровни радиации на пульте управления и в зонах, в которые необходим постоянный доступ для эксплуатации и технического обслуживания систем безопасности</p> <p><i>Примечание: Некорректные показания мониторов могут явиться результатом неполного смешивания выброшенных радионуклидов с атмосферой, повреждения мониторов, или замеров уровней радиации в соседних зонах, загрязненных радионуклидами. В случае повреждения мониторов могут показывать высокие, низкие или средние уровни радиации. Показания мониторов должны быть подтверждены с помощью ручных приборов за пределами зоны.</i></p>	<p>Уровни радиации более 10 мЗв/час</p>	<p>Уровни радиации более 1 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>	<p>Уровни радиации более 0.10 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>
<p>Высокие уровни радиации в зонах, в которые необходим периодический доступ для эксплуатации и технического обслуживания систем безопасности</p>	<p>Уровни радиации более 100 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>	<p>Уровни радиации более 10 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>	<p>Уровни радиации более 1 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>
<p>Высокие уровни радиации в пределах защитной оболочки</p> <p><i>Примечание: некорректные показания мониторов могут быть результатом их повреждения, вследствие чего они могут показывать высокий, средний или низкий уровень радиации. Показания должны быть подтверждены с помощью ручных контрольно-измерительных приборов за пределами защитной оболочки</i></p>	<p>Более чем 5 Гр/час [или согласно специфическим для конкретного реактора параметрам, или на основании свидетельств о более 20% выбросе летучих продуктов деления при повреждении оболочки твэла]</p>	<p>Более чем 1 Гр/час [или согласно специфическим для конкретного реактора параметрам, или на основании свидетельств о более 1% выбросе летучих продуктов деления при повреждении оболочки твэла]</p>	<p>Уровни радиации в пределах защитной оболочки более 0,10 мГр/час [или согласно специфическим для конкретного реактора параметрам, или на основании свидетельств об утечке более 10% теплоносителя]</p>

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
Незапланированное повышение уровней радиации в пределах станции	Мониторы уровней радиации на станции зарегистрировали незапланированное или непредсказуемое повышение радиации в пределах станции в 100 и более раз, а также наличие любых других свидетельств повреждения активной зоны	Мониторы уровней радиации на станции зарегистрировали незапланированное или непредсказуемое повышение радиации в пределах станции в 100 и более раз, а также наличие потенциальной возможности повреждения активной зоны	Мониторы уровней радиации на станции зарегистрировали незапланированное или непредсказуемое повышение радиации в пределах станции в 100 и более раз
Высокие уровни мощности эквивалентной дозы за пределами станции	Уровни мощности эквивалентной дозы за пределами станции превышают 1 мЗв/ч <i>[или превышают специфическое для конкретной ситуации значение действующего уровня вмешательства для эвакуации]</i>	Уровни мощности эквивалентной дозы за пределами станции превышают 0.1 мЗв/ч <i>[или превышают 1/10 специфического для конкретной ситуации значения действующего уровня вмешательства для эвакуации]</i>	Уровни мощности эквивалентной дозы за пределами станции превышают 10 мкЗв/ч <i>[или свидетельствуют о превышении конкретного для данной местности фонового уровня в 100 раз]</i>
СОБЫТИЯ, СОЗДАЮЩИЕ УГРОЗУ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОЖАР, СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДЫ И ДРУГИЕ СОБЫТИЯ			
События, создающие угрозу безопасности на станции (захват или нападение террористов)	События, результатом которых является потеря возможности контроля и управления работой систем, необходимых для защиты активной зоны	События, результатом которых являются повреждения систем безопасности или нарушение доступа к системам безопасности	События, которые потенциально могут повлиять на эксплуатацию системы безопасности, а также непонятные ситуации, создающие угрозу безопасности
Пожар или взрыв (включая пожары на турбине)			Пожар или взрыв, потенциально способные повредить зоны, в которых расположены системы безопасности
Токсические или огнеопасные газы		Концентрация огнеопасного газа, которая может препятствовать контролю за работой или техническому обслуживанию систем безопасности	Токсические или огнеопасные газы в пределах станции

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Крупные стихийные бедствия или другие катастрофы, такие как:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю землетрясения ю торнадо ю наводнения ю сильные ветра ю автомобильные катастрофы ю ураганы ю цунами ю штормы ю малое количество воды 		<p>Стихийные бедствия или другие события, результатом которых является повреждение систем безопасности или нарушение доступа к системам безопасности</p>	<p>Стихийные бедствия или другие крупные происшествия, которые могут повлиять на работу станции, такие как :</p> <ul style="list-style-type: none"> ю Происшествия, непредусмотренные проектом станции ю Происшествия, приводящие к реальному или потенциальному отсутствию доступа на станцию продолжительное время ю Происшествия, приводящие к реальному или потенциальному отсутствию связи со станцией продолжительное время

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
Необходимость помощи извне	Ситуации, которые служат основанием для проведения неотложных защитных мероприятий за пределами станции	Ситуации, которые служат основанием для подготовки населения к проведению неотложных защитных мероприятий или Ситуации, которые служат основанием для проведения защитных мероприятий на территории станции	Аномальные ситуации, требующие срочной дополнительной помощи эксплуатационному персоналу станции или Аномальные ситуации, которые служат основанием для повышенной готовности властей за пределами станции
СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНА ВЫДЕРЖКИ ОТРАБОТАННОГО ТОПЛИВА			
Аномальные ситуации, связанные с перегрузкой или параметрами бассейна выдержки	Бассейн полностью осушен и содержит более чем 1/3 активной зоны, перемещенной из активной зоны реактора в течение последних трех лет или уровни радиации в зоне бассейна > 3 Гр/час	Уровень воды ниже верхушки облученного топлива или уровни радиации в зоне бассейна > 30 мГр/час	Потеря возможности поддерживать уровень воды в бассейне, содержащем облученное топливо или повреждение отработанного топлива

ТАБЛИЦА А2

КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИЙ И АВАРИЙНЫХ СОСТОЯНИЙ РЕАКТОРОВ В РЕЖИМАХ ХОЛОДНОЙ ОСТАНОВКИ ИЛИ ПЕРЕГРУЗКИ ТОПЛИВА

Прочитать вначале

Таблица должна быть скорректирована в соответствии со спецификой данного реактора. По возможности, аварийные уровни действий должны быть заменены показаниями приборов данного реактора или другими измеряемыми параметрами. В таблице классифицированы три возможных уровня аварийной ситуации:

Общая Авария:

Происшествия, результатом которых является наличие выброса или появление существенной возможности выброса, что требует проведения неотложных защитных мероприятий за пределами станции. Указанные происшествия включают: 1). фактическое или прогнозируемое повреждение активной зоны или большого количества отработанного топлива, или 2). выбросы за пределы станции, приводящие к дозам, превышающим уровни вмешательства для проведения неотложных защитных мероприятий. В случае объявления данного уровня аварийной ситуации рекомендуется немедленное проведение неотложных защитных мероприятий для населения, проживающего около станции.

Местная Авария:

Происшествия, результатом которых является значительное уменьшение степени безопасности населения или персонала станции. Указанные происшествия включают в себя: 1). значительное уменьшение степени защиты активной зоны или отработанного топлива, или 2). ситуации, при которых любые дополнительные отказы в работе могут привести к повреждению активной зоны или отработанного топлива, или 3). высокие дозы на станции, или значения доз за пределами станции, приближающиеся к уровням вмешательства для проведения неотложных защитных мероприятий. В случае возникновения данного класса аварийной ситуации должны быть приняты меры по контролю доз облучения персонала станции, а также сделаны приготовления к проведению защитных мероприятий за пределами станции.

Готовность:

Происшествия, при которых происходит невыясненное или значительное снижение степени безопасности населения или персонала станции. В случае возникновения данного класса аварийной ситуации ответственные организации на станции и за ее пределами должны повысить уровень готовности и провести дополнительную оценку ситуации.

Как использовать таблицу

Просмотреть все исходные аварийные состояния в первом столбце таблицы. Для каждого исходного аварийного состояния выбрать соответствующий классификационный уровень. Классифицировать аварию по наивысшему уровню: высший уровень - Общая Авария, низший уровень - Готовность.

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
КРИТИЧЕСКОЕ ОСЛАБЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ БЕЗОПАСНОСТИ			
Невозможность остановки реактора (невозможность удержания в подкритическом состоянии)	<p>Невозможность удержания реактора в подкритическом состоянии и любая из следующих ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю расход аварийной подпитки в первый контур ниже, чем представлено на Рис. А2 или ю уровень воды в реакторе ниже верхушки активного топлива или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или отработанного топлива, а также угрозы повреждения 	Невозможность удержания реактора в подкритическом состоянии	

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Аномальная температура воды в первом контуре PWR (неадекватное охлаждение активной зоны)</p> <p><i>Примечание: Следует измерить температуру в корпусе (большинство реакторов PWR имеют термомпары для замеров температуры в корпусе) . Для оценки использовать среднее значение четырех наиболее высоких показаний термомпары на выходе из активной зоны. При наличии потока воды и невозможности использования показаний термомпары, также можно использовать значение температуры теплоносителя в горячей ветви (T_{hot}). Показания термомпар некорректны после повреждения активной зоны</i></p>	<p>PWR: значение температуры воды в первом контуре превышает 350°С или зашкаливает, и любая из следующих ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю расход аварийной подпитки в первый контур ниже, чем представлено на Рис. А2 или ю уровень воды в реакторе ниже верхушки активного топлива или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов или ю другие свидетельства угрозы повреждения активной зоны или отработанного топлива <p>Значения температуры в системе охлаждения первого контура превышают 750 юС</p>	<p>PWR: значение температуры воды в первом контуре превышает 350°С или зашкаливает в течение более 30 минут</p>	<p>PWR: значение температуры воды в первом контуре превышает 350°С или зашкаливает</p>

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
Низкий уровень воды в корпусе или в зоне перегрузки топлива (неадекватное охлаждение активной зоны или отработанного топлива)	Прогнозируется, что уровень воды будет находиться ниже верхушки активного топлива в течение более 30 минут	Прогнозируется, что уровень воды будет находиться ниже верхушки активного топлива	
	<p>Прогнозируется, что уровень воды будет находиться ниже верхушки активного топлива и любая из следующих ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю расход аварийной подпитки в первый контур ниже, чем представлено на Рис. А2 <li style="text-align: center;">или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов <li style="text-align: center;">или ю другие свидетельства угрозы повреждения активной зоны 		

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
Отсутствие энергообеспечения постоянным или переменным током	<p>Существующее или прогнозируемое отсутствие всех источников энергообеспечения постоянным или переменным током, необходимых для работы систем безопасности, в течение более 90 минут <i>[или характерное для конкретного реактора время, необходимое для того, чтобы активная зона или отработанное топливо оставались непокрытыми более 30 минут]</i></p>	<p>Существующее или прогнозируемое отсутствие всех источников энергообеспечения постоянным или переменным током, необходимых для работы систем безопасности, в течение более 60 минут <i>[или характерное для конкретного реактора время, необходимое для того, чтобы активная зона или отработанное топливо оставались непокрытыми]</i></p>	<p>Наличие одного источника энергообеспечения постоянным или переменным током, из необходимых для работы систем безопасности</p>
	<p>Потеря всех источников энергообеспечения постоянным или переменным током, необходимых для работы систем безопасности и любая из следующих ситуаций :</p> <ul style="list-style-type: none"> ю уровень воды в реакторе ниже верхушки активного топлива или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или угрозы ее повреждения 		
Необычные (запутанные) ситуации, воздействующие на системы безопасности			Непонятные ситуации, которые потенциально могут воздействовать на системы безопасности

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Потеря или нарушение управления системами безопасности</p>	<p>Отказ или ненадежная работа приборов или рычагов системы безопасности на пульте управления (основном или резервном) и любая из следующих ситуаций:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю уровень воды в реакторе (существующий или прогнозируемый) ниже верхушки облученного топлива <li style="text-align: center;">или ю значительное (в 100-1000 раз) повышение уровней радиации на станции по показаниям нескольких мониторов <li style="text-align: center;">или ю другие свидетельства существующего повреждения активной зоны или угрозы ее повреждения 	<p>Отказ или ненадежная работа приборов или рычагов управления системой безопасности на основном пульте управления в течение более 30 минут. Ситуация прогрессирует с угрозой потери безопасности активной зоны</p>	<p>Отказ или ненадежная работа приборов или рычагов управления системой безопасности на основном пульте управления в течение более 30 минут</p>
НАРУШЕНИЕ БАРЬЕРОВ НА ПУТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ			
<p>Значительно повышенный риск повреждения активной зоны или отработанного топлива</p>	<p>Потеря всех систем, необходимых для защиты активной зоны или отработанного топлива, в течение более 90 минут <i>[или характерное для конкретного реактора время, необходимое для того, чтобы активная зона оставалась непокрытой более 30 минут]</i></p>	<p>Отказ в работе одного или более компонентов системы безопасности может привести к тому, что активная зона или отработанное топливо останутся непокрытыми (отсутствие резервной системы защиты).</p>	<p>Существующие или прогнозируемые отказы в системе безопасности, в результате которых может повыситься риск повреждения активной зоны или отработанного топлива</p>

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
Подтвержденное или прогнозируемое повреждение активной зоны или отработанного топлива	Подтвержденный выброс более чем 20% летучих продуктов деления в результате повреждения оболочек твэлов	Подтвержденный выброс более чем 1% летучих продуктов деления в результате повреждения оболочек твэлов	
УРОВНИ РАДИАЦИИ			
Мощность выброса эффлюента более чем в 100 раз превышает предельные уровни	Показания мониторов эффлюента в течение более 15 минут превышают... <i>[вставить специфические для конкретного реактора характеристики эффлюента, свидетельствующие о том, что в течение одного часа при средних метеорологических условиях за пределами станции могут сформироваться дозы облучения, превышающие уровни вмешательства для проведения неотложных защитных мероприятий]</i>	Показания мониторов эффлюента в течение более 15 минут превышают... <i>[вставить специфические для конкретного реактора характеристики эффлюента, свидетельствующие о том, что в течение четырех часов при средних метеорологических условиях за пределами станции могут сформироваться дозы облучения, превышающие 1/10 уровней вмешательства для проведения неотложных защитных мероприятий]</i>	Показания мониторов эффлюента в течение более 15 минут превышают... <i>[вставить специфические для конкретного реактора характеристики эффлюента, свидетельствующие о превышении пределов выброса в 100 раз]</i>

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Высокие уровни радиации в зонах, в которые необходим постоянный доступ для эксплуатации и технического обслуживания систем безопасности</p> <p><i>Примечание: Некорректные показания мониторов могут явиться результатом неполного смешивания выброшенных радионуклидов с атмосферой, повреждения мониторов, или замеров уровней радиации в соседних зонах, загрязненных радионуклидами. В случае повреждения мониторы могут показывать высокие, низкие или средние уровни радиации. Показания мониторов должны быть подтверждены с помощью ручных приборов за пределами зоны.</i></p>	<p>Уровни радиации превышают 10 мЗв/час</p>	<p>Уровни радиации превышают 1 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>	<p>Уровни радиации превышают 0.10 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>
<p>Высокие уровни радиации в зонах, в которые необходим периодический доступ для эксплуатации и технического обслуживания систем безопасности</p>	<p>Уровни радиации превышают 100 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>	<p>Уровни радиации более 10 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>	<p>Уровни радиации более 1 мЗв/час, с возможностью остаться на таком уровне в течение нескольких часов</p>
<p>Высокие уровни излучения в пределах защитной оболочки</p> <p><i>Примечание: Некорректные показания мониторов могут быть результатом их повреждения, в результате чего приборы могут показывать высокий, средний или низкий уровень радиации. Показания должны быть подтверждены с помощью ручных контрольно-измерительных приборов за пределами защитной оболочки</i></p>	<p>Более чем 5 Гр/час [или согласно специфическим для конкретного реактора параметрам, или на основании свидетельств о более 20% выбросе летучих продуктов деления оболочки твэла]</p>	<p>Более чем 1 Гр/час [или согласно специфическим для конкретного реактора параметрам, или на основании свидетельств о более 1% выбросе летучих продуктов деления при повреждении оболочки твэла]</p>	<p>Уровни излучения в пределах защитной оболочки более 0.10 мЗв/час [или согласно специфическим для реактора параметрам, или используя свидетельства об утечке более 10% теплоносителя]</p>

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
Незапланированное повышение уровней радиации в пределах станции по показаниям мониторов	Мониторы уровней радиации на станции зарегистрировали незапланированное или непредсказуемое повышение радиации в пределах станции в 100 и более раз, а также наличие любых других свидетельств повреждения активной зоны	Мониторы уровней радиации на станции зарегистрировали незапланированное или непредсказуемое повышение радиации в пределах станции в 100 и более раз, а также наличие потенциальной возможности повреждения активной зоны	Мониторы уровня радиации на станции зарегистрировали незапланированное или непредсказуемое повышение уровней радиации в пределах станции в 100 и более раз
Высокие уровни мощности эквивалентной дозы за пределами станции	Уровни мощности эквивалентной дозы за пределами станции превышают 1 мЗв/ч <i>[или специфическое для конкретной ситуации значение действующего уровня вмешательства для эвакуации]</i>	Уровни мощности эквивалентной дозы за пределами станции превышают 0.1 мЗв/ч <i>[или 1/10 специфического для конкретной ситуации значения действующего уровня вмешательства для эвакуации]</i>	Уровни мощности экспозиционной дозы за пределами станции превышают 10 мкЗв/ч <i>[или свидетельствуют о превышении конкретного для данной местности фонового уровня в 100 раз]</i>
СОБЫТИЯ, СОЗДАЮЩИЕ УГРОЗУ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОЖАР, СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДЫ И ДРУГИЕ СОБЫТИЯ			
События, создающие угрозу безопасности на станции (захват или нападение террористов)	События, результатом которых является потеря возможности контролировать и управлять работой систем, необходимых для защиты активной зоны	События, результатом которых являются повреждения систем безопасности или нарушение доступа к системам безопасности	События, которые потенциально могут повлиять на эксплуатацию систем безопасности, а также непонятные ситуации, создающие угрозу безопасности станции
Пожар или взрыв (включая пожары на турбине)			Пожар или взрыв, потенциально способные повредить зоны, в которых расположены системы безопасности
Токсические или огнеопасные газы			Токсические или огнеопасные газы в пределах станции

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
<p>Крупные стихийные бедствия или другие катастрофы, такие как:</p> <ul style="list-style-type: none"> ю землетрясения ю торнадо ю наводнения ю сильные ветра ю автомобильные катастрофы ю ураганы ю цунами ю штормы ю малое количество воды 		<p>Стихийные бедствия или другие события, результатом которых является повреждение систем безопасности или нарушение доступа к системам безопасности</p>	<p>Стихийные бедствия или другие крупные происшествия, которые могут повлиять на работу станции, такие как :</p> <ul style="list-style-type: none"> ю Происшествия, непредусмотренные проектом станции ю Происшествия, приводящие к реальному или потенциальному отсутствию доступа на станцию в течение продолжительного времени ю Происшествия, приводящие к реальному или потенциальному отсутствию связи со станцией в течение продолжительного времени

Для следующих исходных аварийных событий :	Объявить Общую Аварию, если:	Объявить Местную Аварию, если:	Объявить Готовность, если :
Необходимость помощи извне	Ситуации, которые служат основанием для проведения неотложных защитных мероприятий за пределами станции	Ситуации, которые служат основанием для подготовки населения к проведению неотложных защитных мероприятий или к осуществлению защитных мероприятий на территории станции	Аномальные ситуации, требующие срочной дополнительной помощи эксплуатационному персоналу станции или служащие основанием для повышенной готовности властей за пределами станции
СОСТОЯНИЕ БАСЕЙНА ВЫДЕРЖКИ ОТРАБОТАННОГО ТОПЛИВА			
Аномальные ситуации, связанные с перегрузкой или параметрами бассейна выдержки	Бассейн полностью осушен и содержит топливо, перемещенное из активной зоны реактора в течение последних 6 месяцев или уровни радиации в зоне бассейна > 3 Гр/час	Уровень воды ниже верхушки облученного топлива или уровни радиации в зоне бассейна > 30 мГр/час	Потеря возможности поддерживать уровень воды в бассейне, содержащем облученное топливо или повреждение облученного топлива

РИСУНОК А1 ЗАПАС КИПЕНИЯ - КРИВАЯ НАСЫЩЕНИЯ

Прочитать вначале

Если температура в системе первого контура выше температуры насыщения, это значит, что вода в активной зоне реактора кипит. Запас кипения теплоносителя равняется разности между температурой насыщения и температурой теплоносителя для данного давления в первом контуре. Для PWR наличие отрицательного запаса кипения свидетельствует о том, что вода в корпусе кипит, и активная зона может остаться непокрытой водой [NRC 93].

Как пользоваться рисунком

Определить уровень абсолютного давления и температуру в системе первого контура. Затем, с помощью представленных ниже графиков определить температуру насыщения. Используя следующие формулы, определить запас кипения теплоносителя:

$$\text{Запас кипения теплоносителя} = T_{sat} - T_{PS}$$

где:

T_{sat} = Температура насыщения на графике
 T_{PS} = Температура в системе охлаждения первого контура

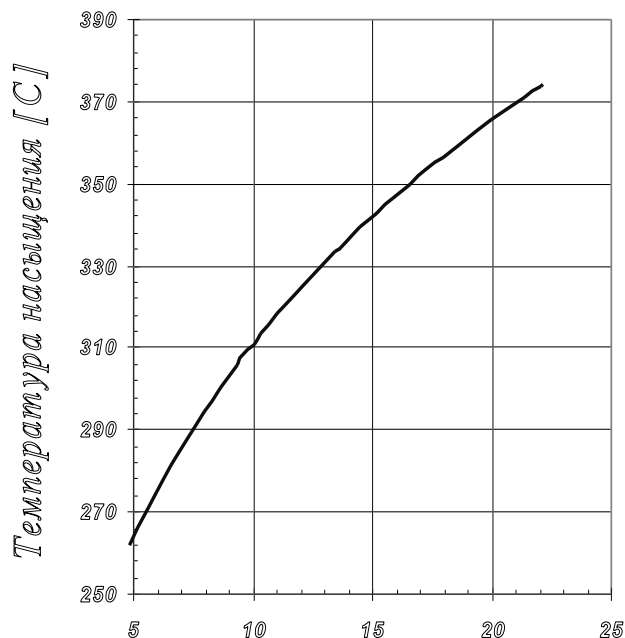
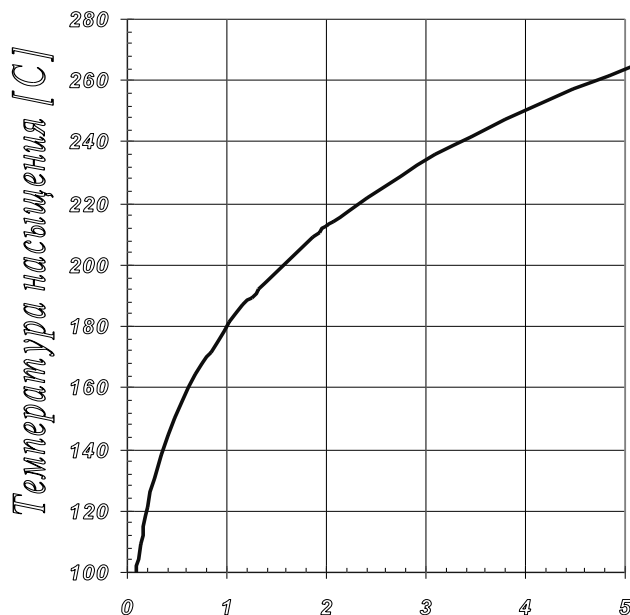


РИСУНОК А2

ТРЕБУЕМАЯ ИНЖЕКЦИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ ЗАМЕЩЕНИЯ ПОТЕРИ ВОДЫ
 ВСЛЕДСТВИЕ КИПЕНИЯ ПРИ ОСТАТОЧНОМ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИИ
 ДЛЯ РЕАКТОРА МОЩНОСТЬЮ 3000 МВт(th)

Прочитать вначале

На рисунках представлены кривые, указывающие объем необходимой подпитки для компенсации потери воды при остаточном тепловыделении (минимально требуемый уровень). Кривые построены для реактора мощностью 3000 МВт(th), работающего с постоянной мощностью некоторый период времени и затем мгновенно остановившегося [NRC 93].

Действие 1

Определить требуемый объем воды для подпитки по следующей формуле:

$$W_i = W_i^{3000} \frac{P_{plant} [MBm(th)]}{3000 [MBm(th)]}, \text{ где:}$$

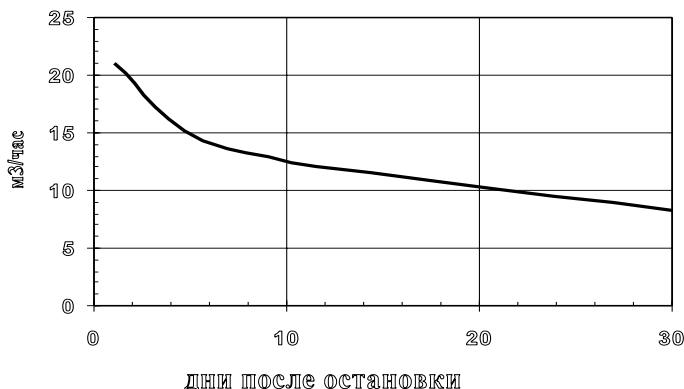
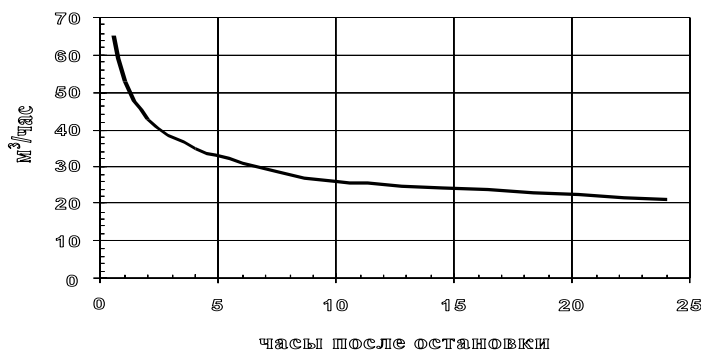
W_i = требуемый объем воды для подпитки [м³/ч]

W_i^{3000} = требуемый объем воды для подпитки реактора мощностью 3000 МВт(th) [м³/ч]

P_{plant} = средняя мощность реактора в МВт(th) [МВт(th) ю 3 x МВт(e)]

Действие 2

Если активная зона оставалась непокрытой в течение более 15 минут, необходимо увеличить уровень подпитки в 3 раза для компенсации тепловыделения при реакции Zr-H₂O и накопленной энергии.



Выполняется: Ответственным за оценку состояния станции	ИНСТРУКЦИЯ А2	<i>Стр 1 из 1</i>
	ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ ИЛИ ОТРАБОТАННОГО ТОПЛИВА	

Цель

Оценить повреждение активной зоны или отработанного топлива.

Обсуждение

Степень повреждения активной зоны может быть предварительно оценена по времени, в течение которого активная зона оставалась непокрытой. Кроме этого, можно пользоваться информацией о повышении уровней радиации в защитной оболочке реактора и результатами анализа проб теплоносителя. Однако, эти данные не обязательны, поскольку они запаздывают или недостоверны в аварийных условиях.

Вводные данные

- ю Данные, необходимые для прогнозирования времени, в течение которого активная зона была или будет не покрыта водой :
 1. Уровень и тренды воды в первом контуре;
 2. Показания термомпары на выходе из активной зоны PWR;
 3. Уровни и тренды радиации.
- ю Показания мониторов в пределах защитной оболочки.
- ю Концентрация радионуклидов в теплоносителе, оцененная после аварии (по возможности).

Результат

- ю Степень повреждения активной зоны или отработанного топлива.

Действие 1

Определить, существуют ли указания на потенциальное повреждение активной зоны. В случае их наличия, использовать соответствующую Инструкцию для оценки:

При наличии следующего состояния:	Использовать:
Свидетельства того, что активная зона непокрыта или может остаться непокрытой, такие как: <ul style="list-style-type: none"> ю PWR: температура воды в первом контуре превышает 400°С; ю уровень воды ниже верхушки активного топлива ; ю значительное повышение уровней радиации 	Инструкцию А2а
Показания мониторов защитной оболочки реактора превышают нормальные уровни	Инструкцию А2б
Содержание радионуклидов в теплоносителе первого контура превышает нормальный уровень	Инструкцию А2в
Свидетельства того, что отработанное топливо не покрыто водой (например, повышение уровней радиации в зоне бассейна)	Инструкцию А2г

Действие 2

Провести переоценку в случае любых значительных изменений в состоянии станции.

<p>Выполняется:</p> <p>Ответственным за оценку состояния станции</p>	<p>ИНСТРУКЦИЯ А2а</p>	<p>Стр.1 из 3</p>
	<p>ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ ПО ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВРЕМЕНИ, В ТЕЧЕНИЕ КОТОРОГО АКТИВНАЯ ЗОНА ОСТАВАЛАСЬ НЕ ПОКРЫТОЙ ВОДОЙ</p>	

Цель

Оценить повреждение активной зоны на основании продолжительности времени, в течение которого активная зона оставалась не покрытой водой.

Обсуждение

В данной Инструкции для оценки повреждения активной зоны используется прогнозируемая продолжительность времени, в течение которого активная зона оставалась не покрытой водой. В Таблице А3 представлены возможные степени повреждения активной зоны для ситуаций, когда она оставалась непокрытой в течение нескольких часов после остановки реактора (а также, при отказе быстрой остановки реактора) при отсутствии подпитки теплоносителя. При подпитке теплоносителя разогрев активной зоны может быть остановлен или замедлен вследствие охлаждения паром. В аварийных условиях охлаждение паром не сможет предотвратить повреждения активной зоны. Значительно поврежденная активная зона уже не будет в охлаждаемом состоянии, даже если она снова будет покрыта водой. Показания термопар на выходе из активной зоны или значения температуры воды в системе первого контура не смогут подтвердить, происходит ли адекватное охлаждение активной зоны после того, как она была повреждена.

Данная Инструкция может быть использована непосредственно только для станций с реакторами типа PWR и BWR.

Вводные данные

Данные, показывающие продолжительность времени, в течение которого активная зона оставалась (будет оставаться) непокрытой:

- ю PWR : отрицательный запас кипения с тенденцией к понижению уровня воды;
- ю Вода на уровне верхушки активного топлива или ниже верхушки;
- ю Значительное повышение уровней радиации.

Результат

- ю Степень повреждения активной зоны.

Действие 1

Определить продолжительность времени, в течение которого верхушка активной зоны остается непокрытой. Оценку проводят на основании:

- (а) времени, когда вода находилась на уровне верхушки активного топлива
- (б) температуры в системе охлаждения первого контура PWR > 400⁰ С.

Действие 2

Определить продолжительность времени, в течение которого происходило охлаждение активной зоны. Оценку проводят на основании:

- (а) времени, когда вода находилась на уровне верхушки активного топлива
- (б) показаний температуры большинства термомпар на выходе из активной зоны $< 300^{\circ}\text{C}$
- (в) уровня подпитки теплоносителя в 3 раза больше, чем указан на Рис.А2.

Действие 3

Оценить время, в течение которого активная зона оставалась не покрытой водой:

$$T_{UC} \quad \textit{Time Cooled (из Действия 2)} \quad \textit{Time Uncovered (из Действия 1)}$$

Действие 4

Использовать Таблицу А3 для определения потенциального повреждения активной зоны и зарегистрировать результат в Карте А1.

Действие 5

Провести переоценку степени повреждения при любых значительных изменениях ситуации.

ТАБЛИЦА А3

СТЕПЕНЬ ПОВРЕЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ, В ТЕЧЕНИЕ КОТОРОГО ОНА
ОСТАЕТСЯ НЕ ПОКРЫТОЙ ВОДОЙ

Время, в течение которого активная зона остается непокрытой T_{UC} , [часы]	Оцененное повреждение активной зоны	Возможные описания
0	нормальный теплоноситель	Активная зона остается покрытой водой при медленном понижении мощности и давления.
0	теплоноситель, в котором концентрация радионуклидов в 10 - 100 раз превышает нормальную (пиковая концентрация)	Активная зона остается покрытой водой при быстрой остановке реактора или разгерметизации первого контура.
>1/4	100 % выброс летучих продуктов деления	Экзотермическая самоподдерживающаяся реакция $Zr-H_2O$ с быстрым образованием H_2 Скорость разогрева топлива повышена в 2-3 раза Быстрое повреждение оболочек твэлов с локальным плавлением топлива.
>1/2	10-50% расплавление активной зоны	Быстрый выброс летучих продуктов деления. Возможное смещение (сползание) расплавленной активной зоны. Возможное отсутствие охлаждаемости активной зоны, даже в случае если она снова будет покрыта водой.
>1	100% расплавление активной зоны	Возможное расплавление через корпус и повреждение защитной оболочки, даже если активная зона снова будет покрыта водой.

Выполняется: Ответственным за оценку состояния станции	ИНСТРУКЦИЯ А26	<i>Стр.1 из 9</i>
	ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВАНИИ УРОВНЕЙ РАДИАЦИИ В ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКЕ	

Цель

Оценить повреждение активной зоны на основании показаний мониторов гамма-излучения в защитной оболочке.

Обсуждение

Показания мониторов в защитной оболочке свидетельствуют о минимальном уровне повреждения активной зоны. Низкие уровни радиации в защитной оболочке не являются гарантией отсутствия повреждения активной зоны. Действующие мониторы радиации в пределах защитной оболочки могут дать неверные показания, либо недооценить уровень повреждения активной зоны по следующим причинам:

- ю выброс из активной зоны может пойти в обход защитной оболочки;
- ю выброс может задержаться в первом контуре;
- ю выброс может продолжаться в течение длительного времени;
- ю выброшенные продукты деления могут не перемешаться однородно с атмосферой защитной оболочки;
- ю состав выброса может отличаться от использованного при разработке данной инструкции.

Вводные данные

- ю Репрезентативные показания мониторов в защитной оболочке (неэкранированных) [мГр/ч].
- ю Время показаний мониторов от момента выброса в защитную оболочку [час].
- ю Состояние системы орошения [включена или выключена].

Результат

- ю Степень повреждения активной зоны.

Действие 1

Выявить повышение уровней радиации в защитной оболочке над обычным фоновым уровнем.

Действие 2

Оценить степень повреждения активной зоны, используя нижеследующее:

Для следующих типов защитной оболочки:	Использовать:
Большие PWR	Рисунок А3
BWR Марка I и II Сухой Колодец	Рисунок А4
BWR Марка I и II Мокрый Колодец	Рисунок А5
BWR Марка III Сухой Колодец	Рисунок А6
BWR Марка III Мокрый Колодец	Рисунок А7
ВВЭР 230	Рисунок А8
ВВЭР 213	Рисунок А9
Неизвестный тип реактора или другие допущения	Формулу ниже

Выполняется: Ответственным за оценку состояния станции	ИНСТРУКЦИЯ А26	Стр.2 из 9
	ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВАНИИ УРОВНЕЙ РАДИАЦИИ В ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКЕ	

Действие 3

Прогнозировать показания мониторов радиации в защитной оболочке в случае 100% выброса однородной смеси продуктов деления для различных степеней повреждения активной зоны по следующей формуле:

$$X_{monitor} = X_{damage} \times \frac{10^5 [M^3]}{V_c [M^3]} \times \frac{P_{plant} [MBm(th)]}{3000 [MBm(th)]} \times SF \times F_s, \text{ где:}$$

X_{damage} = Нормированные показания монитора [мГр/ч], взятые из таблицы А4

$X_{monitor}$ = Прогнозируемые показания монитора [мГр/ч], которые необходимо сравнить с действительными показаниями

V_c = Объем защитной оболочки [м³]

P_{plant} = Тепловая мощность станции в МВт(th)

SF = Коэффициент экранирования, если монитор экранирован

F_s = Часть пространства защитной оболочки V_c , контролируемая монитором.

ТАБЛИЦА А4. НОРМИРОВАННЫЕ ПОКАЗАНИЯ МОНИТОРА (а)

Степень повреждения активной зоны	Орошение выключено Время после остановки		Орошение включено Время после остановки (б)	
	1 [ч]	24 [ч]	1 [ч]	24 [ч]
	Мощность дозы, мГр/час (в)		Мощность дозы, мГр/час (в)	
расплавление активной зоны	5E+06	2E+06	2E+06	2E+05
выброс летучих продуктов деления	1E+06	5E+05	5E+05	5E+04
нормальный теплоноситель	1E+01	5E+00	5E+00	2E+00

(а) Прибор неэкранирован, объем защитной оболочки составляет 10^5 м^3

(б) В результате орошения аэрозоли могут отводиться в ту часть пространства защитной оболочки, где монитор их “не видит”

(в) Превышение над фоновым уровнем

Действие 4

Зарегистрировать результаты в Карте А1.

Действие 5

Провести переоценку в случае любых значительных изменений.

РИСУНОК А3 МОНИТОР ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ БОЛЬШОГО РЕАКТОРА PWR

Принято что:

- ю выброс из активной зоны однородно перемешан в защитной оболочке;
- ю радиационный монитор защитной оболочки не заслонен и “видит” часть пространства защитной оболочки, заштрихованную на рисунках.

Принято, что газы (за исключением инертных) в результате орошения отводятся в ту часть пространства защитной оболочки, где монитор их “не видит”. Представлены показания монитора через 1 и 24 часа после остановки.

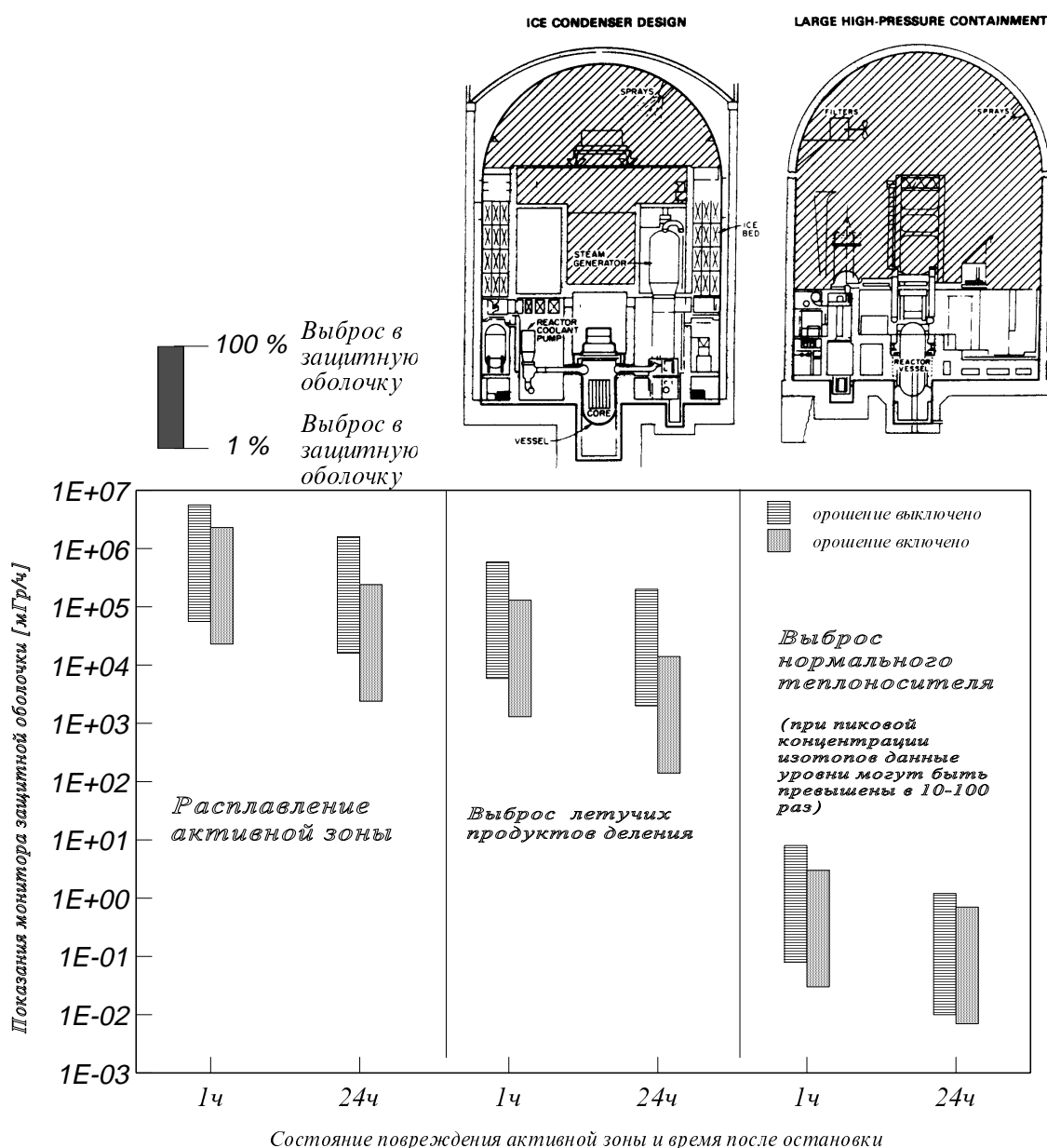


РИСУНОК А4 МОНИТОР ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРА ВВР МАРКИ I и II, СУХОЙ КОЛОДЕЦ

Принято что:

- ю выброс из активной зоны однородно перемешан в защитной оболочке;
- ю радиационный монитор защитной оболочки не заслонен и “видит” часть пространства защитной оболочки, заштрихованную на рисунках.

Принято, что газы (за исключением инертных) в результате орошения отводятся в ту часть пространства защитной оболочки, где монитор их “не видит”. Представлены показания монитора через 1 и 24 часа после останова.

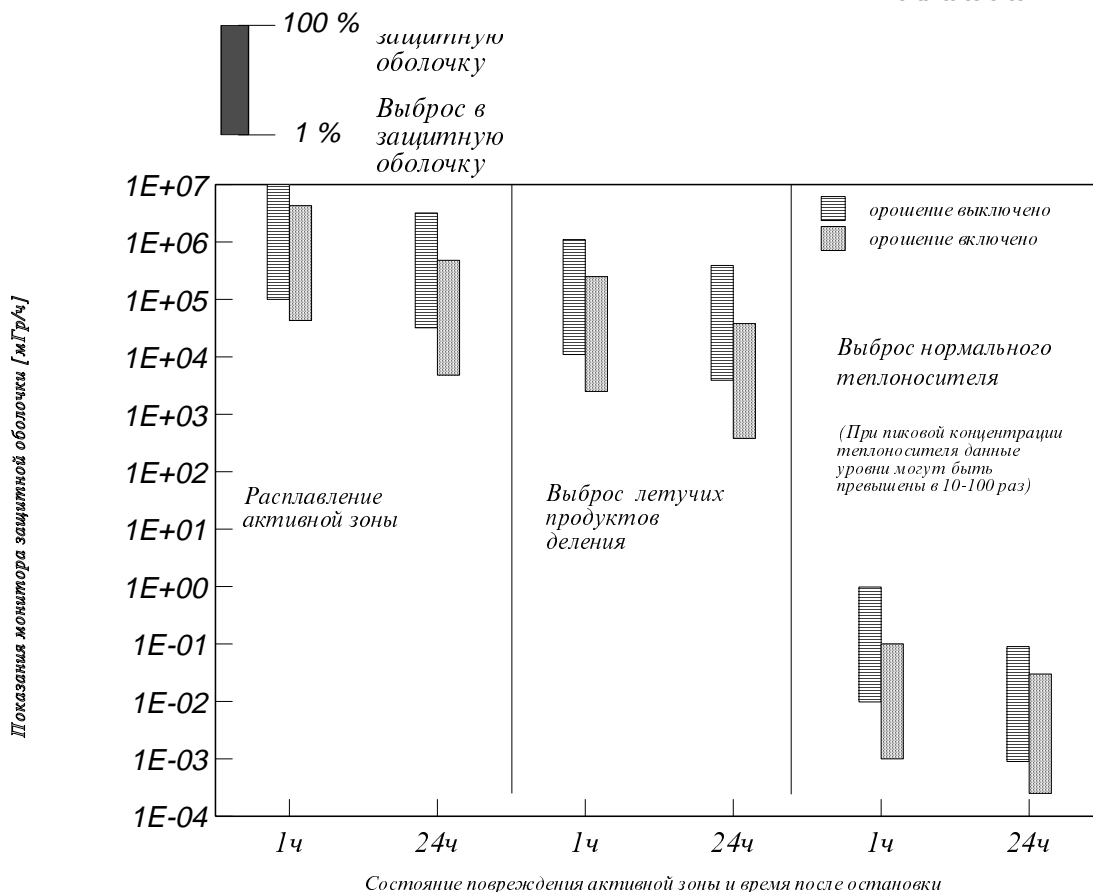
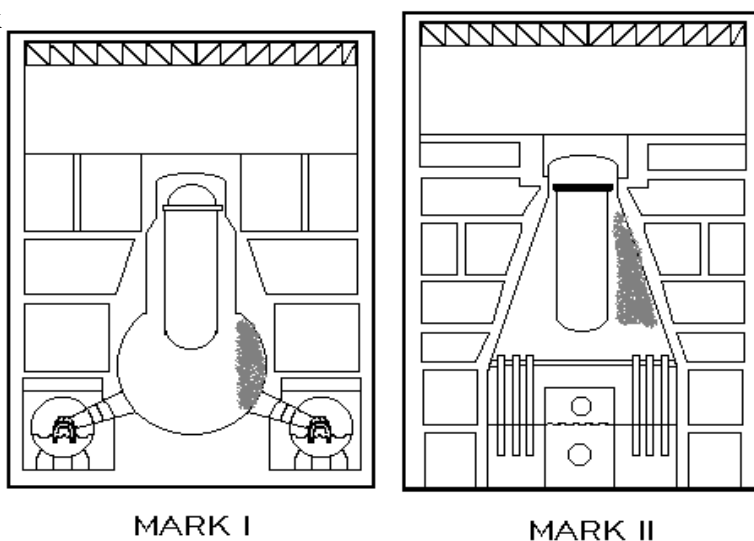


РИСУНОК А5 МОНИТОР ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРА ВВР МАРКИ I и II, МОКРЫЙ КОЛОДЕЦ

Принято что:

- ю** выброс из активной зоны однородно перемешан в защитной оболочке;
- ю** радиационный монитор защитной оболочки не заслонен и “видит” часть пространства защитной оболочки, заштрихованную на рисунках.

Принято, что газы (за исключением инертных) в результате орошения отводятся в ту часть пространства защитной оболочки, где монитор их “не видит”. Представлены показания монитора через 1 и 24 часа после остановки.

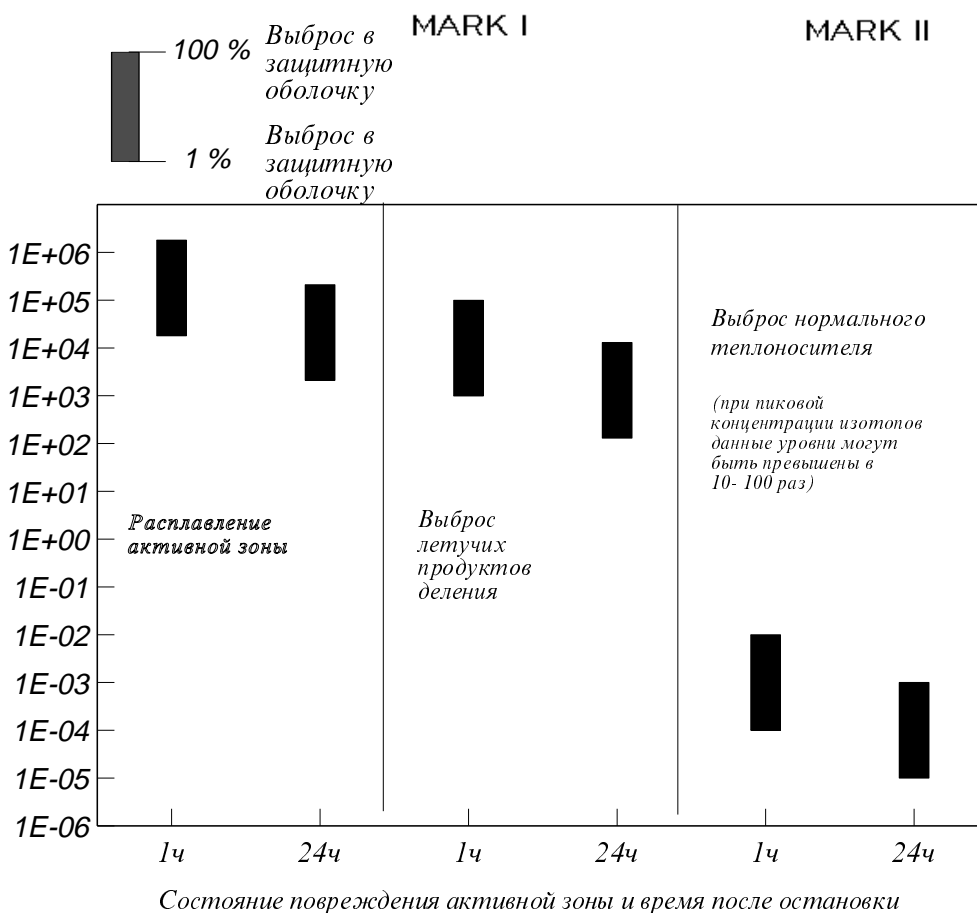
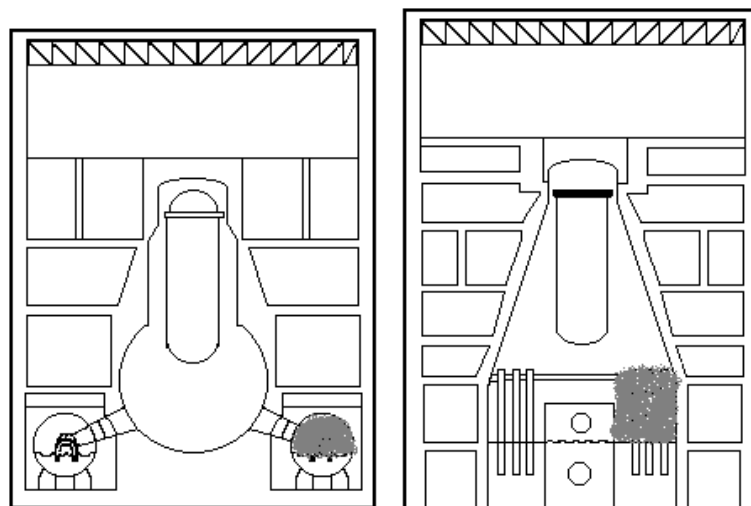


РИСУНОК А6 МОНИТОР ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРА ВWR МАРКИ III, СУХОЙ КОЛОДЕЦ

Принято что:

- ю выброс из активной зоны однородно перемешан в защитной оболочке;
- ю радиационный монитор защитной оболочки не заслонен и “видит” часть пространства защитной оболочки,заштрихованную на рисунках.

Принято, что газы (за исключением инертных) в результате орошения отводятся в ту часть пространства защитной оболочки, где монитор их “не видит”. Представлены показания монитора через 1 и 24 часа после остановки.

BWR MARK III CONTAINMENT DESIGN

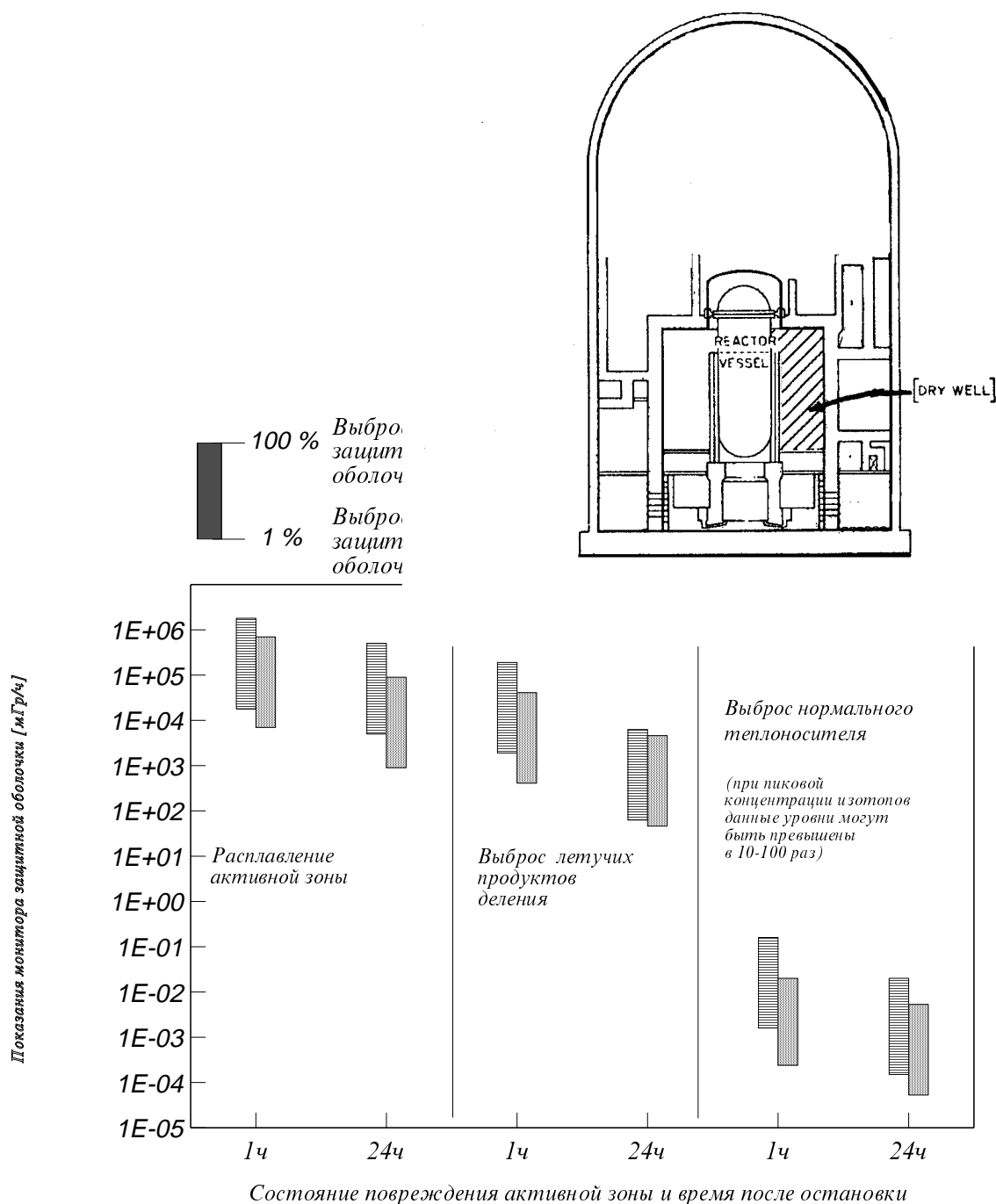


РИСУНОК А7 МОНИТОР ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРА ВВР МАРКИ III, МОКРЫЙ КОЛОДЕЦ

Принято что:

- ю выброс из активной зоны однородно перемешан в защитной оболочке;
- ю радиационный монитор защитной оболочки не заслонен и “видит” часть пространства защитной оболочки, заштрихованную на рисунках.

Принято, что газы (за исключением инертных) в результате орошения отводятся в ту часть пространства защитной оболочки, где монитор их “не видит”. Представлены показания монитора через 1 и 24 часа после остановки.

BWR MARK III CONTAINMENT DESIGN

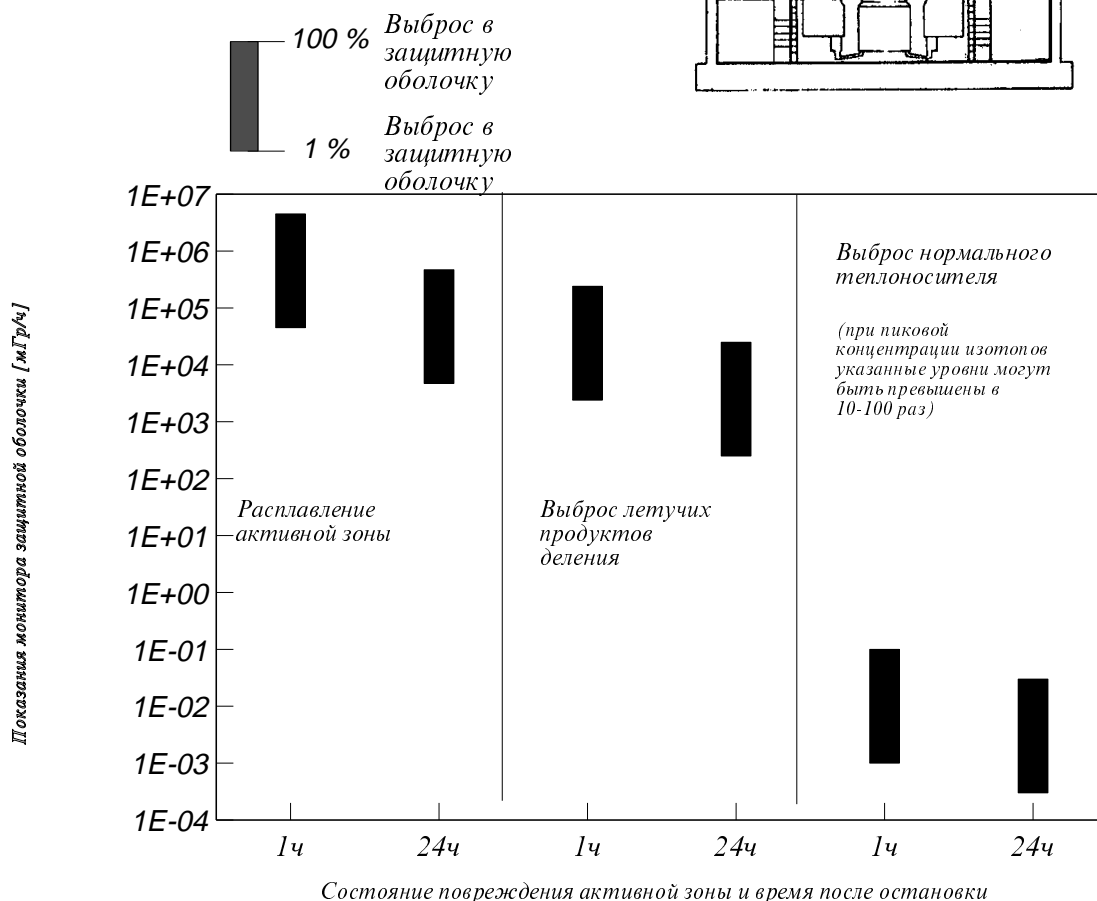
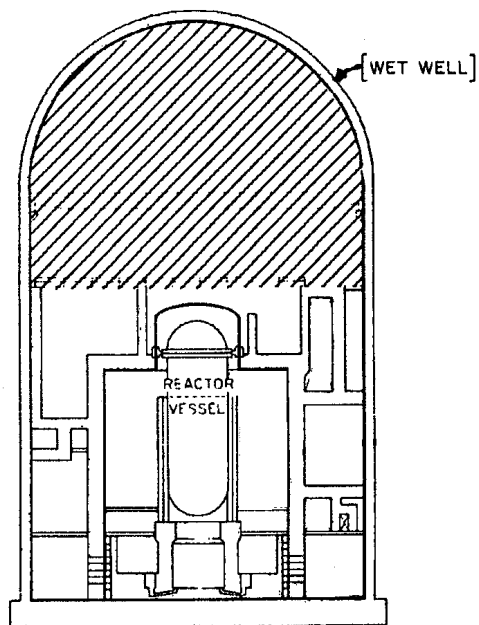


РИСУНОК А8 МОНИТОР ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРА ВВЭР-230

Принято что:

- ю выброс из активной зоны однородно перемешан в защитной оболочке;
- ю радиационный монитор защитной оболочки не заслонен и “видит” часть пространства защитной оболочки, заштрихованную на рисунках.

Принято, что газы (за исключением инертных) в результате орошения отводятся в ту часть пространства защитной оболочки, где монитор их “не видит”. Представлены показания монитора через 1 и 24 часа после остановки.

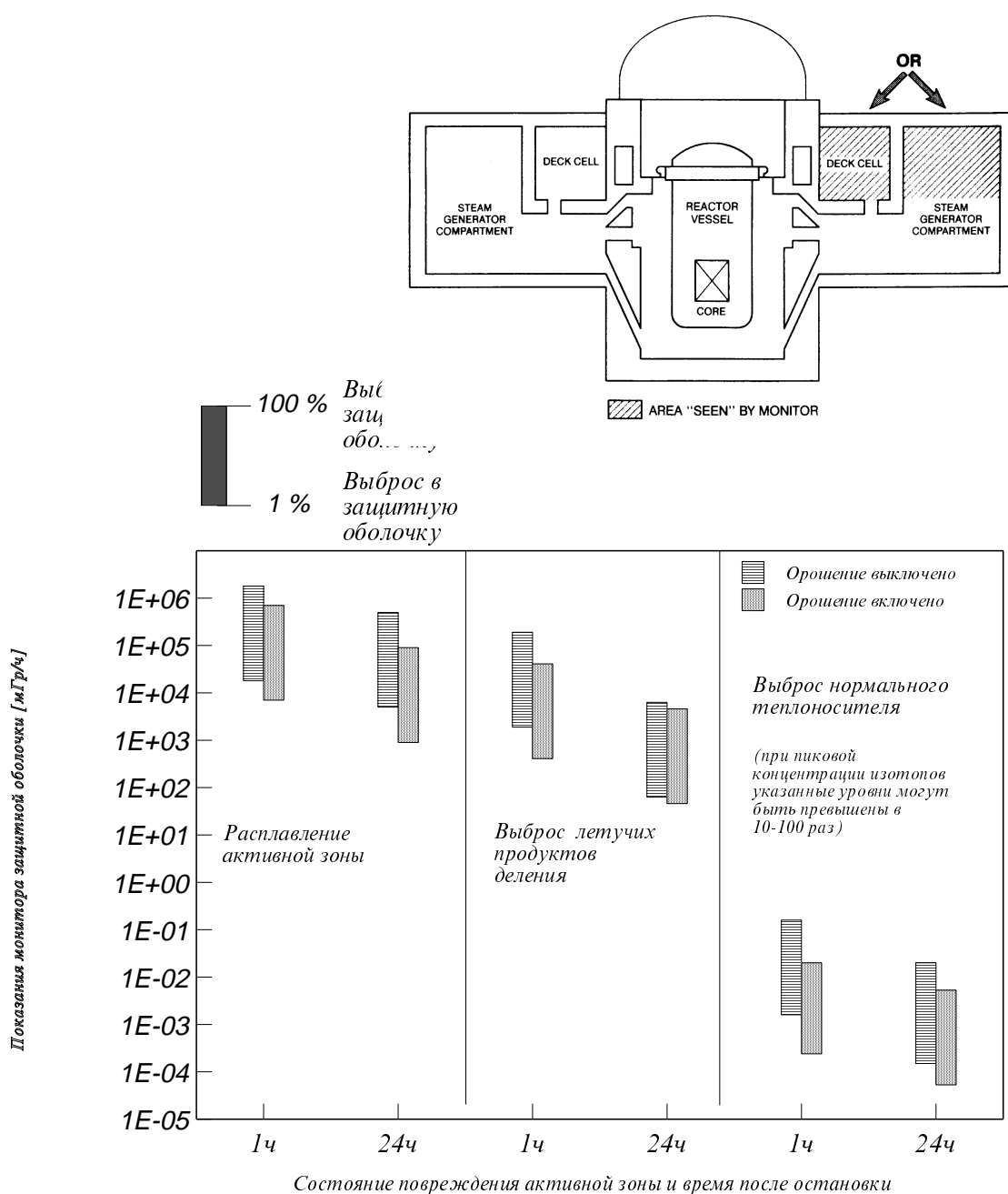
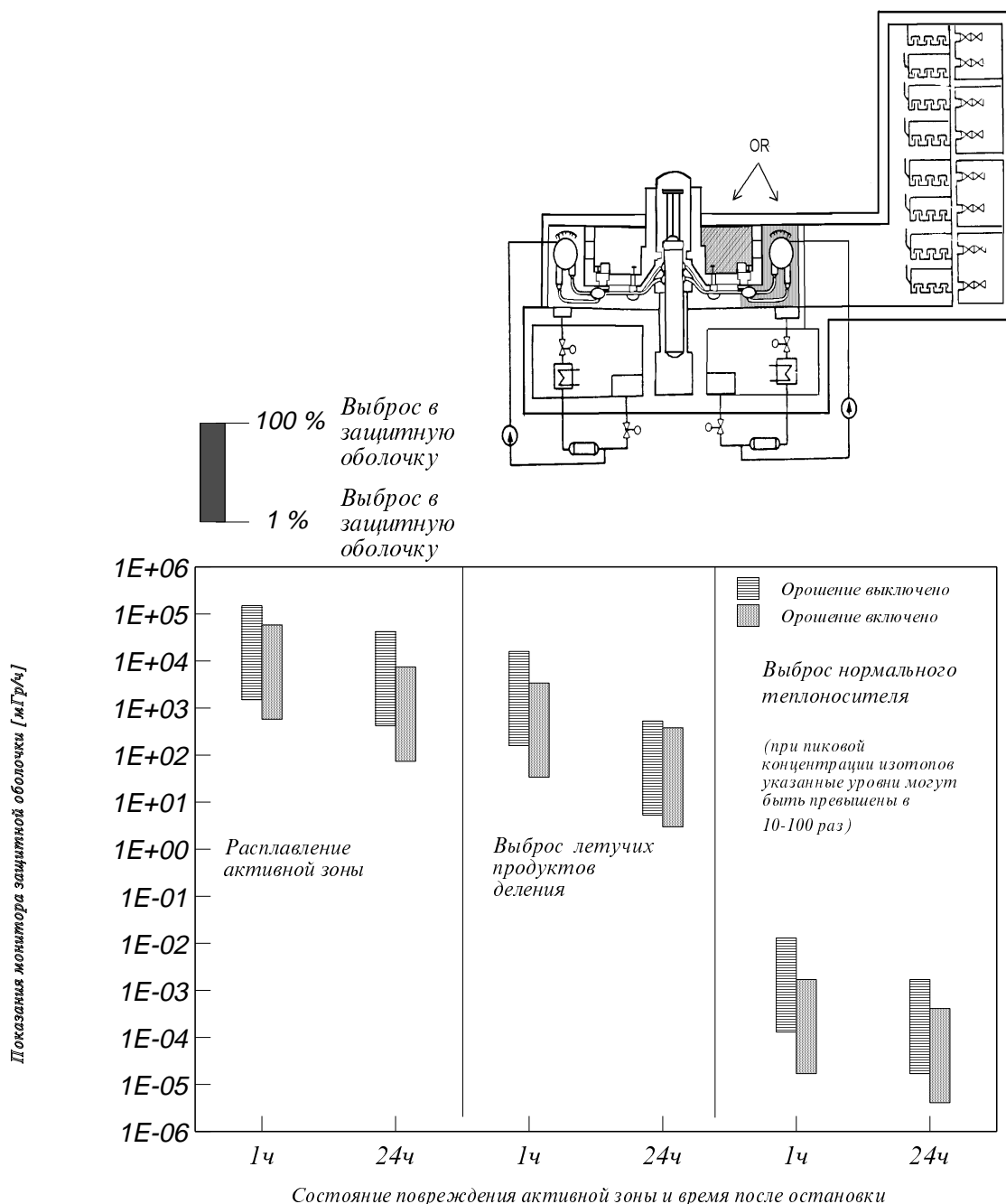


РИСУНОК А9
 МОНИТОР ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ РЕАКТОРА ВВЭР-213

Принято что:

- ю выброс из активной зоны однородно перемешан в защитной оболочке;
- ю радиационный монитор защитной оболочки не заслонен и “видит” часть пространства защитной оболочки, заштрихованную на рисунках.

Принято, что газы (за исключением инертных) в результате орошения отводятся в ту часть пространства защитной оболочки, где монитор их “не видит”. Представлены показания монитора через 1 и 24 часа после остановки.



Выполняется: Ответственным за оценку состояния станции	ИНСТРУКЦИЯ А2в	Стр. 1 из 4
	ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВАНИИ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИЗОТОПОВ В ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ	

Цель

Оценить повреждение активной зоны на основании концентраций изотопов в теплоносителе.

Обсуждение

Анализ образцов теплоносителя должен использоваться для оценки повреждения активной зоны только в тех случаях, когда результаты оценки по Инструкциям А2а и А2б неубедительны.

Концентрация изотопов в теплоносителе не обязательна для подтверждения повреждения активной зоны, поскольку возможно отсутствие теплоносителя для отбора пробы (т.е. нет потока воды через точки отбора проб); для отбора и анализа проб могут потребоваться часы; проба может оказаться нерепрезентативной. Пробы теплоносителя отбирать не следует, если при этом работник может получить большую дозу.

Вводные данные

ю Концентрации изотопов в теплоносителе первого контура после аварии.

Результат

ю Степень повреждения активной зоны.

Действие 1

Получить данные о концентрациях изотопов в теплоносителе первого контура после аварии, если это не приведет к облучению рабочих в высокой дозе.

Действие 2

Сравнить концентрации изотопов в теплоносителе первого контура после аварии со следующими данными:

Если реактор относится к следующему типу:	Использовать:
PWR с количеством теплоносителя в первом контуре $2E+05$ кг - $4E+05$ кг	Таблицу А5
BWR США	Таблицу А6
Реакторы с другими количествами теплоносителя	Нижеследующую формулу

Выполняется: Ответственным за оценку состояния станции	ИНСТРУКЦИЯ А2в	Стр.2 из 4
	ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ НА ОСНОВАНИИ КОНЦЕНТРАЦИЙ ИЗОТОПОВ В ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ	

Для других реакторов с количествами теплоносителя в первом контуре, значительно отличающимися от $2,5 \times 10^5$ кг, необходимо уточнить базовую концентрацию, указанную в Таблице А5 по следующей формуле:

$$C_{spec} = C_{tab} \times \frac{2,5 \times 10^5 \text{ [кг]}}{I_{prim} \text{ [кг]}} \times \frac{P_{plant} \text{ [МВт(th)]}}{3000 \text{ [МВт(th)]}}, \text{ где:}$$

- C_{spec} = Концентрации изотопов в теплоносителе для конкретного реактора
 C_{tab} = Концентрации изотопов в теплоносителе при выбросе летучих продуктов деления и при расплавлении активной зоны (из Таблицы А5)
 I_{prim} = Общее количество теплоносителя первого контура, [кг]
 P_{plant} = Средняя тепловая мощность станции [МВт(th)]

Действие 3

Определить, какое из состояний повреждения активной зоны в большей степени соответствует настоящему событию, и зарегистрировать в Карте А1.

Действие 4

Провести переоценку степени повреждения при любых значительных изменениях ситуации.

ТАБЛИЦА А5 БАЗОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОТОПОВ В ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ ДЛЯ PWR

Обсуждение: Данная таблица подготовлена для реакторов с количеством теплоносителя в первом контуре около $2.5E+0.5$ кг. Концентрации изотопов в случае выброса летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов и в случае расплавления активной зоны представлены для станции мощностью 3000 МВт(th) в случае, когда активная зона оставалась непокрытой, была повреждена и затем снова покрыта водой. Принято, что выбросы из активной зоны однородно смешаны с теплоносителем; отсутствует разведение концентрации вследствие подпитки воды.

Указанные величины базовых концентраций отражают ситуацию через 0.5 часа после остановки реактора, активная зона которого прошла хотя бы один цикл перегрузки топлива. Таблица переоценивает концентрацию радионуклидов Cs для реактора, находящегося в эксплуатации менее 18 месяцев.

Радионуклид	Концентрация нормальная и в 100 раз превышающая нормальную (а) [кБк/г]	Концентрация после > 20% выброса летучих продуктов деления (б) [кБк/г]	Концентрация после > 10% выброса при расплавлении активной зоны (б) (в) [кБк/г]
I-131	2E+00 - 2E+02	2E+05	7E+05
Cs-134	3E - 01 - 3E+01	1E+04	6E+04
Cs-137	3E - 01 - 3E+01	6E+03	3E+04
Ba-140	5E - 01 - 5E+01	НР	1E+05

- а) Основываясь на ANSI 84, необходимо заменить данные цифры концентрациями, характерными для конкретной ситуации.
- б) Принято, что активная зона оставалась непокрытой, затем произошло ее повреждение указанной степени и после этого снова была покрыта водой.
- в) Для повреждения активной зоны указанного уровня, в случае если она не была покрыта водой более 6 часов, необходимо рассматривать возможность расплавления дна корпуса реактора.
- НР Не рассчитано (нет данных).

**ТАБЛИЦА А6 БАЗОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИЗОТОПОВ В
ТЕПЛОНОСИТЕЛЕ ДЛЯ ВWR**

Обсуждение: Для случаев выброса летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов и для случаев расплавления активной зоны принято, что активная зона реактора мощностью 3000 МВт(th) оставалась непокрытой, была повреждена и затем снова покрыта водой. Принято, что выбросы из активной зоны однородно смешаны с теплоносителем в системе охлаждения реактора и бассейне понижения давления; отсутствует разведение концентрации вследствие подпитки воды. Указанные величины базовых концентраций отражают ситуацию через 0.5 часа после остановки реактора, активная зона которого прошла хотя бы один цикл перегрузки топлива. Таблица переоценивает концентрацию радионуклидов Cs для реактора, находящегося в эксплуатации менее 18 месяцев.

Радионуклид	Концентрация нормальная и в 100 раз превышающая нормальную (а) [кБк/г]	Концентрация после > 20% выброса летучих продуктов деления (б) [кБк/г]	Концентрация после > 10% выброса при расплавлении активной зоны (в) [кБк/г]
I-131	7E - 02 - 7E+00	8E+03	4E+04
Cs-134	1E - 03 - 1E+01	8E+02	4E+03
Cs-137	3E - 03 - 3E+01	6E+02	3E+03
Ba-140	2E - 02 - 2E+00	НР	7E+03

- а) Основываясь на ANSI 84, необходимо заменить данные цифры концентрациями изотопов, характерными для конкретной ситуации.
- б) Принято, что активная зона оставалась непокрытой, затем произошло ее повреждение указанной степени и после этого снова покрыта водой. Также принято, что продукты деления в равной степени распределены в системе охлаждения реактора и бассейне понижения давления.
- в) Для повреждения активной зоны указанного уровня, в случае если она не была покрыта водой более 6 часов, необходимо рассматривать возможность расплавления дна корпуса реактора.
- НР Не рассчитано (нет данных).

<i>Выполняется: Ответственным за оценку состояния станции</i>	ИНСТРУКЦИЯ А2г	<i>Стр.1 из 1</i>
	ОЦЕНКА ПОВРЕЖДЕНИЯ ОТРАБОТАННОГО ТОПЛИВА	

Цель

Оценить аварии, включающие потерю охладителя из бассейна выдержки отработанного топлива.

Обсуждение

Данная инструкция предназначена только для бассейна выдержки отработанного топлива, перемещенного из реактора в течение последних 3 лет.

Если бассейн осушен в течение более 2 часов и орошается водой в недостаточной степени (< 25 м³/ч), это может привести к повреждению отработанного топлива. Свидетельством осушения бассейна являются высокие уровни радиации в зоне бассейна.

Вводные данные

ю Уровень воды в бассейне.

Результат

ю Состояние отработанного топлива.

Действие 1

Следует допустить возможность выброса летучих продуктов деления в результате повреждения оболочек твэлов отработанного топлива, если:

- а). уровень орошения водой отработанного топлива менее 25 м³/ч ,
- б). топливо в бассейне не покрыто водой в течение более 2 часов.

Если повреждение топлива произошло под водой, может произойти только выброс незначительного количества Кг.

Действие 2

Зарегистрировать результаты в Карте А1.

Действие 3

Провести переоценку степени повреждения при любых значительных изменениях ситуации.

<i>Выполняется:</i> <i>Ответственным за оценку состояния станции</i>	ИНСТРУКЦИЯ АЗ	<i>Стр. 1 из 4</i>
	ОЦЕНКА ПУТЕЙ И УСЛОВИЙ ВЫБРОСА	

Цель

Оценить существующие и потенциальные пути и условия выброса в атмосферу.

Обсуждение

Пути и условия выброса являются решающими для интерпретации результатов измерений образцов окружающей среды. Для того, чтобы убедиться, что все выбросы находятся под наблюдением и отсутствуют выбросы, не установленные или невыявленные показаниями приборов, необходимо исследовать все потенциальные пути выброса.

Вводные данные

ю Состояние систем станции.

Результат

ю Оцененные существующие и потенциальные пути и условия выброса.

Действие 1

Определить все пути, по которым может произойти выброс в атмосферу. В качестве руководства использовать Таблицу А7.

Действие 2

Для установленных путей выброса определить, является ли выброс уменьшенным, а также мощность выброса. В качестве руководства использовать Таблицы А8 и А9.

Действие 3

Зарегистрировать результаты в Карте А1.

Действие 4

Провести переоценку при любых значительных изменениях ситуации.

ТАБЛИЦА А7 РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ ПУТИ ВЫБРОСА

Возможные пути выброса	Свидетельства
<p>Выброс из защитной оболочки: <i>Выброс за пределы первого контура через защитную оболочку в атмосферу.</i></p>	<p>Расплавление активной зоны, до тех пор, пока она не покрыта водой в течение нескольких часов или Высокие показатели давления, температуры или уровней радиации в защитной оболочке</p>
<p>Выброс через байпас в сухих условиях: <i>Активная зона непокрыта и выброс идет сухим путем из системы первого контура в атмосферу в обход защитной оболочки. К таким ситуациям относятся разрыв трубы парогенератора и авария с потерей теплоносителя.</i></p>	<p>Уровень воды ниже верха активной зоны и Высокие показатели давления, температур или уровней радиации за пределами защитной оболочки и Низкие показатели давления, температур или уровней радиации в защитной оболочке</p>
<p>Выброс через байпас во влажных условиях: <i>Активная зона покрыта и выброс происходит с загрязненным теплоносителем из системы первого контура в атмосферу в обход защитной оболочки. К таким ситуациям относятся разрыв трубы парогенератора и авария с потерей теплоносителя.</i></p>	<p>Система первого контура наполнена водой и Высокие показатели давления, температур или уровней радиации за пределами защитной оболочки и Низкие показатели давления, температур или уровней радиации в пределах защитной оболочки</p>
<p>Выброс из бассейна отработанного топлива: Топливо в бассейне повреждено.</p>	<p>Высокие показатели температуры или уровней радиации в зоне бассейна отработанного топлива</p>

ТАБЛИЦА А8 РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСЛОВИЙ ВЫБРОСА В АТМОСФЕРУ

Обсуждение: В данном руководстве представлены характеристики уменьшенного и неуменьшенного выбросов. Выброс уменьшается на пути в атмосферу, если в результате различных процессов (орошение и т.д.) из выброса отводится значительное количество радиойода и частиц.

Метод уменьшения	Принять, что выброс уменьшен с помощью данного метода, если:
Выброс из защитной оболочки	
Орошение	Выброс проходит через орошаемое пространство защитной оболочки.
Глубина бассейна > 2 м	Выброс проходит через бассейн понижения давления защитной оболочки, глубиной по крайней мере 2 м. Бассейн охлажден (не кипит). <i>Принять, что выброс не уменьшен, если выброс может идти в обход бассейна.</i>
Фильтры	Выброс медленно проходит через фильтр в сухих условиях. <i>Принять, что выброс не уменьшен, если он значителен или происходит во влажных условиях, так как при этом фильтры могут засориться и отказать в работе. Обычно считают, что выброс не уменьшен, если фильтры расположены в защитной оболочке, так как большой выброс может засорить фильтры.</i>
Ледовый конденсатор	Выброс рециркулирует через лед в течение нескольких часов. <i>Принять, что выброс не уменьшен, если не происходит рециркуляции выброса через лед в течение нескольких часов, выброс идет в обход конденсатора льда или если запасы льда истощены до момента выброса из активной зоны</i>
Выброс через байпас в сухих условиях	
Фильтры	Так же, как указано выше.
Выброс через байпас во влажных условиях	
Барботаж в парогенератор	Выброс из разрыва трубы парогенератора уменьшен, если: а). разрыв в трубе парогенератора ВВЭР или U-трубе, б). разрыв находится ниже уровня воды второго контура, в). второй контур содержит недостаточное количество воды, г). одиночное повреждение трубы. <i>Принять, что выброс не уменьшен, если: а). происходит через парогенератор, б). второй контур наполнен водой, в). множественное повреждение трубы, г). разрыв в трубе расположен выше уровня воды второго контура</i>
Барботаж в конденсатор	Выброс через систему газообразных отходов действующего конденсатора.
Выброс из бассейна отработанного топлива	
Орошение	Выброс через орошаемую зону.
Фильтры	Так же, как указано выше.

ТАБЛИЦА А9 РУКОВОДСТВО ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МОЩНОСТИ ВЫБРОСА

Обсуждение: Мощность выброса очень трудно, если не невозможно определить на ранней стадии аварии, и, в то же время, это - важнейший параметр, определяющий последствия аварии за пределами площадки. Поэтому следует пытаться ранжировать мощность выброса между ее лучшей оценкой и разумно выбранным худшим случаем. Для целей данного Руководства даются лишь некоторые оценки возможной мощности выброса. Выберите наиболее подходящую к реальным условиям.

Мощность	Принять, если:
Выброс из защитной оболочки	
100% в час	Быстрое падение давления в защитной оболочке.
Большая часть выброса из активной зоны будет продолжаться в течение нескольких часов	Расплавление активной зоны до тех пор, пока она не покрыта водой в течение нескольких часов. Давление в защитной оболочке > ___ (вставить специфическое для конкретного реактора значение, в 2 раза превышающее проектный уровень) Концентрация Н ₂ > ___ (вставить специфическое для конкретного реактора значение). Открыт выпускной клапан защитной оболочки
100% в сутки	Для изолированных защитных оболочек с проектной мощностью утечки > 1% в сутки. Для неполностью изолированных защитных оболочек.
<0.1% в сутки	Для изолированных защитных оболочек с проектной мощностью утечки < 1% в сутки.
Выброс через байпас в сухих условиях	
100% в час	Высокое давление в системе первого контура.
100% в сутки	Падение давления в системе первого контура.
Выброс через байпас во влажных условиях	
100 м ³ /ч 100% теплоносителя за 1 час	Для множественных разрывов трубы парогенератора или в случае единичного разрыва и высокого давления в системе первого контура. Для аварии с потерей теплоносителя, которая произошла при высоком давлении в системе первого контура.
10 м ³ /ч 10% теплоносителя за 1 час	Для разрыва одной трубы парогенератора при падении давления в системе первого контура. Для аварии с потерей теплоносителя, которая произошла при падении давления в системе первого контура.
Выброс из бассейна отработанного топлива	
100% в час	Свидетельства значительного повреждения конструкций бассейна, например, высокие уровни радиации в других зонах.
100% в сутки	Бассейны расположены в конструкциях с проектной мощностью утечки > 1% в сутки.
< 0.1% в сутки	Бассейны расположены в изолированных структурах с проектной мощностью утечки < 1% в сутки.

РАЗДЕЛ Б
ДЕЙСТВИЯ ОТВЕТСТВЕННОГО
ЗА ЗАЩИТУ НАСЕЛЕНИЯ

ВНИМАНИЕ: инструкции в этом разделе должны быть уточнены в соответствии с местными условиями и особенностями реактора

Выполняется: Ответственным за защиту населения	ИНСТРУКЦИЯ Б1	<i>Стр. 1 из 9</i>
	ОЦЕНКА ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ	

Цель

Определить защитные мероприятия для населения.

Обсуждение

Защитные мероприятия вначале проводятся на основании классификации аварии. Целью неотложных защитных мероприятий является предотвращение ранних медицинских эффектов или высоких доз облучения. Затем необходимость защитных мероприятий пересматривается на основании измерений в окружающей среде.

Защитные мероприятия должны проводиться для всех групп населения в равной степени. Например, эвакуацию детей необходимо проводить вместе с семьей везде, где это возможно. Если в случае каких то причин (например, ограниченные ресурсы и т.д.), проведение защитных мероприятий в равной степени невозможно, необходимо уделить основное внимание защите детского населения и других групп повышенного риска.

Вводные данные

- ю Классификация аварии из Карты А1
- ю Значения МЭД и концентрация радионуклидов в образцах из Карт Г2, Г3, Г5, Г6.
- ю Протяженность территорий, на которых планируются защитные мероприятия, из Карты Д1.
- ю Значения ДУВ, пересмотренные на основании результатов изотопного анализа образцов из Карт Е1, Е2.

Результат

- ю Рекомендации о мерах защиты населения для официальных властей за пределами станции.

Действие 1

Получить информацию о ситуации от Руководителя оценки аварии. В процессе работы руководствоваться инструкциями по радиационной защите, полученными от Ответственного за радиационную защиту персонала.

Действие 2

Оценить необходимые защитные мероприятия для населения на основании следующего:

В течение следующего этапа аварии:	Использовать:
<i>В любое время:</i> на основании классификации аварии	Таблицу Б1
<i>Во время выброса:</i> на основании результатов прогнозирования и измерений МЭД в факеле	Таблицу Б2
<i>После прохождения облака:</i> на основании уровней выпадения радионуклидов и измерений МЭД	Таблицу Б3

Действие 3

Заполнить Карты Б1 и Б2 и передать их по инстанциям. В случае появления любых изменений в оценке защитных мероприятий, немедленно информировать Руководителя оценки аварии.

Действие 4

После получения результатов анализа проб окружающей среды, пересмотреть ДУВ, используя Таблицу Б4. Пересмотр ДУВ осуществляется в случае:

- стабильности аварийной ситуации,
- ясности картины аварии,
- существенного влияния значений пересмотренных ДУВ на проведение защитных мероприятий.

Действие 5

После исчезновения угрозы мощного выброса и при получении результатов полного анализа состава выпадений запросить у Специалиста по анализу проб расчет ДУВ для временного и постоянного переселения, используя Инструкцию Е2.

Действие 6

Приостановить осуществление защитных мероприятий, если для этого появились необходимые условия.

Разрешить реэвакуацию при выполнении следующих условий:

- (а) отсутствует возможность мощного выброса,
- (б) значения МЭД ниже значений ДУВ для временного переселения в любой последующий месяц или для постоянного переселения (рассчитанных в Действии 5),
- (в) на станции отсутствуют условия, которые могут привести к Общей Аварии или Местной Аварии,
- (г) эвакуированные, возвращающиеся на загрязненные территории, предупреждены о возможности будущего переселения после полной оценки радиационной обстановки.

Укрытие и проведение йодной профилактики следует приостановить при следующих условиях:

- (а) отсутствует возможность мощного выброса,
- (б) на станции отсутствуют условия, которые могут привести к Общей Аварии или Местной Аварии,
- (в) МЭД ниже уровней вмешательства для укрытия и эвакуации.

Ограничение потребления пищевых продуктов следует приостановить, если:

- (а) отсутствует возможность мощного выброса,
- (б) результаты анализа проб свидетельствуют о том, что содержание радионуклидов в пищевых продуктах ниже уровней вмешательства для данной территории.

Действие 7

Учредить Комиссию, включающую национальных и международных экспертов, для определения критериев долговременного переселения и ограничения потребления пищевых продуктов, соответствующих международным рекомендациям.

Действие 8

Регистрировать все значительные действия и/или решения в журнале.

Действие 9

По окончании Вашей смены убедиться в полной информированности сменяющего Вас о существующей обстановке.

ТАБЛИЦА Б1: ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ОСНОВАНИИ КЛАССИФИКАЦИИ АВАРИИ

Защитные мероприятия (а)	Класс Аварии	
	Местная авария	Общая авария (в)
Эвакуировать или укрыть людей, чье присутствие на станции не является необходимым	ю	ю
Провести блокирование щитовидной железы, обеспечить защиту органов дыхания и предоставить индивидуальные дозиметры для персонала станции и аварийных рабочих. Информировать их о допустимых пределах облучения	ю	ю
Приготовиться к эвакуации или укрытию населения на территории Зоны превентивных защитных мероприятий и Зоны неотложных защитных мероприятий (б)	ю	
Эвакуировать или осуществить эффективное укрытие населения на территории Зоны превентивных защитных мероприятий (б), (в), (г)		ю
Осуществить блокирование щитовидной железы и временное укрытие населения территории зоны неотложных защитных мероприятий (б), (в), (д)		ю
Рекомендовать населению территории в пределах 300 км не потреблять потенциально загрязненные пищевые продукты и молоко (е)		ю
Информировать работников сельского хозяйства и пищевой промышленности о необходимости срочных сельскохозяйственных контрмер (ж)		ю
Организовать систему регистрации лиц, потенциально получивших высокие дозы облучения, для последующего медицинского наблюдения		ю

- (а) Не прекращать защитные мероприятия, основанные на состоянии станции, до исчезновения угрозы повреждения активной зоны и уменьшения возможности мощного выброса.
- (б) Установленные (по умолчанию) размеры Зон представлены в Таблице Б5.
- (в) Время укрытия не должно превышать 24-48 часов. Эффективность укрытия должна быть подтверждена результатами измерений, особенно в зонах высоких доз облучения. При временном укрытии следует находиться внутри помещений с плотно закрытыми окнами и дверями и ожидать дальнейшую информацию по радио или ТВ. Эффективное укрытие достигается при использовании специально спроектированных сооружений, либо подвалов больших кирпичных домов.
- (г) Эвакуация населения должна проводиться даже после начала выброса, за исключением ситуаций, препятствующих передвижению (например, сильный снегопад). Людей, ожидающих эвакуацию, необходимо проинструктировать, чтобы они находились в домах и приняли препараты для блокирования щитовидной железы, если это возможно.
- (д) Распределение среди населения препаратов для блокирования щитовидной железы не должно препятствовать эвакуации или укрытию населения.
- (е) Ограничение потребления пищевых продуктов, молока и питьевой воды должно быть пересмотрено на основании результатов анализа проб после выброса. При недостатке продуктов ограничение потребления может быть ослаблено.
- (ж) Введение срочных сельскохозяйственных контрмер предупреждает поедание загрязненной растительности пасущимися животными и прямое загрязнение сельскохозяйственных продуктов. К ним относятся: перевод животных на стойловое содержание, укрытие грядок, хранилищ продуктов и кормов, открытых источников воды пленками и т.п. [IAEA94A]

ТАБЛИЦА Б2: ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЙ В ФАКЕЛЕ

Основание	ДУВ N	Установленные критерии	Защитные мероприятия
Прогнозирования		Результаты прогнозирования свидетельствуют о необходимости проведения неотложных защитных мероприятий	Провести укрытие и подготовиться к эвакуации с территорий, определенных в результате прогнозирования
МЭД в факеле	1	1 мЗв/ч (а)(б)(г)	Эвакуировать или обеспечить эффективное укрытие (в) для данного сектора, двух соседних секторов и ближайших к станции секторов. Необходимо проинструктировать население о необходимости оставаться внутри помещений с плотно закрытыми дверями и окнами до эвакуации.
	2	0.1 мЗв/ч (г)	Если возможно, провести блокирование ЦЖ, находиться внутри помещений, плотно закрыть окна и двери, ожидать дальнейших инструкций по радио или ТВ

- (а) Описания действующих уровней вмешательства (ДУВ) даны в Таблице Б4.
(б) При отсутствии свидетельств повреждения активной зоны ДУВ1 = 10 мЗв/ч.
(в) Эффективное укрытие достигается при использовании специально спроектированных сооружений, либо подвалов больших кирпичных домов. Время укрытия не должно превышать 24-48 часов. Эффективность укрытия необходимо подтверждать результатами измерений, особенно в зонах высоких доз облучения.
(г) Провести мониторинг эвакуированных и проинструктировать их о методах дезактивации.

ТАБЛИЦА Б3: ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВАНИИ ИЗМЕРЕНИЙ МЭД, УРОВНЕЙ ВЫПАДЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ КОНЦЕНТРАЦИИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ.

Основание	ДУВ N	Установленные критерии		Защитное мероприятие
МЭД от выпадений	3	1 мЗв/ч		Эвакуировать или обеспечить эффективное укрытие населения сектора
	4	0.2 мЗв/ч (а)(б)(в)		Рассмотреть вопрос о переселении жителей из сектора
	5	1 мкЗв/ч (г)		Ограничить потребление потенциально загрязненных пищевых продуктов, молока и питьевой воды до оценки содержания радионуклидов в образцах
Плотность загрязнения почвы		Продукты общего потребления	Молоко и питьевая вода	Ограничить потребление потенциально загрязненных пищевых продуктов, молока и питьевой воды до оценки содержания радионуклидов в образцах
I-131	6	10 кБк/м ² (а)(д)	2 кБк/м ² (а)(д)(е)	
Cs-137	7	2 кБк/м ² (а)(д)	10 кБк/м ² (а)(д)(е)	
Концентрация радионуклидов в пищевых продуктах, молоке и питьевой воде		Продукты общего потребления	Молоко и питьевая вода	Ограничить потребление
I-131	8	1 кБк/кг (а)(д)	0.1 кБк/кг (а)(д)	
Cs-137	9	0.2 кБк/кг (а)(д)	0.3 кБк/кг (а)(д)	

- (а) Пересчитать, как только это будет возможно, на основании результатов анализа образцов согласно Таблице Б4.
- (б) Для периода 2-7 дней после аварии.
- (в) Проводить переселение при более высоких уровнях МЭД, если переселение сопряжено с тяжелыми последствиями.
- (г) Уровень МЭД 1мкЗв/час выбран для определения зон со значениями МЭД, превышающими фоновый уровень.
- (д) Использовать более высокие значения ДУВ, если продуктов недостаточно или если они обработаны для снижения загрязнения (например, мойка, очистка от кожи или верхних листьев, или в результате распада радионуклидов). Смотри Раздел Е.
- (е) Для козьего молока умножить на 0.10
- (ж) Результаты измерений должны быть сопоставлены отдельно с ДУВ для I-131 и Cs-137.

ТАБЛИЦА Б4: УСТАНОВЛЕННЫЕ (ПО УМОЛЧАНИЮ) ДЕЙСТВУЮЩИЕ УРОВНИ ВМЕШАТЕЛЬСТВА

ДУВ #	Установленный уровень	<p>А - защитное мероприятие</p> <p>Б - определение</p> <p>В - принятые допущения^а</p>	Инструкция для пересмотра установленного уровня
ДУВ1	1 мЗв/час	<p>А - Рекомендовать эвакуацию или эффективное укрытие.</p> <p>Б - МЭД от факела.</p> <p>В - Рассчитано при следующих допущениях: выброс не уменьшенный, в выбросе типичная для расплавления активной зоны смесь изотопов; ингаляционная доза в 10 раз превышает дозу внешнего облучения; облучение от облака в течение 4 часов; предотвращенная доза 50 мЗв (уровень вмешательства МАГАТЭ для эвакуации)</p>	E1
ДУВ2	0.1 мЗв/час	<p>А - Рекомендовать блокирование ЩЖ и временное укрытие.</p> <p>Б - МЭД от факела.</p> <p>В - Рассчитано при следующих допущениях: выброс не уменьшенный, в выбросе типичная для расплавления активной зоны смесь изотопов; доза на ЩЖ от ингаляционного поступления радиойода в 200 раз превышает дозу внешнего облучения; облучение от облака в течение 4 часов; предотвращенная доза в ЩЖ 100 мЗв (уровень вмешательства МАГАТЭ для блокирования щитовидной железы).</p>	E1
ДУВ3	1 мЗв/час	<p>А - Рекомендовать эвакуацию или эффективное укрытие.</p> <p>Б - МЭД от выпадений.</p> <p>В - Рассчитано при следующих допущениях: предотвращенная доза 50 мЗв (уровень вмешательства МАГАТЭ для эвакуации), период облучения 1 неделя; примерно 75% дозы уменьшается в результате распада радионуклидов, укрытия людей и их занятий.</p>	нет
ДУВ4	0.2 мЗв/час	<p>А - Рекомендовать временное переселение.</p> <p>Б - МЭД от выпадений.</p> <p>В - Рассчитано при следующих допущениях: предотвращенная доза 30 мЗв (уровень вмешательства МАГАТЭ для временного переселения в первый месяц), период облучения 30 дней, содержание радионуклидов в выпадениях типично для 4-го дня после расплавления активной зоны; 50% уменьшение дозы в результате распада радионуклидов и занятости людей; действительно в течение 2-7 дней после остановки реактора.</p>	E2

ДУВ #	Установленный уровень		А - защитное мероприятие Б - определение В - принятые допущения ^а	Инструкция для пересмотра установленного уровня
ДУВ5	1 мкЗв/час		<p>А - Рекомендовать ограничение потребления пищевых продуктов, молока и питьевой воды в качестве меры предосторожности.</p> <p>Б - МЭД от выпадений.</p> <p>В - Рассчитано при допущении, что на любой территории, где МЭД от выпадений превышает фоновый уровень, загрязнение продуктов может превышать уровни действия. Данное допущение оправдано для большинства аварий с расплавлением активной зоны при непосредственном загрязнении продуктов или получении молока от коров, поедавших загрязненную траву.</p>	нет
ДУВ6	Продукты общего потребления (П)	Молоко и питьевая вода (М)	<p>А - рекомендовать ограничение потребления пищевых продуктов, молока или питьевой воды.</p> <p>Б - Содержание I-131 (изотоп-маркер) в почве .</p> <p>В - Рассчитано при допущениях: преобладание I-131 (типично для первых 30 дней после аварии с расплавлением активной зоны); продукты загрязнены непосредственно (поверхностно) и потребляются немедленно без предварительной обработки; молоко получено от коров, поедавших загрязненную траву; уровни действия МАГАТЭ даны в Таблице Е6, группы 1 и 5).</p>	Е3
	10 кБк/м ²	2 кБк/м ²		
ДУВ7	2 кБк/м ²	10 кБк/м ²	<p>А - рекомендовать ограничение потребления пищевых продуктов, молока или питьевой воды.</p> <p>Б - Содержание Cs-137 (изотоп-маркер) в почве.</p> <p>В - Рассчитано на основании допущений: состав выброса, типичный для временного периода через 30 дней после аварии с расплавлением активной зоны; продукты загрязнены непосредственно (поверхностно) и потребляются немедленно без предварительной обработки; молоко получено от коров, поедавших загрязненную траву; уровни действия МАГАТЭ даны в Таблице Е6, Группы 1 и 4.</p>	Е3
ДУВ8 ⁶	1 кБк/кг	0.1 кБк/кг	<p>А - рекомендовать ограничение потребления пищевых продуктов, молока или питьевой воды.</p> <p>Б - Содержание I-131 (изотоп-маркер) в пробах пищевых продуктов, молока, воды.</p> <p>В - Рассчитано на основании допущений: состав выброса, типичный для первых 30 дней после аварии с расплавлением активной зоны; продукты потребляются немедленно без переработки, позволяющей уменьшить содержание радионуклидов; уровни действия МАГАТЭ даны в Таблице Е6, Группы 1 и 5.</p>	Е5

ДУВ #	Установленный уровень		А - защитное мероприятие Б - определение В - принятые допущения ^а	Инструкция для пересмотра установленного уровня
ДУВ9 ^б	0.2 кБк/кг	0.3 кБк/кг	<p>А - рекомендовать ограничение потребления пищевых продуктов, молока или питьевой воды.</p> <p>Б - Содержание Cs-137 (изотоп-маркер) в пробах пищевых продуктов, молока, воды.</p> <p>В - Рассчитано на основании допущений: состав выброса, типичный для временного периода через 30 дней после аварии с расплавлением активной зоны; продукты потребляются немедленно без переработки, позволяющей уменьшить содержание радионуклидов; уровни действия МАГАТЭ даны в Таблице Е6, Группы 1 и 4.</p>	Е5

^а - допущения полностью представлены в Приложении 1.

^б - содержание радионуклидов в питьевой воде оценивают на основании анализа проб (ДУВ 8,9).

Таблица Б5: РЕКОМЕНУЕМЫЕ РАЗМЕРЫ ЗОН ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ^а

Мощность реактора МВт(th)	Зона превентивных защитных мероприятий	Зона неотложных защитных мероприятий	Зона долговременных защитных мероприятий
2 - 50 МВт(th)	на площадке	0.5 - 2 км	5 - 20 км
> 50-100 МВт(th)	на площадке	1.5 - 2 км	15 - 20 км
> 100 МВт(th)	3-5 км	10 - 25 км	50 - 100 км

а: рекомендуемые размеры зон являются примерными. Действительные границы и размеры зон должны быть установлены после рассмотрения местных условий.

Источник: IAEA 97

РАЗДЕЛ В
ДЕЙСТВИЯ ОТВЕТСТВЕННОГО ЗА
РАДИАЦИОННУЮ ЗАЩИТУ ПЕРСОНАЛА

ВНИМАНИЕ: инструкции в этом разделе должны быть уточнены в соответствии с местными условиями и особенностями реактора

<i>Выполняется:</i> <i>Ответственным за радиационную защиту персонала</i>	ИНСТРУКЦИЯ В1	<i>Стр. 1 из 2</i>
	РУКОВОДСТВО ПО РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ АВАРИЙНЫХ РАБОЧИХ	

Цель

Обеспечить аварийных рабочих инструкцией по возвращению.

Обсуждение

Инструкции по возвращению аварийных рабочих должны выражаться в значениях накопленной дозы внешнего облучения по показаниям прямопоказывающего индивидуального дозиметра. Следует предпринимать все разумные усилия, чтобы не превысить эту дозу. Эти уровни рассчитаны с учетом дозы от ингаляции радионуклидов при аварии с расплавлением зоны в предположении, что щитовидная железа заблокирована. Загрязнение кожи может также быть значительным источником облучения и привести к детерминированным эффектам у рабочих в зонах высокого загрязнения, если они не обеспечены защитной одеждой.

Значения доз для возвращения аварийных рабочих должны служить рекомендациями, а не пределами. Должно быть принято решение по их использованию.

После окончания ранней фазы аварии необходимо подтвердить общую дозу, полученную аварийным рабочим, до того, как он будет участвовать в работах, во время которых возможно дополнительное облучение.

Вводные данные

- ю Тип использованных мер индивидуальной защиты.
- ю Вид работ, выполненных аварийными рабочими.

Результат

- ю Инструкция по возвращению аварийных рабочих.

Действие 1

Получить информацию о ситуации от Руководителя оценки аварии. В процессе работы руководствоваться инструкциями по радиационной защите.

Действие 2

С помощью Таблицы В1 определить первоначальные дозовые рекомендации по возвращению аварийных рабочих.

Действие 3

Провести инструктаж аварийных рабочих по следующим вопросам:

- (а) предпринимать усилия для не превышения доз, являющихся рекомендациями для возвращения,
- (б) провести блокирование щитовидной железы (Общая Авария, Местная Авария),
- (в) [вставить дополнительные инструкции, специфические для конкретного места или организации].

Действие 4

Если значения дозовых рекомендаций, рассчитанные на основании анализа образцов воздуха (Инструкция Е1) или других параметров (См. ссылки к Таблице В1), значительно отличаются от указанных в Таблице В1, необходимо пересмотреть используемые значения и провести инструктаж рабочих по поводу новых рекомендаций.

Действие 5

Регистрировать все значительные действия и /или решения в журнале.

Действие 6

По окончании Вашей смены убедиться в полной информированности сменяющего Вас о существующей обстановке.

ТАБЛИЦА В1 ДОЗОВЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВОЗВРАЩЕНИЮ АВАРИЙНЫХ РАБОЧИХ, ВЫРАЖЕННЫЕ В ЕДИНИЦАХ НАКОПЛЕННОЙ ДОЗЫ ВНЕШНЕГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ

ДЕЙСТВИЯ	Допустимые дозы облучения аварийных рабочих (мЗв)
Вид 1: ю Действия по спасению жизни ю Действия по предотвращению повреждения активной зоны или большого выброса	> 250 (а)(б)
Вид 2: ю Предотвращение облучения тяжелой степени ю Предотвращение высоких коллективных доз ю Предотвращение развития катастрофических ситуаций ю Восстановление систем безопасности работы реактора ю Мониторинг мощности дозы гамма-излучения (МЭД) за пределами площадки	< 50 (а)
Вид 3: ю Кратковременные восстановительные операции ю Осуществление неотложных защитных мероприятий ю Отбор проб окружающей среды	< 25 (а)
Вид 4: ю Долговременные восстановительные операции ю Работы, не связанные непосредственно с аварией	Пределы профессионального облучения (IAEA 96)

- (а) Принято, что блокирование щитовидной железы проведено до облучения. Если блокирование не проведено, следует разделить значение допустимой дозы на 5; если органы дыхания защищены, либо отсутствует воздушный выброс - умножить значение допустимой дозы на 2. Рабочие должны быть добровольцами и знать о потенциальных последствиях облучения.
- (б) Эта доза может быть превышена, если к тому имеются серьезные основания. Однако, все усилия должны быть направлены на не превышение этой дозы облучения (порог детерминированных эффектов). Аварийные рабочие должны пройти обучение по вопросам радиационной защиты и понимать риск, которому они подвергаются.

РАЗДЕЛ Г
ДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИСТА ПО
МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ВНИМАНИЕ: инструкции в этом разделе должны быть уточнены в соответствии с местными условиями и особенностями реактора

<p><i>Выполняется:</i></p> <p><i>Специалистом по мониторингу окружающей среды</i></p>	<p>ИНСТРУКЦИЯ Г1</p>	<p><i>Стр. 1 из 4</i></p>
	<p>ОЦЕНКА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</p>	

Цель

Руководить мониторингом окружающей среды.

Обсуждение

В связи с тем, что очередность измерений установлена в соответствии с необходимостью получения результатов в случае аварии, не рекомендуется изменять установленный в Таблице Г1 порядок проведения измерений.

Вводные данные

- ю Класс аварии из Карты А1.
- ю Прогнозируемая длительность выброса из Карты А1.
- ю Направление ветра.
- ю Результаты прогнозирования из Карты Д1(если возможно).

Результаты

- ю Таблица значений МЭД вокруг станции (Карта Г1).
- ю Карты МЭД вблизи и вдали от станции (Карты Г2 и Г3).
- ю Концентрация изотопов в воздухе (Карта Г4).
- ю Карты выпадений I-131 и Cs-137 (Карты Г5 и Г6).
- ю Изотопный состав выпадений (Карта Г7).
- ю Содержание радионуклидов в пробах продуктов (Карта Г8).

Действие 1

Получить информацию о ситуации от Руководителя оценки аварии. В процессе работы руководствоваться инструкциями по радиационной защите, полученными от Ответственного за радиационную защиту персонала.

Действие 2

Для руководства мониторингом окружающей среды использовать Таблицу Г1.

Действие 3

Регистрировать все значительные действия и/или решения в журнале.

Действие 4

По окончании Вашей смены убедиться в полной информированности сменяющего Вас о существующей обстановке.

ТАБЛИЦА Г1: ОЧЕРЕДНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Очередность	Когда	Где	Группа	Цель	Результаты
1	После объявления Готовности один раз в час	Зоны, прилегающие к станции по всем направлениям (а)	Группа гамма/бета разведки	Определить наличие значительных выбросов со станции и определить их направления	Зарегистрировать в Карте Г1 и предоставить результаты: <ul style="list-style-type: none"> ю Ответственному за состояние станции ю Ответственному за защиту населения ю Специалисту по радиационному прогнозу
2	Во время и после выброса	Неэвакуированные зоны; начинать с населенных зон (города, поселки и др.), где по прогнозу (если есть данные) обосновано проведение эвакуации. Мониторинг должен проводиться по всем направлениям.	Группа гамма/бета разведки	Определить, в каких зонах по показаниям МЭД требуется проведение неотложных защитных мероприятий (превышены ДУВ1, ДУВ2 и ДУВ3)	Зарегистрировать в Картах Г2 и Г3 и предоставить результаты Ответственному за защиту населения
3	Во время выброса (б)	В облаке	Группа отбора образцов воздуха	Отобрать и провести анализ проб воздуха, а также определить МЭД для пересчета ДУВ 1 и ДУВ 2	Зарегистрировать в Картах Г2 и Г3 и предоставить результаты Специалисту по анализу проб.

Очередность	Когда	Где	Группа	Цель	Результаты
4	После окончания выброса или после прохождения облака (в)	Неэвакуированные зоны; начинать с зон, где во время выброса наблюдались наиболее высокие мощности доз	Группа гамма/бета разведки	Определить необходимость переселения (превышены ДУВ4) или ограничения потребления пищевых продуктов до получения результатов их анализа (превышены ДУВ 5)	Зарегистрировать в Картах Г2 и Г3 и предоставить результаты Ответственному за защиту населения
5	После окончания выброса или после прохождения облака (в)	Зоны, в которых не была проведена эвакуация, а также зоны, в которых были превышены ДУВ 4 для переселения	Группа in-situ гамма-спектрометрии	Установить, где плотности выпадений I-131 и Cs-137 свидетельствуют о необходимости ограничения потребления пищевых продуктов до получения результатов их анализа (превышены ДУВ6 и ДУВ7)	Зарегистрировать в Картах Г5 и Г6 и предоставить результаты Ответственному за защиту населения
6	После окончания выброса или после прохождения облака (в)	Представительные точки по всем направлениям загрязненной территории (г)	Группа отбора проб окружающей среды	Отобрать и провести анализ проб выпадений или использовать данные in situ гамма-спектрометрии для пересчета ДУВ4, ДУВ6 и ДУВ7	Зарегестрировать в Карте Г7 и предоставить результаты Специалисту по анализу проб

Очередность	Когда	Где	Группа	Цель	Результаты
7	После окончания выброса или после прохождения облака (в)	Начинать в тех зонах, где были превышены ДУВ6 и ДУВ7. Все зоны, в которых выпадения могут привести к ограничению потребления пищевых продуктов, должны находиться под контролем	Группа отбора образцов окружающей среды	Отобрать и провести анализ проб продуктов, воды и молока; установить, превышены ли ДУВ8 и ДУВ9 и требуется ли ограничить потребление продуктов (д)	Зарегистрировать в Карте Г8 и предоставить результаты Специалисту по анализу проб

- (а) Проводить мониторинг по всем направлениям вокруг станции и регистрировать в Карте Г1 сектор, расстояние от станции, время и наиболее высокую дозу. Результаты мониторинга должны быть получены вокруг станции в пределах 1-2 км.
- (б) Проводить только в случае, если: 1). Ожидается выброс продолжительностью 4 часа или более, 2). Можно провести замеры МЭД от облака на уровне земли.
- (в) Например, при изменении направления ветра, в то время как выброс продолжается.
- (г) Выпадения могут иметь сложный характер и состав продуктов деления, зависящий от места и времени отбора пробы. Таким образом для выяснения характера и состава выпадений необходимо отобрать достаточное количество проб.
- (д) Образцы продуктов и молока необходимо отобрать в тех зонах, где уровни МЭД и плотности загрязнения почвы свидетельствуют о возможной потребности в ограничении потребления. Необходимо отобрать образцы всех основных пищевых продуктов в соответствии с планом отбора проб сельскохозяйственной продукции (такой план должен быть разработан в процессе аварийного планирования).

РАЗДЕЛ Д
ДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИСТА ПО
РАДИАЦИОННОМУ ПРОГНОЗУ

Внимание: инструкции в этом разделе должны быть уточнены в соответствии с местными условиями и особенностями реактора

Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу	ИНСТРУКЦИЯ Д0	<i>Стр. 1 из 2</i>
	ОБЗОР ЗАДАЧ РАДИАЦИОННОГО ПРОГНОЗА	

Цель

Прогнозировать протяженность территории, на которой могут понадобиться защитные мероприятия.

Обсуждение

Данная Инструкция используется для определения расстояния, на котором могут быть превышены ДУВ, а также для определения территорий, где необходимы проведение мониторинга и подготовка к осуществлению защитных мероприятий.

В прогнозировании движения облака присутствует большая неопределенность. В связи с этим, до определения местонахождения облака защитные мероприятия и мониторинг должны рассматриваться по всем направлениям от станции на расстоянии, определенном в результате прогнозирования (не только по ветру). Прогнозирование должно проводиться на основании данных о состоянии станции до тех пор, пока возможен мощный выброс.

Водные данные

- ю Состояние станции из Карты А1.
- ю Значения МЭД около станции из Карты Г1.
- ю МЭД от выпадений из Карты Г2 и Г3.
- ю Метеорологические данные.

Результат

- ю Прогнозируемая протяженность территорий, на которых могут понадобиться защитные мероприятия.

Действие 1

Получить информацию о ситуации от Руководителя оценки аварии. В процессе работы руководствоваться инструкциями по радиационной защите, полученными от Ответственного за радиационную защиту персонала.

Действие 2

Провести прогнозирование протяженности территорий, на которых могут быть превышены ДУВ, с помощью нижеследующего:

В течение следующего этапа аварии:	Использовать:
<i>В течение всего времени, когда возможен значительный выброс:</i> на основании состояния станции	Инструкцию Д1 или программу InterRAS
<i>Во время выброса:</i> на основании значений МЭД в факеле	Инструкцию Д2
<i>После выброса:</i> на основании значений МЭД от выпадений	Инструкцию Д3

Действие 3

Заполнить и передать по инстанциям Карту Д1.

<i>Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу</i>	ИНСТРУКЦИЯ Д0	<i>Стр. 2 из 2</i>
	ОБЗОР ЗАДАЧ РАДИАЦИОННОГО ПРОГНОЗА	

Действие 4

Информировать Специалиста по мониторингу окружающей среды о прогнозируемой протяженности территорий, на которых необходимы защитные мероприятия, для ведения разведки с целью подтверждения результатов прогноза.

Действие 5

Повторить прогнозирование, как только станут доступными новые данные о состоянии станции и измерения окружающей среды.

Действие 6

Регистрировать все значительные действия и / или решения в журнале.

Действие 7

По окончании Вашей смены убедиться в полной информированности сменяющего Вас о существующей обстановке.

<i>Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу</i>	ИНСТРУКЦИЯ Д1	<i>Стр. 1 из 1</i>
	ПРОТЯЖЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ СРОЧНЫХ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ: НА ОСНОВАНИИ СОСТОЯНИЯ СТАНЦИИ	

Цель

Определить протяженность территорий, на которых могут понадобиться неотложные защитные мероприятия, на основании состояния станции.

Обсуждение

Для прогнозирования потенциальной протяженности территорий, на которых могут быть необходимы неотложные защитные мероприятия, в данной Инструкции используются Схемы (Рисунки). Указанные в них расстояния рассчитаны для реакторов мощностью более 750 МВт(th) и характеризуются высокой неопределенностью. В связи с этим, не рекомендуется осуществление защитных мероприятий на территориях, указанных на Схемах без дополнительной оценки реального загрязнения окружающей среды (Раздел Г).

Вводные данные

- ю Степень повреждения активной зоны из Карты А1.
- ю Потенциальные пути и условия выброса из Карты А1.

Результат

- ю Прогнозируемая протяженность территорий неотложных защитных мероприятий.

Действие 1

Перейти к соответствующей Инструкции:

Если выброс идет соответствующим путем:	Использовать:
Выброс из защитной оболочки	Инструкцию Д1а
Выброс через байпас в сухих условиях	Инструкцию Д1б
Выброс через байпас во влажных условиях	Инструкцию Д1в
Выброс из бассейна отработанного топлива	Инструкцию Д1г

Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу	ИНСТРУКЦИЯ Д1а	<i>Стр. 1 из 5</i>
	ВЫБРОС ИЗ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ	

Цель

Определить протяженность территорий неотложных защитных мероприятий в случае выброса в виде пара или газа, проходящего через систему первого контура и защитную оболочку (или объем, локализирующий аварию).

Обсуждение

Представленные на Схемах оценки рассчитаны для обширного расплавления активной зоны или выброса летучих продуктов деления в результате повреждения оболочек твэлов при средних погодных условиях и для одного из двух значений продолжительности выброса: 1 час со скоростью утечки 100% в час и 4 часа с другими скоростями утечки.

Кроме того, учтены эффекты орошения или естественных процессов, уменьшающих выброс.

Вводные данные

- ю Существующие или прогнозируемые состояния активной зоны из Карты А1.
- ю Потенциальные условия выброса из Карты А1.
- ю Метеорологические данные.

Результат

- ю Прогнозируемая протяженность территорий неотложных защитных мероприятий.

Действие 1

Прогнозировать протяженность территорий неотложных защитных мероприятий с помощью следующего:

Если степень повреждения активной зоны:	И если:	Использовать:
Выброс летучих продуктов деления в результате повреждения оболочек твэлов	Без осадков	Рисунок Д1
	Осадки	Рисунок Д2
Расплавление активной зоны	Без осадков	Рисунок Д3
	Осадки	Рисунок Д4

Действие 2

Зарегистрировать результаты в Карте Д1. Представить наиболее тяжелые и наиболее вероятные последствия. Приложить Схему с пометками и замечаниями.

РИСУНОК Д1
Прогнозируемая протяженность территорий
неотложных защитных мероприятий для
ВЫБРОСА ИЗ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ:
ВЫБРОС ЛЕТУЧИХ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ - БЕЗ ОСАДКОВ

Активная зона	Выброс			Прогнозируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий (б) [км]	
	Условия	Скорость утечки	Время задержки (а)	Эвакуация	Блокирование ЩЖ и укрытие
Не покрыта водой 15-30 мин	Не-уменьшенный	<0.1%/сутки	любое	0	0
			< 12 ч	10	25
		100%/сутки	> 12 ч	< 0.5	< 0.5
			< 2 ч	50	50
			2 - 12 ч	25	50
	Уменьшенный	<0.1%/сутки	любое	0	0
			любое	< 0.5	< 0.5
		100%/час	< 2 ч	10	25
			2 - 12ч	5	10
			> 12ч	2	10

- (а) Средняя продолжительность времени, в течение которого выброшенный из активной зоны радиоактивный материал остается в защитной оболочке до выброса в окружающую среду.
- (б) “50 км” означает “по крайней мере 50 км или больше”.

РИСУНОК Д2
 Прогнозируемая протяженность территорий неотложных защитных мероприятий для
ВЫБРОСА ИЗ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ:
ВЫБРОС ЛЕТУЧИХ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ - ОСАДКИ (а)

Активная зона	Выброс			Прогнозируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий [км]		
	Условия	Скорость утечки	Время задержки (б)	Эвакуация	Блокирование ЩЖ и укрытие	
Не покрыта водой 15-30 мин Выброс летучих продуктов деления	Не-уменьшенный	<0.1%/сутки	любое	0	0	
			< 12ч	5	10	
		100%/сутки	> 12 ч	2	2	
			< 12ч	10	10	
		100%/час	> 12 ч	5	5	
			< 12ч	10	10	
		Уменьшенный	<0.1%/сутки	любое	0	0
				любое	<0.5	2
	100%/сутки		< 2 ч	10	10	
			2 - 12 ч	5	5	
	100%/час		> 12 ч	2	2	
			> 12 ч	2	2	

- (а) Принято допущение о наличии осадков на всей территории.
 (б) Средняя продолжительность времени, в течение которого выброшенный из активной зоны радиоактивный материал остается в защитной оболочке до выброса в окружающую среду.

РИСУНОК Д3
Прогнозируемая протяженность территорий неотложных защитных мероприятий для ВЫБРОСА ИЗ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ:
РАСПЛАВЛЕНИЕ АКТИВНОЙ ЗОНЫ - БЕЗ ОСАДКОВ

Активная зона	Выброс			Прогнозируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий (б) [км]	
	Условия	Скорость утечки	Время задержки (а)	Эвакуация	Блокирование ЩЖ и укрытие
Не покрыта водой >30 мин Расплавление активной зоны	Неуменьшенный	<0.1%/сутки	любое	0	0
			< 12 ч	50	50
		100%/сутки	> 12 ч	10	25
			< 2 ч	50	50
		100%/час	2 - 12 ч	50	50
			> 12 ч	25	50
	Уменьшенный	<0.1%/сутки	любое	0	0
			< 12 ч	10	10
		100%/сутки	> 12 ч	2	10
			< 2 ч	50	50
		100%/час	2 - 12 ч	25	50
			> 12 ч	10	25

- (а) Средняя продолжительность времени, в течение которого выброшенный из активной зоны радиоактивный материал остается в защитной оболочке до выброса в окружающую среду.
- (б) “50 км” означает “по крайней мере 50 км или больше”.

РИСУНОК Д4
 Прогнозируемая протяженность территорий неотложных защитных мероприятий для **ВЫБРОСА ИЗ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ:**
РАСПЛАВЛЕНИЕ АКТИВНОЙ ЗОНЫ - ОСАДКИ (а)

Активная зона	Выброс			Прогнозируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий [км]		
	Условия	Скорость утечки	Время задержки (б)	Эвакуация	Блокирование ЩЖ и укрытие	
Не покрыта водой >30 мин Расплавление активной зоны	Неуменьшенный	<0.1%/сутки	любое	0	0	
			< 12 ч	10	10	
		100%/сутки	> 12 ч	5	10	
			< 2 ч	25	25	
		100%/час	2 - 12ч	25	25	
			> 12 ч	10	10	
		Уменьшенный	<0.1%/сутки	любое	0	0
				< 12 ч	5	10
	100%/сутки		> 12 ч	5	5	
			< 2 ч	25	25	
	100%/час		2 - 12 ч	10	10	
			> 12 ч	10	10	

- (а) Принято допущение о наличии осадков на всей территории.
 (б) Средняя продолжительность времени, в течение которого выброшенный из активной зоны радиоактивный материал остается в защитной оболочке до выброса в окружающую среду.

Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу	ИНСТРУКЦИЯ Д16	<i>Стр. 1 из <3></i>
	ВЫБРОС ЧЕРЕЗ БАЙПАСС В СУХИХ УСЛОВИЯХ	

Цель

Определить протяженность территорий неотложных защитных мероприятий в случае паро-газового выброса из первого контура в атмосферу в обход защитной оболочки.

Обсуждение

Оценки расстояний даны для обширного расплавления активной зоны или выброса летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов при средних погодных условиях и для одного из двух значений мощности выброса: 1 час со скоростью утечки 100% в час и 4 часа с другими скоростями утечки.

В этом случае принято, что активная зона непокрыта, и продукты деления выделяются в виде пара или газов. Рассчитаны значения для уменьшенного и неуменьшенного выброса. Учтено осаждение на поверхности трубопроводов.

При наличии жидкого выброса необходимо использовать Инструкцию Д1в (выброс через байпасс во влажных условиях).

Вводные данные

- ю Существующее и/или прогнозируемое состояние активной зоны из Карты А1.
- ю Потенциальные условия выброса из Карты А1.
- ю Метеорологические данные.

Результат

- ю Прогнозируемая протяженность территорий неотложных защитных мероприятий.

Действие 1

Прогнозировать протяженность территорий неотложных защитных мероприятий с помощью следующего:

Если степень повреждения активной зоны:	Использовать:
Выброс летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов	Рисунок Д5
Расплавление активной зоны	Рисунок Д6

Действие 2

Зарегистрировать результаты в Карте Д1. Представить наиболее тяжелые и наиболее вероятные последствия. Приложить Схему с пометками и замечаниями.

РИСУНОК Д5
 Прогнозируемая протяженность территорий
 неотложных защитных мероприятий для
ВЫБРОСА В ОБХОД ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ В СУХИХ УСЛОВИЯХ:
ВЫБРОС ЛЕТУЧИХ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ

Активная зона	Окружающая среда	Выброс		Прогнозируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий (а) [км]	
		Условия	Скорость утечки	Эвакуация	Блокирование ЩЖ и укрытие
Не покрыта водой 15-30 мин Выброс летучих продуктов деления	Нет	Неуменьшенный	<0.1%/сутки	0	0
			100%/сутки	10	25
			100%/час	25	50
		Уменьшенный	<0.1%/сутки	0	0
			100%/сутки	< 0.5	< 0.5
			100%/час	НП	НП
	Да	Неуменьшенный	<0.1%/сутки	0	0
			100%/сутки	5	10
			100%/час	10	10
		Уменьшенный	<0.1%/сутки	0	0
			100%/сутки	<0.5	<0.5
			100%/час	НП	НП

НП Не применяется; единственным принятым способом уменьшения выброса для данного пути являются фильтры. При указанной скорости утечки принято, что фильтры повреждены, и используются значения для неуменьшенного выброса с той же скоростью.

(а) “50 км” означает “по крайней мере 50 км или больше”.

(б) Принято допущение о наличии осадков на всей территории.

РИСУНОК Д6
 Прогнозируемая протяженность территорий
 неотложных защитных мероприятий для
ВЫБРОСА В ОБХОД ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ В СУХИХ УСЛОВИЯХ:
РАСПЛАВЛЕНИЕ АКТИВНОЙ ЗОНЫ

Активная зона	Окружающая среда	Выброс		Прогнозируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий (а) [км]		
		Состояние	Осадки (б)	Условия	Скорость утечки	Эвакуация
Не покрыта водой >30 мин	Нет	Неуменьшенный	Уменьшенный	<0.1%/сутки	0	0
				100%/сутки	25	50
				100%/час	50	50
		Уменьшенный	Уменьшенный	<0.1%/сутки	0	0
				100%/сутки	10	25
				100%/час	НП	НП
	Да	Неуменьшенный	Уменьшенный	<0.1%/сутки	0	0
				100%/сутки	10	10
				100%/час	25	50
		Уменьшенный	Уменьшенный	<0.1%/сутки	0	0
				100%/сутки	5	10
				100%/час	НП	НП

НП Не применяется; единственным принятым способом уменьшения выброса для данного пути являются фильтры. При указанной скорости утечки принято, что фильтры повреждены, и используются значения для неуменьшенного выброса с той же скоростью.

(а) “50 км” означает “по крайней мере 50 км или больше”.

(б) Принято допущение о наличии осадков на всей территории.

<i>Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу</i>	ИНСТРУКЦИЯ Д1в	<i>Стр. 1 из 3</i>
	ВЫБРОС ЧЕРЕЗ БАЙПАСС ВО ВЛАЖНЫХ УСЛОВИЯХ	

Цель

Определить протяженность территорий, на которых может понадобиться проведение неотложных защитных мероприятий в случае, когда продукты деления выбрасываются в атмосферу с теплоносителем.

Обсуждение

Оценки расстояний даны для двух скоростей выброса: а).100 м³/ч (100% теплоносителя первого контура за час) и б).10 м³/час. Оценка проведена для случаев расплавления активной зоны или выброса летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов, которые произошли в результате повреждения активной зоны, после чего она была покрыта водой (как в случае аварии на Три Майл Айленд). Предполагается перенос продуктов деления с загрязненной водой.

Эффект барботажа в парогенератор и других процессов, уменьшающих выброс, может быть учтен.

Вводные данные

- ю Существующее и/или прогнозируемое состояние активной зоны из Карты А1.
- ю Потенциальные пути и условия выброса из Карты А1.
- ю Метеорологические данные.

Результат

- ю Прогнозируемая протяженность территорий неотложных защитных мероприятий.

Действие 1

Прогнозировать протяженность территорий неотложных защитных мероприятий с помощью следующего:

Если степень повреждения активной зоны:	Использовать:
Нормальный теплоноситель или пиковая концентрация в теплоносителе	Рисунок Д7
Выброс летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов или расплавление активной зоны	Рисунок Д8

Действие 2

Зарегистрировать в Карте Д1. Представить наиболее тяжелые и наиболее вероятные последствия. Приложить Схему с пометками и замечаниями.

РИСУНОК Д7
Прогнозируемая протяженность территорий
неотложных защитных мероприятий для
ВЫБРОСА В ОБХОД ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ ВО ВЛАЖНЫХ УСЛОВИЯХ:
НОРМАЛЬНЫЙ ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ И ПИКОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ

Активная зона	Окружающая среда	Выброс		Прогнозируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий [км]	
		Условия	Скорость утечки	Эвакуация	Блокирование ЦЖ и укрытие
Нормальный теплоноситель	Нет	любые	любые	0	0
	Да	любые	любые	0	0
Пиковая концентрация	Нет	Не барботируется	100м ³ /ч	< 0.5	< 0.5
		любые	любые	0	0
	Да	любые	любые	0	0

(а) Принято допущение о наличии осадков на всей территории.

РИСУНОК Д8
 Прогнозируемая протяженность территорий
 неотложных защитных мероприятий для
ВЫБРОСА В ОБХОД ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ ВО ВЛАЖНЫХ УСЛОВИЯХ:
ВЫБРОС ЛЕТУЧИХ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ
И РАСПЛАВЛЕНИЕ АКТИВНОЙ ЗОНЫ

Активная зона	Окружающая среда	Выброс		Прогнозируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий (а) [км]			
		Условия	Скорость утечки	Эвакуация	Блокирование ЩЖ и укрытие		
Не покрыта водой 15-30 мин Выброс летучих продуктов деления	Нет	Неуменьшенный	100 м ³ /ч	50	50		
			(б)	10 м ³ /ч	25	50	
		Уменьшенный	100 м ³ /ч	25	25		
			10 м ³ /ч	<0.5	5		
		Да	Неуменьшенный	100 м ³ /ч	10	25	
				(б)	10 м ³ /ч	10	10
	Уменьшенный		100 м ³ /ч	10	10		
			10 м ³ /ч	2	5		
	Не покрыта водой >30 мин Расплавление активной зоны		Нет	Неуменьшенный	100 м ³ /ч	50	50
					(б)	10 м ³ /ч	50
		Уменьшенный		100 м ³ /ч	50	50	
				10 м ³ /ч	25	25	
Да		Неуменьшенный		100 м ³ /ч	50	50	
				(б)	10 м ³ /ч	10	25
		Уменьшенный	100 м ³ /ч	50	50		
			10 м ³ /ч	10	25		

(а) “50 км” означает “по крайней мере 50 км или даже больше”.

(б) Выброс не барботируется

(в) Принято допущение о наличии осадков на всей территории.

Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу	ИНСТРУКЦИЯ Д1Г	<i>Стр. 1 из 2</i>
	ВЫБРОС ИЗ БАСЕЙНА ОТРАБОТАННОГО ТОПЛИВА	

Цель

Определить протяженность территорий, на которых может понадобиться проведение неотложных защитных мероприятий в случае выброса из бассейна выдержки отработанного топлива.

Обсуждение

Представленные оценки расстояний рассчитаны для бассейна с отработанным топливом, перемещенным из активной зоны более 30 дней назад. Расчеты проведены для 4 часового выброса с мощностью 100% в сутки при средних погодных условиях.

Вводные данные

- ю Существующее и/ или прогнозируемое состояние топлива бассейна выдержки из Карты А1.
- ю Потенциальные пути и условия выброса из Карты А1.
- ю Метеорологические данные.

Результат

- ю Прогнозируемая протяженность территорий, на которых может быть необходимо проведение неотложных защитных мероприятий.

Действие 1

Провести прогнозирование протяженности территорий, на которых может быть необходимо проведение неотложных защитных мероприятий, используя Рисунок Д9. Данная Инструкция должна быть использована только для топлива, которое было перемещено из активной зоны не менее двух месяцев назад (произошел распад короткоживущих изотопов).

Действие 2

Зарегистрировать результаты в Карте Д1. Представить наиболее тяжелые и наиболее вероятные последствия. Приложить Схему с пометками и замечаниями.

РИСУНОК Д9
 Прогнозируемая протяженность территорий
 неотложных защитных мероприятий для
ВЫБРОСА ИЗ БАССЕЙНА ОТРАБОТАННОГО ТОПЛИВА:
ВЫБРОС ЛЕТУЧИХ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ

Активная зона	Окружающая среда	Выброс		Прогнозируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий [км]	
		Условия	Скорость утечки	Эвакуация	Блокирование ЩЖ и укрытие
Состояние	Осадки (а)				

Разгерметизация оболочек ТВЭЛОВ Сухой бассейн	Нет	Неуменьшенный	100%/сутки	< 2	< 5
		Уменьшенный	100%/сутки	< 0.5	< 0.5
	Да	Неуменьшенный	100%/сутки	< 5	< 5
		Уменьшенный	100%/сутки	< 0.5	< 0.5

(а) Принято допущение о наличии осадков на всей территории.

<p><i>Выполняется:</i></p> <p><i>Специалистом по радиационному прогнозу</i></p>	<p>ИНСТРУКЦИЯ Д2</p>	<p><i>Стр. 1 из 2</i></p>
	<p>ПРОТЯЖЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ СРОЧНЫХ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ: НА ОСНОВАНИИ ЗНАЧЕНИЙ МЭД В ФАКЕЛЕ</p>	

Цель

Оценить протяженность территорий, на которых может понадобиться проведение неотложных защитных мероприятий, на основании значений МЭД около станции во время выброса или прохождения облака.

Обсуждение

Результаты использования данной Инструкции верны, если измерения МЭД проведены в центре факела в пределах 1-2 км вокруг станции. Эти оценки характеризуются высокой неопределенностью и должны использоваться только для определения территорий, на которых необходимо проводить дополнительную разведку.

Вводные данные

- ю МЭД из Карты Г1.
- ю Информация из Карты А1.
- ю Метеорологические условия (осадки, без осадков).

Результат

- ю Прогнозируемая протяженность территорий неотложных защитных мероприятий.

Действие 1

Оценить протяженность территорий неотложных защитных мероприятий, используя Рисунок Д10.

Действие 2

Зарегистрировать результаты в Карте Д1.

Действие 3

Информировать Специалиста по мониторингу окружающей среды о прогнозируемой протяженности территорий, на которых необходимы защитные мероприятия, для ведения разведки с целью подтверждения результатов прогноза.

РИСУНОК Д10
Прогнозируемая протяженность территорий
неотложных защитных мероприятий, оцененная на основании
ИЗМЕРЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ МЭД НА РАССТОЯНИИ 1-2 км ОТ СТАНЦИИ

Активная зона	Окружающая среда	Выброс	Мониторинг	Планируемая протяженность территорий для проведения неотложных защитных мероприятий (в)		
				Эвакуация	Блокирование ЦЖ и укрытие	
Состояние	Осадки (г)	Уменьшенный (а)	Уровень МЭД	[км]	[км]	
			[мЗв/ч]			
Выброс летучих продуктов деления или Расплавление активной зоны	Нет	Нет	< 0.1	0	0	
			0.1 - < 1	0	5	
			1 - 10	10	25	
			> 10	50	50	
			Да	< 1	0	0
		1 - 10 (г)	0	<0.5		
		10 - 100 (г)	10	25		
		> 100 (г)	50	50		
		Да	Нет	< 0.1	0	0
				0.1 - < 1	0	2
	1 - 10 (г)			5	10	
	10 - 100 (г)			10	10	
	100 - 1000 (г)			25	50	
	> 1000 (г)		50	50		
	Да		< 1	0	0	
			1 - 10 (г)	2	5	
			10 - 100 (г)	10	10	
			100 - 1000 (г)	25	50	
		> 1000 (г)	50	50		

- (а) Уменьшенный выброс - выброс, при котором большинство радионуклидов, формирующих ингаляционную дозу облучения, удалены из выброса
- (б) При значении МЭД 1 мЗв/час в секторе должна быть проведена эвакуация.
- (в) "50 км" означает "по крайней мере 50 км или больше". "0" означает, что проведение защитных мероприятий в этом направлении не требуется. Это не является свидетельством того, что не следует проводить необходимые мероприятия вблизи станции.
- (г) Принято допущение о наличии осадков на всей территории.

Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу	ИНСТРУКЦИЯ ДЗ	<i>Стр. 1 из 3</i>
	ПРОТЯЖЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ: НА ОСНОВАНИИ ЗНАЧЕНИЙ МЭД ОТ ВЫПАДЕНИЙ	

Цель

Оценить протяженность территорий, на которых необходимо проведение защитных мероприятий, на основании значений МЭД после прохождения облака.

Обсуждение

Представленные значения отражают средние уровни доз облучения для обширных территорий. Дозы облучения в конкретных местах могут отличаться от средних значений в 10 и более раз.

Не рекомендуется осуществлять защитные мероприятия на территориях, протяженность которых определена с помощью данной Инструкции, без дополнительной разведки территории, сбора и анализа образцов.

Данная Инструкция должна использоваться только после прохождения облака.

Вводные данные

ю Значения МЭД и расстояния, на которых они определены (Карты Г1, Г2 и Г3).

Результат

ю Прогнозируемая протяженность территорий неотложных защитных мероприятий.

Действие 1

Оценить значение МЭД от выпадений, используя следующее:

Если значение МЭД от выпадений превышает:	использовать:
ДУВ 3 для эвакуации (Инструкция Б1)	Действие 1а
ДУВ 4 для переселения (Инструкция Б1)	Действие 1б

Действие 1а Эвакуация

Провести прогнозирование протяженности территории, где показана эвакуация, с помощью нижеследующих формул. Для случаев **отсутствия осадков** использовать:

$$X_e = X \times N_x$$

а при **наличии осадков по всей территории** использовать:

$$X_e = X \times \sqrt{N_x}$$

Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу	ИНСТРУКЦИЯ ДЗ	<i>Стр. 2 из 3</i>
	ПРОТЯЖЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ: НА ОСНОВАНИИ ЗНАЧЕНИЙ МЭД ОТ ВЫПАДЕНИЙ	

где:

- X = Расстояние от источника выброса до места измерения МЭД [км]
 X_e = Прогнозируемая протяженность территории для эвакуации [км]
 N_x = Коэффициент для эвакуации [безразмерная величина]

$$N_x = \frac{H_g}{ДУВЗ}$$

ДУВЗ Действующий уровень вмешательства для эвакуации из Таблицы Б3 (Инструкция Б1)

H_g МЭД от выпадений на расстоянии 1 м от поверхности земли [мЗв/ч]

Действие 16 Переселение

Провести прогнозирование протяженности территории, на которой может понадобиться переселение жителей, с помощью нижеследующих формул. Для случаев **отсутствия осадков** использовать:

$$X_r = X \times N_x$$

а при **наличии осадков по всей территории** использовать:

$$X_r = X \times \sqrt{N_x}$$

где:

- X = Расстояние от источника выброса до места измерения МЭД [км]
 X_r = Прогнозируемая протяженность территории для переселения [км]
 N_x = Коэффициент для переселения [безразмерная величина]

$$N_x = \frac{H_g}{ДУВ4}, \text{ где:}$$

ДУВ4 Действующий уровень вмешательства для переселения из Таблицы Б3 (Инструкция Б1)

H_g МЭД от выпадений на расстоянии 1 м от поверхности земли [мЗв/ч]

<i>Выполняется:</i> <i>Специалистом по радиационному прогнозу</i>	ИНСТРУКЦИЯ ДЗ	<i>Стр. 3 из 3</i>
	ПРОТЯЖЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ: НА ОСНОВАНИИ ЗНАЧЕНИЙ МЭД ОТ ВЫПАДЕНИЙ	

Действие 2

Зарегистрировать результаты в Карте Д1.

Действие 3

Информировать Специалиста по мониторингу окружающей среды о прогнозируемой протяженности территорий, на которых необходимы защитные мероприятия, для ведения разведки с целью подтверждения результатов прогноза.

РАЗДЕЛ Е
ДЕЙСТВИЯ СПЕЦИАЛИСТА
ПО АНАЛИЗУ ПРОБ

Внимание: инструкции в этом разделе должны быть уточнены в соответствии с местными условиями и особенностями реактора

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ Е 0	<i>Стр. 1 из 1</i>
	ОБЗОР ЗАДАЧ ПО АНАЛИЗУ ПРОБ	

Цель

Провести обзор задач по анализу проб окружающей среды.

Действие 1

Получить информацию о ситуации от Руководителя оценки аварии. В процессе работы руководствоваться инструкциями по радиационной защите, полученными от Ответственного за радиационную защиту персонала.

Действие 2

При наличии результатов анализа изотопного состава образцов воздуха и в случае, если ожидается выброс на протяжении нескольких часов, использовать Инструкцию Е1 для пересмотра ДУВ при облучении от облака (ДУВ1 и ДУВ2), а также для пересмотра допустимых доз облучения аварийных рабочих.

Действие 3

При наличии результатов анализа изотопного состава образцов выпадений использовать Инструкцию Е2 для переоценки ДУВ 4.

Действие 4

При наличии результатов анализа содержания радионуклидов в пищевых продуктах, использовать Инструкцию Е3 для переоценки ДУВ 6 и ДУВ 7, а также Инструкцию Е5 для переоценки ДУВ 8 и ДУВ 9.

Действие 5

Установить пути получения необходимой информации, представлять требуемую информацию по инстанциям. Информировать Ответственного за защиту населения о любых значительных изменениях значений ДУВ.

Действие 6

Регистрировать все значительные действия и/или решения в журнале.

Действие 7

По окончании Вашей смены убедиться в полной информированности сменяющего Вас о существующей ситуации.

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ Е1	Стр. 1 из 5
	ПЕРЕСМОТР ДУВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ОТ ОБЛАКА И ДОПУСТИМЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ АВАРИЙНЫХ РАБОЧИХ	

Цель

Пересмотреть: а). действующие уровни вмешательства для эвакуации, укрытия и блокирования щитовидной железы (ДУВ1 и ДУВ2); б). допустимые дозы облучения аварийных рабочих.

Обсуждение

Данная Инструкция осуществляется только при условии: наличия надежно отобранных проб воздуха для анализа, стабильной аварийной ситуации, продолжающегося мощного выброса.

Вводные данные

- ю Концентрация радионуклидов в воздухе и значения МЭД в месте отбора пробы из Карты Г4.
- ю Установленные (по умолчанию) значения ДУВ1 и ДУВ2 из Таблицы Б2.
- ю Допустимые дозы облучения аварийных рабочих из Таблицы В1.

Результат

- ю Пересчитанные значения ДУВ1 и ДУВ2.
- ю Пересчитанные значения допустимых доз облучения аварийных рабочих (пересмотр Таблицы В1).

Действие 1

Получить следующие данные: а). концентрация в воздухе радионуклидов, вносящих основной вклад в облучение щитовидной железы, а также в формирование эффективной дозы от ингаляционного поступления (включая радионуклиды йода и цезия), б). среднее значение МЭД за время отбора проб воздуха (H) из Карты Г4.

Действие 2

Рассчитать мощности дозы облучения щитовидной железы и мощность эффективной дозы при ингаляционном поступлении радионуклидов с воздухом с помощью следующих формул, используя Карту Е1. [Это можно выполнить, используя InterRAS-FM-DOSE]

$$H_{thy} = \sum_i^n C_{a,i} \times CF_{1,i}$$

$$E_{inh} = \sum_i^n C_{a,i} \times CF_{2,i}$$

где:

$C_{a,i}$ = Концентрация активности радионуклида i в облаке [кБк/м³] из Карты Г4

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ Е1	Стр. 2 из 5
	ПЕРЕСМОТР ДУВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ОТ ОБЛАКА И ДОПУСТИМЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ АВАРИЙНЫХ РАБОЧИХ	

- $CF_{1,i}$ = Дозовый фактор перехода от концентрации радионуклида i в воздухе к мощности дозы в щитовидной железе (при ингаляции) [(мЗв/час)/(кБк/м³)] из Таблицы Е1
- $CF_{2,i}$ = Дозовый фактор перехода от концентрации радионуклида i в воздухе к мощности эффективной дозы (при ингаляции) [(мЗв/час)/(кБк/м³)] из Таблицы Е1
- H_{thy} = Мощность дозы в щитовидной железе при ингаляции [мЗв/час]
- E_{inh} = Мощность эффективной дозы при ингаляции [мЗв/час]

Действие 3

Рассчитать отношения мощности дозы в щитовидной железе к МЭД и мощности общей эффективной дозы к МЭД, как указано ниже.

$$R_1 = \frac{E_{inh}}{H} \quad R_2 = \frac{H_{thy}}{H}$$

где:

- R_1 = Отношение мощности общей эффективной дозы к МЭД (по умолчанию принято 10) [безразмерная величина]
- R_2 = Отношение мощности дозы в щитовидной железе при ингаляции радиойода к МЭД (по умолчанию принято 200) [безразмерная величина]
- \bar{H} = Среднее значение МЭД от внешнего облучения в облаке на месте отбора пробы (из Карты Г4) [мЗв/час]
- H_{thy} = Мощность дозы в щитовидной железе при ингаляции (из Действия 2) [мЗв/час]
- E_{inh} = Мощность эффективной дозы при ингаляции (из Действия 2) [мЗв/час]

Действие 4

Пересчитать ДУВ 1 с помощью следующей формулы. Значение ДУВ 1 не может превышать 10 мЗв/час.

$$ДУВ1 = ОУВ_e \times \frac{1}{R_1} \times \frac{1}{T_e}$$

где:

- ДУВ1 = Действующий уровень вмешательства для эвакуации, установленный (по умолчанию) в Таблице Б2 [мЗв/час]
- ОУВ_e = Уровень вмешательства для эвакуации в данной стране (рекомендуемое МАГАТЭ значение представлено в Таблице Е2) [мЗв]
- T_e = Продолжительность облучения, если неизвестно - принять 4 часа (обычно направление ветра меняется каждые 4 часа) [час]
- R_1 = Отношение мощности общей эффективной дозы к МЭД (из Действия 3) (принято по умолчанию 10) [безразмерная величина]

Действие 5

Пересчитать ДУВ2 с помощью следующей формулы.

$$ДУВ2 = ОУВ_{thy} \times \frac{1}{R_2} \times \frac{1}{T_e}$$

где:

ДУВ2	Действующий уровень вмешательства для блокирования щитовидной железы, установленный (по умолчанию) в Таблице Б2 [мЗв/час]
ОУВ _{thy}	Уровень вмешательства для блокирования щитовидной железы в данной стране (рекомендуемое МАГАТЭ значение представлено в Таблице Е2) [мЗв]
T _e	Продолжительность облучения, если неизвестно - принять 4 часа (обычно направление ветра меняется каждые 4 часа) [час]
R ₂	Отношение мощности дозы в щитовидной железе при ингаляции радиоioda к МЭД (из Действия 3) (принято по умолчанию 200) [безразмерная величина]

Действие 6

Пересчитать допустимые дозы облучения аварийных рабочих, представленные в Таблице В1, с помощью следующей формулы.

Действие 6а

При блокировании щитовидной железы:

$$EWG = E_T^{WG} \times \frac{5}{R_1}$$

где:

EWG	Допустимая доза облучения аварийных рабочих [мЗв]
E _T ^{WG}	Рекомендованное МАГАТЭ значение общей эффективной дозы облучения аварийных рабочих, которое не должно быть превышено при осуществлении работ по ликвидации аварии (Таблица Е9) [мЗв]
R ₁	Отношение мощности общей эффективной дозы к МЭД (из Действия 3) [безразмерная величина]

Действие 6 б

Без блокирования щитовидной железы:

Значение, полученное в результате выполнения Действия 6а, разделить на 5.

Действие 7

Предоставить результаты расчетов Ответственному за радиационную защиту персонала и Ответственному за защиту населения.

ТАБЛИЦА Е1 КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕХОДА ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ВОЗДУХЕ К МОЩНОСТИ ДОЗЫ ПРИ ИНГАЛЯЦИИ

Обсуждение:

Для простоты использования значения коэффициентов перехода представлены в мЗв, полученных за один час при вдыхании воздуха с концентрацией активности радионуклидов 1 кБк/м³. В расчетах использовано значение объема дыхания взрослого человека при легкой физической активности (1,2 м³/час для условного человека, как рекомендовано МКРЗ, 1975). Смотри Приложение 1 для обоснования дозовых коэффициентов перехода.

Радио- нуклид	CF ₁ Коэффициент перехода от концентрации радионуклидов в воздухе к мощности дозы в щитовидной железе [(мЗв/час)/(кБк/м ³)]	CF ₂ Коэффициент перехода от концентрации радионуклидов в воздухе к мощности дозы [(мЗв/час)/(кБк/м ³)]
H-3 (a) (б)	HP	6.24E-04
Mn-54 (a)	HP	1.92E-03
Co-58 (a)	HP	2.52E-03
Co-60 (a)	HP	3.72E-02
Rb-87	HP	6.00E-04
Rb-88	HP	1.92E-05
Sr-89	HP	9.48E-03
Sr-90	HP	1.92E-01
Sr-91	HP	4.92E-04
Y-90	HP	1.80E-03
Y-91	HP	1.07E-02
Y-91m	HP	1.32E-05
Zr-95	HP	7.08E-03
Nb-95	HP	2.16E-03
Mo-99	HP	1.19E-03
Tc-99	HP	1.56E-02
Tc-99m	HP	2.28E-05
Ru-103	HP	3.60E-03
Rh-106	HP	1.32E-04
Sb-127	HP	2.28E-03
Sb-129	HP	3.00E-04
Te-127	HP	1.68E-04
Te-127m	HP	1.18E-02

Радио- нуклид	CF ₁ Коэффициент перехода от концентрации радионуклидов в воздухе к мощности дозы в щитовидной железе [(мЗв/час)/(кБк/м ³)]	CF ₂ Коэффициент перехода от концентрации радионуклидов в воздухе к мощности дозы [(мЗв/час)/(кБк/м ³)]
Te-129	НР	4.68E-05
Te-129m	НР	9.48E-03
Te-131	3.16E-03	3.36E-05
Te-131m	4.33E-02	1.13E-03
Te-132	7.54E-02	2.40E-03
I-131	3.50E-01	8.88E-03
I-132	2.09E-03	1.32E-04
I-133	5.83E-02	1.80E-03
I-134	3.46E-04	6.60E-05
I-135	1.02E-02	3.84E-04
Cs-134	НР	2.40E-02
Cs-136	НР	3.36E-03
Cs-137	НР	4.68E-02
Ba-140	НР	6.96E-03
La-140	НР	1.32E-03
Ce-141	НР	4.56E-03
Ce-144	НР	6.36E-02
Pr-144	НР	2.16E-05
Th-231	НР	3.96E-04
Np-239	НР	1.20E-03
Pu-238	НР	1.32E+02
Pu-239	НР	1.44E+02
Pu-240	НР	1.44E+02
Pu-241	НР	2.76E+00
Pu-242	НР	1.32E+02
Am-241	НР	1.15E+02

Источник: [IAEA96]

- (а) Имеет значение только для бассейна выдержки.
(б) Значение удвоено, принимая во внимание абсорбцию на коже.
НР Не применяется.

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ Е2	Стр. 1 из 6
	ПЕРЕСМОТР ДУВ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ОТ ВЫПАДЕНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПЕРЕСЕЛЕНИЯ	

Цель

Пересчитать ДУВ4 (переселение на основании МЭД от выпадений) при облучении от выпадений известного изотопного состава.

Обсуждение

Изотопный состав выпадений неодинаков на различных территориях, а также может изменяться с течением времени (в результате распада и т.д.). Однако, с учетом психологии человека, желательно использовать единое значение ДУВ 4 на всей пострадавшей территории. В связи с этим, следует проводить отбор и анализ проб с различных участков пострадавшей территории, что обеспечит возможность использования пересчитанного значения ДУВ на всей территории. Значение ДУВ 4 следует пересчитывать каждую неделю в течение 1 месяца для учета изменений состава выпадений вследствие распада, а затем один раз в месяц, пока распад радионуклидов оказывает существенное влияние.

Следует рассчитать значения ДУВ для различных временных периодов, как указано в Таблице Е3. Вначале рассчитывают значение ДУВ для первого месяца, после полной оценки состава выпадений - для последующих месяцев.

Вводные данные

ю Изотопный состав выпадений из Карты Г7.

Результат

ю Пересчитанное значение действующего уровня вмешательства ДУВ4.

Действие 1

Рассчитать отношение мощности дозы от выпадений к дозе от выпадений, формирующейся в течение длительного времени, используя данные Карты Е2, нижеследующую формулу или InterRAS:

$$WR = \frac{\sum_i^n (C_{g,i} \times CF_{3,i})}{\sum_i^n (C_{g,i} \times CF_{4,i})}$$

где:

- $C_{g,i}$ Плотность загрязнения почвы радионуклидом i [кБк/м²] из Карты Г7
- $CF_{3,i}$ Коэффициент перехода от плотности загрязнения почвы к МЭД из Таблицы Е5 [(мЗв/час)/(кБк/м²)]
- $CF_{4,i}$ Коэффициент перехода от плотности загрязнения почвы к эквивалентной дозе из Таблицы Е5 [(мЗв)/(кБк/м²)]

Действие 2

Пересчитать действующий уровень вмешательства для переселения (ДУВ4) с помощью следующей формулы:

$$ДУВ4 = ОУВ_r \times WR \times \frac{1}{[SF \times OF] [1 OF]}$$

где:

- ДУВ4 Действующий уровень вмешательства для переселения (Таблица Б3) [мЗв/час]
 SF Коэффициент экранирования для различных помещений (Таблица Е4)(принято по умолчанию 0.16)
 OF Коэффициент защищенности, или продолжительность времени, в течение которого может применяться коэффициент экранирования (человек внутри помещений); принято по умолчанию 0.6
 ОУВ_r Общий уровень вмешательства для переселения (рекомендованное МАГАТЭ значение представлено в Таблице Е3) [мЗв]
 WR Отношение мощности дозы от выпадений к дозе от выпадений, формирующейся в течение длительного времени (из Действия 1)

Действие 3

Предоставить результаты Ответственному за защиту населения.

ТАБЛИЦА Е2: ОБЩИЕ УРОВНИ ВМЕШАТЕЛЬСТВА, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МАГАТЭ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НЕОТЛОЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ [IAEA 94]

Защитное мероприятие	Общий уровень вмешательства (предотвращенная доза) ^{а,б}
Укрытие	10 мЗв ^в
Эвакуация	50 мЗв ^г
Йодная профилактика (блокирование ЩЖ)	100 мГр ^д

- а Представлены уровни доз, которые можно избежать, т.е. действие следует предпринять, если доза, которую можно избежать при проведении этого действия, больше или равна данному значению, с учетом потери эффективности из-за каких-либо задержек или по другим реальным причинам.
- б Во всех случаях уровни доз даны для среднего населения, а не для наиболее облучаемых людей. Однако, прогнозируемые дозы на критические группы должны удерживаться на уровне ниже пороговых для развития детерминированных эффектов облучения.
- в Не рекомендуется укрытие дольше 2-х дней. Укрытие может быть осуществлено и при более низком уровне вмешательства на короткий период времени или с целью облегчения проведения последующих защитных мероприятий (например, эвакуации).
- г Не рекомендуется эвакуация на период дольше 1 месяца. Эвакуация может быть осуществлена и при более низком значении уровня вмешательства на короткий период времени или в случае возможности быстрого и простого осуществления эвакуации (например, при эвакуации небольших групп населения). Более высокие уровни вмешательства уместны в ситуациях, когда эвакуация затруднена, т.е. для больших групп населения или при трудностях с транспортом.
- д Предотвращенная доза на щитовидную железу. По практическим причинам рекомендуется одно значение уровня вмешательства для всех возрастных групп.

ТАБЛИЦА Е3: ОБЩИЕ УРОВНИ ВМЕШАТЕЛЬСТВА ДЛЯ ВРЕМЕННОГО ПЕРЕСЕЛЕНИЯ И ПЕРЕСЕЛЕНИЯ НА ПОСТОЯННОЕ ЖИТЕЛЬСТВО, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МАГАТЭ

Период времени	ОУВ _г	Определение ОУВ
Первый месяц	30 мЗв	ОУВ для временного переселения
Последующий месяц	10 мЗв	ОУВ для временного переселения
50 лет	1000 мЗв	ОУВ для постоянного переселения

Источник: [IAEA94]

ТАБЛИЦА Е4: КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭКРАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ВЫПАДЕНИЙ

Конструкция или место	Репрезентативный коэффициент экранирования (а,б)
Одно- и двухэтажный деревянный дом (без подвала)	0.4
Одно- и двухэтажный кирпичный дом (без подвала)	0.2
Подвал дома, в котором подвергаются облучению одна или две стены: - одноэтажный, менее 1 метра от подвала, облучаемая стена - двухэтажный, менее 1 метра от подвала, облучаемая стена	0.1 0.05
Трех или четырехэтажные сооружения (500-1000 м ² /этаж) - первый и второй этажи - подвал	0.05 0.01
Многоэтажные сооружения (более 1000 м ² /этаж) - верхние этажи - подвал	0.01 0.005

Источник: [EGG75]

- (а) Отношение дозы, которую человек получает внутри помещения, к дозе, получаемой снаружи.
 (б) В отдалении от дверей и окон.

ТАБЛИЦА Е5: КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕХОДА К ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ДОЗЕ И МОЩНОСТИ ДОЗЫ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ ОТ ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОНУКЛИДАМИ ПОЧВЫ

Обсуждение:

Таблица включает коэффициенты перехода (CF) к дозе и мощности дозы от плотности загрязнения почвы радионуклидами в течение первого, второго месяцев и 50-ти лет. Учтены распад, заглубление и выветривание. Значения CF рассчитаны при помощи модели InterRAS и включают в себя дозу от внешнего облучения и ингаляционную дозу от вторичного подъема радионуклидов в атмосферу (ресуспензии). В расчетах использован консервативно высокий коэффициент первичной ресуспензии $R_s = 1E-6 \text{ м}^1$, допуская наличие старых выпадений. Следует отметить, что в условиях реальных аварий наблюдались более низкие значения коэффициента ресуспензии. Коэффициент перехода к МЭД (CF3) представляет собой мощность дозы на расстоянии 1 м от земли при плотности загрязнения почвы радионуклидом i 1 кБк/м^2 , с учетом рельефа поверхности почвы (коэффициент 0.7). В таблице представлены значения CF для тех радионуклидов, которые являются основными источниками облучения от выпадений в случае аварии на реакторе.

Радионуклид	CF3 (а) Коэффициент перехода от плотности загрязнения почвы к МЭД [(мЗв/час)/ (кБк/м ²)]	CF4 (б) Коэффициент перехода от плотности загрязнения почвы к эквивалентной дозе [(мЗв/кБк/м ²)]		
		1-ый месяц	Последующий месяц	50 лет
Mn-54	2.86E-06	1.39E-	1.23E-03	1.40E-02
Co-58	3.35E-06	1.58E-	9.39E-04	3.91E-03
Co-60	8.29E-06	4.15E-	3.88E-03	1.65E-01
Rb-87	3.10E-10	НР	НР	НР
Rb-88	2.10E-06	НР	НР	НР
Sr-89	8.01E-09	1.05E-	6.59E-06	2.83E-05
Sr-90	1.00E-09	1.69E-	1.61E-04	2.11E-02
Sr-91	2.39E-06	3.38E-	7.45E-08	3.40E-05
Y-90	1.88E-08	1.69E-	6.71E-10	1.69E-06
Y-91	2.03E-08	1.66E-	1.10E-05	4.94E-05
Y-91m	1.85E-06	1.59E-	6.48E-09	1.61E-06
Zr-95 (в)	2.55E-06	1.38E-	1.30E-03	6.83E-03
Nb-95 (в)	2.64E-06	9.98E-	5.21E-04	2.09E-03
Mo-99+Tc-99m	9.53E-07	6.06E-	3.08E-08	6.06E-05

Радионуклид	CF3 (а) Коэффициент перехода от плотности загрязнения почвы к МЭД [(МЗв/час)/ (кБк/м ²)]	CF4 (б) Коэффициент перехода от плотности загрязнения почвы к эквивалентной дозе [(МЗв/кБк/м ²)]		
		1-ый месяц	Последующий месяц	50 лет
Tc-99	2.75E-10	4.11E-	3.88E-06	8.23E-04
Tc-99m	4.27E-07	2.65E-	1.21E-14	2.65E-06
Ru-103 (в)	1.63E-06	6.40E-	3.56E-04	1.45E-03
Ru-106d+Rh-106	7.48E-07	4.24E-	3.79E-04	4.80E-03
Rh-106	7.48E-07	НР	НР	НР
Sb-127	2.38E-06	2.26E-	1.14E-06	2.28E-04
Sb-129 (в)	4.87E-06	2.30E-	4.88E-08	2.31E-05
Te-127	1.83E-08	1.81E-	1.81E-07	1.81E-07
Te-127m	3.99E-08	3.40E-	2.67E-05	1.60E-04
Te-129	2.12E-07	2.53E-	9.68E-16	2.53E-07
Te-129m	1.33E-07	1.05E-	5.37E-05	2.15E-04
Te-131	1.45E-06	1.16E-	3.83E-08	1.20E-06
Te-131m (в)	4.83E-06	1.97E-	3.25E-06	2.00E-04
Te-132 (в)	8.04E-07	6.87E-	1.13E-06	6.88E-04
I-131 (в)	1.33E-06	2.48E-	1.76E-05	2.67E-04
I-132 (в)	7.80E-06	1.85E-	0.00E+00	1.85E-05
I-133 (в)	2.11E-06	4.53E-	0.00E+00	4.53E-05
I-134	8.93E-06	8.06E-	0.00E+00	8.06E-06
I-135(с)+Xe-135m (в)	5.40E-06	3.70E-	0.00E+00	3.70E-05
Cs-134 (в)	5.36E-06	2.66E-	2.45E-03	5.12E-03
Cs-136 (в)	7.37E-06	1.87E-	3.63E-04	2.32E-03
Cs-137(в)+Ba-137m (в)	2.07E-06	9.94E-	9.37E-04	1.25E-01
Cs-138	7.73E-06	НР	НР	НР
Ba-137m	2.07E-06	НР	НР	НР

Радионуклид	CF3 (а) Коэффициент перехода от плотности загрязнения почвы к МЭД [(мЗв/час)/ (кБк/м ²)]	CF4 (б) Коэффициент перехода от плотности загрязнения почвы к эквивалентной дозе [(мЗв/кБк/м ²)]		
		1-ый месяц	Последующий месяц	50 лет
Ba-140 (в)	6.35E-07	1.98E-	4.36E-03	2.52E-03
La-140 (в)	7.62E-06	3.15E-	1.19E-09	3.15E-04
Ce-141 (в)	2.60E-07	9.92E-	4.94E-05	1.98E-04
Ce-144+Pr-144 (в)	2.01E-07	1.46E-	1.29E-04	1.38E-03
Pr-144	1.33E-07	3.97E-	0.00E+00	3.97E-08
Pr-144m	4.59E-08	2.22E-	0.00E+00	2.22E-08
Th-231	6.53E-08	НР	НР	НР
Np-239 (в)	5.75E-07	3.35E-	6.44E-09	3.39E-05
Pu-238 (в)	2.96E-09	3.88E-	3.66E-02	6.55E+00
Pu-239	1.29E-09	4.22E-	3.99E-02	8.45E+00
Pu-240	2.83E-09	4.22E-	3.99E-02	8.44E+00
Pu-241 (в)	6.81E-12	7.61E-	7.20E-04	1.93E-01
Pu-242	2.35E-09	3.97E-	3.75E-02	7.96E+00
Am-241	9.70E-08	3.45E-	3.26E-02	6.68E+00

- (а) Основано на значении дозового фактора из ЕРА93, Таблица III.3. "Переход к дозе облучения от плотности загрязнения территорий". Для оценки МЭД эффективная доза умножалась на 1.4 по рекомендации ЕРА (ЕРА92). Включены дозы внешнего облучения от дочерних продуктов, находящиеся, как ожидается, в равновесии. Использован коэффициент учета рельефа поверхности почвы 0.7.
- (б) Рассчитано с помощью InterRAS [NRC 94 и Приложение 2] (См. описание в Приложении 1).
- (в) Радионуклиды, вносящие основной вклад в формирование дозы внешнего облучения от выпадений в случае аварий на реакторах [NRC 75].
- НР Не рассчитано.

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ ЕЗ	Стр. 1 из 3
	ПЕРЕСМОТР ДУВ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВАНИИ ПЛОТНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ I-131 И Cs-137	

Цель

Пересчитать действующие уровни вмешательства в потребление пищевых продуктов на основе плотности загрязнения почвы I-131 (ДУВ6) и Cs-137 (ДУВ7) (см. значения в Таблице Б3).

Обсуждение

Значения ДУВ применяются для пищевых продуктов, которые были непосредственно загрязнены радионуклидами, а также молока от коров, поедавших загрязненную радионуклидами траву. Следует сопоставить эти ДУВ с результатами in-situ ю-спектрометрии почвы на содержание радионуклидов I-131 и Cs-137 и пересмотреть ДУВ.

Установленные по умолчанию значения ДУВ (Таблицы Б3, Б4) основаны на многих допущениях относительно удержания радионуклидов в продуктах. Представленные в настоящей Инструкции расчеты основаны на реальных зависимостях между содержанием радионуклидов в продуктах и содержанием в почве I-131 и Cs-137.

Изотопный состав выпадений может варьировать, что приводит к разным отношениям между плотностью выпадений на почве изотопов-маркеров и концентрацией в пищевых продуктах. Вдобавок, ДУВ могут варьировать в зависимости от вида пищи и кулинарной обработки. Поэтому ДУВ для групп нуклидов и продуктов 1,2,4 и 5 (см. Таблицу Е6) следует оценить применительно к разной местности и виду продуктов (молоко, листовые овощи, зерно и др.). Группы 3 и 6 не важны при авариях реакторов с водным теплоносителем. Поскольку ДУВ могут варьировать в зависимости от места, времени, вида продуктов и их обработки, по практическим мотивам в пострадавшей местности следует использовать ограниченное число ДУВ. Отдельные значения должны быть разработаны для основных типов продуктов (коровье молоко, козье молоко, листовые овощи, фрукты, прочие овощи), учитывающие типичную кулинарную обработку. Эти значения ДУВ могут пересматриваться со временем для учета распада и миграции радионуклидов.

Вводные данные

ю Результаты измерений концентрации радионуклидов в продуктах и почве из Карт Г7 и Г8, (необходимо, чтобы пробы продуктов и почвы были отобраны в одних и тех же местах).

Результат

ю Пересчитанные значения действующих уровней вмешательства (плотность загрязнения почвы I-131 и Cs-137) для ограничения потребления пищевых продуктов и молока.

Действие 1

Пересчитать ДУВ 6 и ДУВ 7 по плотности загрязнения почвы I-131 и Cs-137 для продуктов общего потребления (группы 1 и 2) и молока (группы 4 и 5), используя Карту Е3.

Действие 1а *Содержание I-131 в почве (изотоп-маркер)*

Пересчитать значение ДУВ для ограничения потребления продуктов на основании плотности загрязнения почвы I-131 (ДУВ 6) с помощью следующей формулы:

$$ДУВ6 = ОУД_G \times \frac{C_{g,I-131}}{n \cdot C_{G,i}}$$

где:

ДУВ6 Действующий уровень вмешательства по ограничению потребления загрязненных пищевых продуктов (ДУВ 6П) или молока (ДУВ 6М) на основании плотности загрязнения почвы I-131 [кБк/м²]. Для козьего молока использовать значение ДУВ, равное 1/10 от ДУВ 6М

ОУД_G Общий уровень действия, рекомендуемый МАГАТЭ, для радионуклидов группы G из Таблицы Е6

C_{g,I-131} Плотность загрязнения почвы I-131 (из Карты Г7) [кБк/м²]

C_{G,i} Содержание каждого радионуклида *i* группы G в пробе пищевых продуктов (См. Таблицу Е6) из Карты Г8 [кБк/кг]. Содержание радионуклида в молоке должно быть максимально возможным у коровы, пасшейся на данной территории. Содержание радионуклида должно быть в готовом к употреблению продукте. Для уточнения концентраций можно использовать Инструкцию Е4.

n Количество анализируемых радионуклидов в группе G

Действие 1б *Содержание Cs-137 в почве (изотоп-маркер)*

Пересчитать значение ДУВ для ограничения потребления продуктов на основании плотности загрязнения почвы Cs-137 (ДУВ 7) с помощью следующей формулы:

$$ДУВ7 = ОУД_G \times \frac{C_{g,Cs-137}}{n \cdot C_{G,i}}$$

где:

ДУВ7 Действующий уровень вмешательства по ограничению потребления загрязненных пищевых продуктов (ДУВ 7П) или молока (ДУВ 7М) на основании плотности загрязнения почвы Cs-137 [кБк/м²]. Для козьего молока использовать значение ДУВ, равное 1/10 от ДУВ 7М

ОУД_G Общий уровень действия, рекомендуемый МАГАТЭ, для радионуклидов группы G из Таблицы Е6

C_{g,I-131} Плотность загрязнения почвы Cs-137 (из Карты Г7) [кБк/м²]

C_{G,i} Содержание каждого радионуклида *i* группы G в пробе пищевых продуктов (См. Таблицу Е6) из Карты Г8 [кБк/кг]. Содержание радионуклида в молоке должно быть максимально возможным у коровы, пасшейся на данной территории. Содержание радионуклида должно быть в готовом к употреблению продукте. Для уточнения концентраций можно использовать Инструкцию Е4.

n Количество анализируемых радионуклидов в группе G

Действие 2

Подготовить перечень значений рекомендуемых ДУВ для основных пищевых продуктов и предоставить полученные результаты Ответственному за защиту населения.

ТАБЛИЦА Е6: ОБЩИЕ УРОВНИ ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МАГАТЭ [IAEA 94]

Пищевые продукты общего потребления		
Группа изотопов G	Радионуклиды	Общий уровень действия (ОУД)^a [кБк/кг]
1	Cs-134, Cs-137, Ru-103, Ru-106, Sr-89, I-131	1
2	Sr-90	0.1
3 ^б	Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242	0.01
Молоко, детское питание, питьевая вода		
4	Cs-134, Cs-137, Ru-103, Ru-106, Sr-89	1
5	Sr-90, I-131	0.1
6 ^б	Am-241, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242	0.001

^a Значение уровня действия относится к сумме активностей изотопов в каждой группе.

^б Радионуклиды Pu и Am не вносят значительного вклада в формирование дозы облучения от потребления в случае аварии на реакторе (группы 3 и 6) и поэтому могут не рассматриваться при авариях легководных реакторов.

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ Е4	Стр.1 из 8
	РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ	

Цель

Рассчитать содержание радионуклидов в пищевых продуктах после кулинарной обработки и молоке коров, пасущихся на загрязненной территории.

Обсуждение

Содержание радионуклидов в пищевых продуктах и молоке может изменяться под влиянием различных естественных и искусственных процессов. Концентрация в молоке радионуклидов Cs, I и Sr возрастает в течение первых 72 часов вследствие поедания коровами и козами загрязненного корма.

К процессам, в результате которых происходит уменьшение содержания радионуклидов в продуктах, относятся: смешивание с продуктами питания, не содержащими радионуклиды, мойка продуктов, естественный распад радионуклидов и др.

Вводные данные

- ю Концентрация радионуклидов в пробах продуктов, молока и воды из Карты Г8.
- ю Время поедания коровой загрязненного радионуклидами корма (если неизвестно, принять, что загрязненный корм поедается с момента выброса).
- ю Время отбора проб молока.

Результат

- ю Уточненная концентрация радионуклидов в пробах продуктов, молока или воды.

Действие 1

Определить максимальную концентрацию радионуклида в коровьем молоке, используя нижеследующую формулу:

$$C_i^{\max} = C_i^{\text{samp}} \times cf_i(T_{rs})$$

где:

- C_i^{\max} Прогнозируемое максимальное содержание радионуклида в коровьем молоке после потребления коровой загрязненного корма
- C_i^{samp} Измеренное содержание радионуклида в коровьем молоке после потребления коровой загрязненного корма
- $cf_i(T_{rs})$ Коэффициент пересчета содержания радионуклида i в молоке из Таблицы Е7
- T_{rs} Период времени между отбором пробы и началом потребления загрязненного корма (может быть оценен как разница между временем выброса и временем отбора пробы).

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ Е4	Стр.2 из 8
	РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ	

**ТАБЛИЦА Е7 КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ
РАДИОНУКЛИДОВ В МОЛОКЕ**

Обсуждение:

Использование коэффициента пересчета позволяет оценить максимально возможную концентрацию радионуклида в молоке от коровы, потреблявшей загрязненный корм.

КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕСЧЕТА КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОНУКЛИДА В МОЛОКЕ, cf _i			
T _{рс} , часы	I-131	Cs-137	Sr-90
12	3.0	4.0	5.3
24	1.7	2.0	2.5
36	1.1	1.6	2.1
48	1.0	1.3	1.6
60	1.0	1.2	1.4
72	1.0	1.1	1.3
84	1.0	1.1	1.2
96	1.0	1.0	1.1
108	1.0	1.0	1.0

Источник: FEMA 87

Действие 2

Если распад или другие процессы используются для уменьшения радиоактивного загрязнения продукта, молока или питьевой воды, рассчитать конечное значение содержания радионуклида с помощью формулы:

$$C_{i(до)} \times \prod_j^n RF_{ij} \times \frac{W(до)}{W(после)} = C_{i(после)}$$

где:

- C** Содержание радионуклида *i* в продукте до и после обработки продукта или распада радионуклида
- RF** Коэффициент уменьшения, равный части концентрации радионуклида, оставшейся после его естественного распада или обработки продукта перед его потреблением. Значения коэффициента уменьшения для различных видов обработки, помывки, фильтрования и кулинарного приготовления продуктов определяются на основании измерений, проводимых до и после переработки. В таблице Е8 представлены значения коэффициента уменьшения для различных видов кулинарного приготовления, отражающие эффективность использования этих видов обработки для уменьшения радиоактивного загрязнения продуктов. Здесь необходимо учитывать изменение объема переработанного продукта по

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ Е4	Стр.3 из 8
	РАСЧЕТ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ	

сравнению с начальным, особенно при переработке молока. Например $RF = 0,61$ для Sr в козьем сыре означает, что 39% радиоактивного стронция удаляется из продукта при изготовлении сыра. Однако учитывая, что объем сыра составляет 12% от начального объема молока, концентрация радиоактивного стронция в сыре в 5 раз выше, чем в исходном молоке ($0,61/0,12 = 5$). Соответственно, для оценки общего эффекта уменьшения необходимо разделить RF на соотношение весов переработанного и исходного продуктов.

$W(до)$ Исходное содержание радионуклида в продукте
 $W(после)$ Содержание радионуклида в продукте после естественного распада радионуклида или после обработки продукта питания перед его потреблением

$\prod_{j=1}^n RF_{ij}$ Перемножить все используемые коэффициенты переработки ($RF1 \times RF2 \times \dots \times RFn$)

Коэффициент уменьшения для естественного распада радионуклида равен:

$$RF = 0.5^{(T_d / T_{1/2})}$$

где:

$T_{1/2}$ Период полураспада (Приложение 4)

T_d Время хранения загрязненного продукта до его потребления

Примечание: единицы измерения T_d and $T_{1/2}$ должны быть одинаковы!

ТАБЛИЦА Е8 **КОЭФФИЦИЕНТ УМЕНЬШЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Обсуждение: В процессе переработки и приготовления пищевых продуктов (мойка продуктов, очистка и т.д.) содержание в них радионуклидов уменьшается. Коэффициент уменьшения (коэффициент переработки) рассчитывается по содержанию радионуклидов в продукте до и после приготовления. В Таблице представлены значения коэффициента уменьшения содержания радионуклидов в пищевых продуктах (IAEA 94a).

Элемент	Продукт	Приготовление	Коэффициент переработки RF	
Йод	Шпинат	Промывка	0.8	
		Промывка и бланширование	0.7	
		Ополаскивание	0.4	
	Салат	Промывка	0.5	
		Ополаскивание (15 минут)*	0.2	
		Ополаскивание (20 часов)*	0.7	
	Капуста	Промывка	0.5	
		Удаление верхних листьев	0.4	
	Цветная капуста	Очистка	0.03	
		Ополаскивание (15 минут)*	0.3	
		Ополаскивание (20 часов)*	0.4	
		Варка (15 минут)*	0.1	
		Бобы	Ополаскивание (15 минут)*	0.3
			Ополаскивание (20 часов)*	0.7
	Варка (15 минут)*		0.2	
	Помидоры	Промывка	0.5	
		Варка	0.2	
	Лук	Удаление несъедобных частей	0.2	
		Промывка	0.2	
	Сельдерей	Ополаскивание (15 минут)*	0.5	
		Ополаскивание (20 часов)*	0.7	
		Варка (15 минут)*	0.2	
	Перец	Ополаскивание (15 минут)*	0.4	
		Варка (15 минут)*	0.3	

Элемент	Продукт	Приготовление	Коэффициент переработки RF
Йод	Молоко	Сметана	0.19
		Масло	0.01
		Топленое масло	0.2
		Молочный порошок	1.0
		Сыр козий	0.14
	Мясо	Варка мяса	0.6
		Варка костей	0.98
	Рыба	Варка	0.9
		Жаренье	0.8
Цезий	Шпинат	Промывка	0.9
		Промывка и бланширование	0.9
	Салат	Промывка	1.0
	Капуста	Удаление верхних листьев	0.9
		Промывка	0.09
		Промывка и варка	0.7
	Цветная капуста	Очистка	0.03
	Бобы	Варка	0.3
		Соление	0.4
	Лук	Удаление несъедобных частей	0.2
		Промывка	0.3
	Картофель	Снятие кожуры	0.8
		Снятие кожуры и варка	0.6
	Морковь	Снятие кожуры	0.5
		Свекла	Снятие кожуры
			Обычное приготовление после снятия кожуры
	Зерно	Помол в белую муку	0.6
		Помол в отруби	0.7
	Тесто	Выпечка	0.9
	Рожь	Помол и выпечка	0.7
Цезий	Молоко	Сметана	0.05

Элемент	Продукт	Приготовление	Коэффициент переработки RF
		Масло	0.01
		Топленое масло	0.00
		Молочный порошок	1.00
		Сыр козий	0.15
		Йогурт	0.3
		Сыворотка	0.9
	Мясо	Варка мяса	0.7
		Варка костей	0.3
		Жаренье	0.8
		Соление в рассоле	0.7
		Соление сухое	0.8
		Маринование	0.6
	Рыба	Варка	0.9
		Жаренье	0.9
	Грибы	Чистка и промывка	0.8
		Варка со сливом первого отвара	0.6
		Сушка	10.5
		Жаренье	0.3
		Маринование	0.3
	Ягоды	Промывка	0.9
Варенье		0.5	
Строн-ций	Шпинат	Промывка	0.2
		Промывка и бланширование	0.7
	Капуста	Промывка	0.07
		Промывка и варка	0.3
	Бобы	Промывка	0.3
		Соление	0.4
	Помидоры	Промывка и нарезание ломтиками	0.7
Строн-	Лук	Очистка, промывка и варка	0.6

Элемент	Продукт	Приготовление	Коэффициент переработки RF
ций	Картофель	Снятие кожуры	0.9
		Снятие кожуры и варка	0.8
		Жаренье	0.6
	Морковь	Очистка скребком, промывка, варка	0.8
		Снятие кожуры	0.7
	Свекла	Снятие кожуры	0.8
	Зерно	Помол в белую муку	0.6
		Помол в отруби	0.9
	Рожь	Помол и выпечка	0.7
	Рис	Шлифовка	0.1
	Молоко	Сметана	0.07
		Масло	0.006
		Топленое масло	0.002
		Молочный порошок	1.0
		Сыр козий	0.61
		Сыворотка	0.8
	Мясо	Варка мяса	0.5
		Варка костей	0.999
		Жаренье	0.8
	Рыба	Варка	0.9

* Время от момента поверхностного загрязнения до начала процесса обработки.

ТАБЛИЦА Е9: УРОВНИ ОБЩИХ ЭФФЕКТИВНЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ АВАРИЙНЫХ РАБОЧИХ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МАГАТЭ

ДЕЙСТВИЯ	E_T^{WG} (мЗв)
Вид 1: ю Действия по спасению жизни ю Действия по предотвращению повреждения активной зоны или большого выброса	> 500 (а)
Вид 2: ю Предотвращение облучения тяжелой степени ю Предотвращение высоких коллективных доз ю Предотвращение развития катастрофических ситуаций ю Восстановление систем безопасности работы реактора ю Мониторинг мощности гамма-излучения (МЭД) за пределами площадки	< 100
Вид 3: ю Кратковременные восстановительные операции ю Осуществление неотложных защитных мероприятий ю Отбор проб окружающей среды	< 50
Вид 4: ю Долговременные восстановительные операции ю Работы, не связанные непосредственно с аварией	Пределы профессионального облучения (IAEA 96)

Источник: IAEA 96

- (а) Эта доза может быть превышена, если к тому имеются серьезные основания. Однако, все усилия должны быть направлены на не превышение этой дозы облучения (порог для детерминированных эффектов). Аварийные рабочие должны пройти обучение по вопросам радиационной защиты и понимать риск, которому они подвергаются.

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ Е5	<i>Стр. 1 из 2</i>
	ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОСТИ ОГРАНИЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ПЕРЕСМОТР ДУВ	

Цель

Определить, превышают ли уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах, молоке и питьевой воде значения общих уровней действия (ОУД) МАГАТЭ. Пересчитать ДУВ8 и ДУВ9.

Обсуждение

После того, как определены уровни содержания радионуклидов в пищевых продуктах, молоке и питьевой воде, необходимо сравнить их со значениями ОУД. Определение всех радионуклидов, содержащихся в продуктах, на практике используется редко, либо для этого необходимо длительное время.

После того, как получены представительные данные о содержании радионуклидов в пробах, необходимо рассчитать ДУВ, основываясь на изотопе-маркере (цезий или йод). Значения пересчитанных ДУВ (ДУВ 8 для йода-131 и ДУВ 9 для цезия-137) должны учитывать и присутствие других изотопов той же группы - см. Таблицу Е6. Рассчитанные ДУВ применимы только для поверхностного загрязнения продуктов и не учитывают корневое поглощение радионуклидов различными растениями.

Поскольку ДУВ могут варьировать в зависимости от места, времени, вида продуктов и их обработки, по практическим мотивам в пострадавшей местности следует использовать ограниченное число ДУВ. Отдельные значения должны быть разработаны для различных видов продуктов (коровье молоко, козье молоко, листовые овощи, фрукты, прочие овощи), учитывая их кулинарную обработку. Эти значения ДУВ могут пересматриваться со временем для учета распада и миграции радионуклидов.

Вводные данные

- ю Содержание радионуклидов в пробах продуктов из Карты Г8.
- ю Общие уровни действия для пищевых продуктов.

Результат

- ю Защитные мероприятия по ограничению потребления пищевых продуктов и/или пересчитанные значения ДУВ 8 и ДУВ 9.

Действие 1- Сравнение со значениями *Общих Уровней Действия*

Определить, превышены ли значения ОУД для содержания радионуклидов в пищевых продуктах, питьевой воде, молоке.

$$C_{G,i}^n > ОУД_G$$

где:

$C_{G,i}$ Содержание каждого радионуклида i группы G в пищевых продуктах, молоке или питьевой воде из Карты Г8 [кБк/кг]. Следует оценивать содержание радионуклида в пищевом продукте, готовом для употребления (См. Инструкцию Е4).

ОУД_G Общие уровни действия для радионуклида группы G из Таблицы Е6 [кБк/кг]

n Количество анализируемых радионуклидов в группе G

Выполняется: Специалистом по анализу проб	ИНСТРУКЦИЯ Е5	<i>Стр. 2 из 2</i>
	ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОСТИ ОГРАНИЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ПЕРЕСМОТР ДУВ	

Если сумма концентраций радионуклидов группы G в рассматриваемых пищевых продуктах превышает GA_{LG} , это свидетельствует о том, что уровни действия для ограничения потребления продуктов превышены.

Действие 2

Пересчитать значения ДУВ для содержания изотопов-маркеров в пробах пищевых продуктов, молоке, питьевой воде, используя Карту Е4. Переоценку ДУВ для продуктов общего потребления проводить на основании групп 1 и 2, для молока - на основании групп 4 и 5 из Таблицы Е6.

Действие 2а - содержание I-131 в пищевых продуктах (изотоп-маркер)

Пересчитать ДУВ 8 для I-131 с помощью формулы.

$$ДУВ8 = ОУД_G \times \frac{C_{f,I-131}}{\sum_i C_{G,i}}$$

где:

- ДУВ8 Действующий уровень вмешательства для содержания I-131 в пищевых продуктах (ДУВ 8П), молоке и питьевой воде (ДУВ 8М) [кБк/кг]
 $C_{G,i}$ Содержание каждого из радионуклидов i группы G в пищевых продуктах, молоке или питьевой воде из Карты Г8 [кБк/кг]
 $C_{f,I-131}$ Содержание I-131 в пищевых продуктах из Карты Г8 [кБк/кг]
 $ОУД_G$ Общие уровни действия для группы G из Таблицы Е6 [кБк/кг]

Действие 2б - содержание Cs-137 в пищевых продуктах (изотоп-маркер)

Пересчитать ДУВ 9 для Cs-137 с помощью формулы.

$$ДУВ9 = ОУД_G \times \frac{C_{f,Cs-137}}{\sum_i C_{G,i}}$$

- ДУВ9 Действующий уровень вмешательства для содержания Cs-137 в пищевых продуктах (ДУВ 9П), молоке и питьевой воде (ДУВ 9М) [кБк/кг]
 $C_{G,i}$ Содержание каждого из радионуклидов i группы G в пищевых продуктах, молоке или питьевой воде из Карты Г8 [кБк/кг]
 $C_{f,Cs-137}$ Содержание Cs-137 в пищевых продуктах из Карты Г8 [кБк/кг]
 $ОУД_G$ Общие уровни действия для группы G из Таблицы Е6 [кБк/кг]

Действие 3

Подготовить перечень рекомендуемых значений ДУВ для основных пищевых продуктов и представить результаты Ответственному за защиту населения.

Если в условиях конкретной ситуации имеется недостаток пищевых продуктов, необходимо пересмотреть рассчитанные ДУВ. В этом случае, ДУВ на первую неделю могут до 50 раз превышать общепринятые значения, ДУВ на первый месяц - до 10 раз [IAEA 94].

КАРТЫ

Внимание: инструкции в этом разделе должны быть уточнены в соответствии с местными условиями и особенностями реактора

<i>Выполняется: :</i> <i>Руководителем оценки аварии</i>	КАРТА 01	<i>No: _____</i>
	РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЯЗАННОСТЕЙ В ОРГАНИЗАЦИИ РЕАГИРОВАНИЯ	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Назначенным лицам

Ю Властям за пределами станции

Должность	Назначенное лицо	Подпись
Ответственный за оценку состояния станции		
Ответственный за защиту населения		
Ответственный за радиационную защиту персонала		
Специалист по мониторингу окружающей среды		
Специалист по радиационному прогнозу		
Специалист по анализу проб		

Примечания:

Подпись: _____

<i>Выполняется:</i> <i>Ответственным</i> <i>за оценку</i> <i>состояния</i> <i>станции</i>	Карта А1	No: _____
	ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СТАНЦИИ	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Руководителю оценки аварии

Ю Специалисту по радиационному прогнозу

Ю Ответственному за защиту населения

Ю Специалисту по мониторингу окружающей среды

Описание аварии:

Из Инструкции А1

Класс: Общая Авария **Ю** Местная Авария **Ю** Готовность **Ю**

Из Инструкции А2

Состояние активной зоны: Нормальная **Ю**

Пиковая концентрация изотопов в теплоносителе **Ю**

Выброс летучих продуктов деления из зазора твэла **Ю**

Расплавление активной зоны **Ю**

Состояние отработанного топлива: Выброс летучих продуктов деления из зазора твэла **Ю**

Из Инструкции А3

Существующие или Потенциальные пути и условия выброса

Пути:

Выброс из защитной оболочки **Ю** Через байпас в сухих условиях **Ю**

Через байпас во влажных условиях **Ю** Выброс из бассейна отработанного топлива **Ю**

Условия:

Время задержки:

< 2 ч **Ю** 2-12 ч **Ю** > 12 ч **Ю**

Уменьшенный выброс

Да **Ю** Нет **Ю**

Скорость утечки: _____

Продолжительность выброса: _____

Подпись: _____

<i>Выполняется:</i> <i>Ответственным за защиту населения</i>	Карта Б1	No: _____
	КАРТА ЭВАКУАЦИИ, БЛОКИРОВАНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ, УКРЫТИЯ И ПЕРЕСЕЛЕНИЯ	

Подготовил: _____

Дата: _____

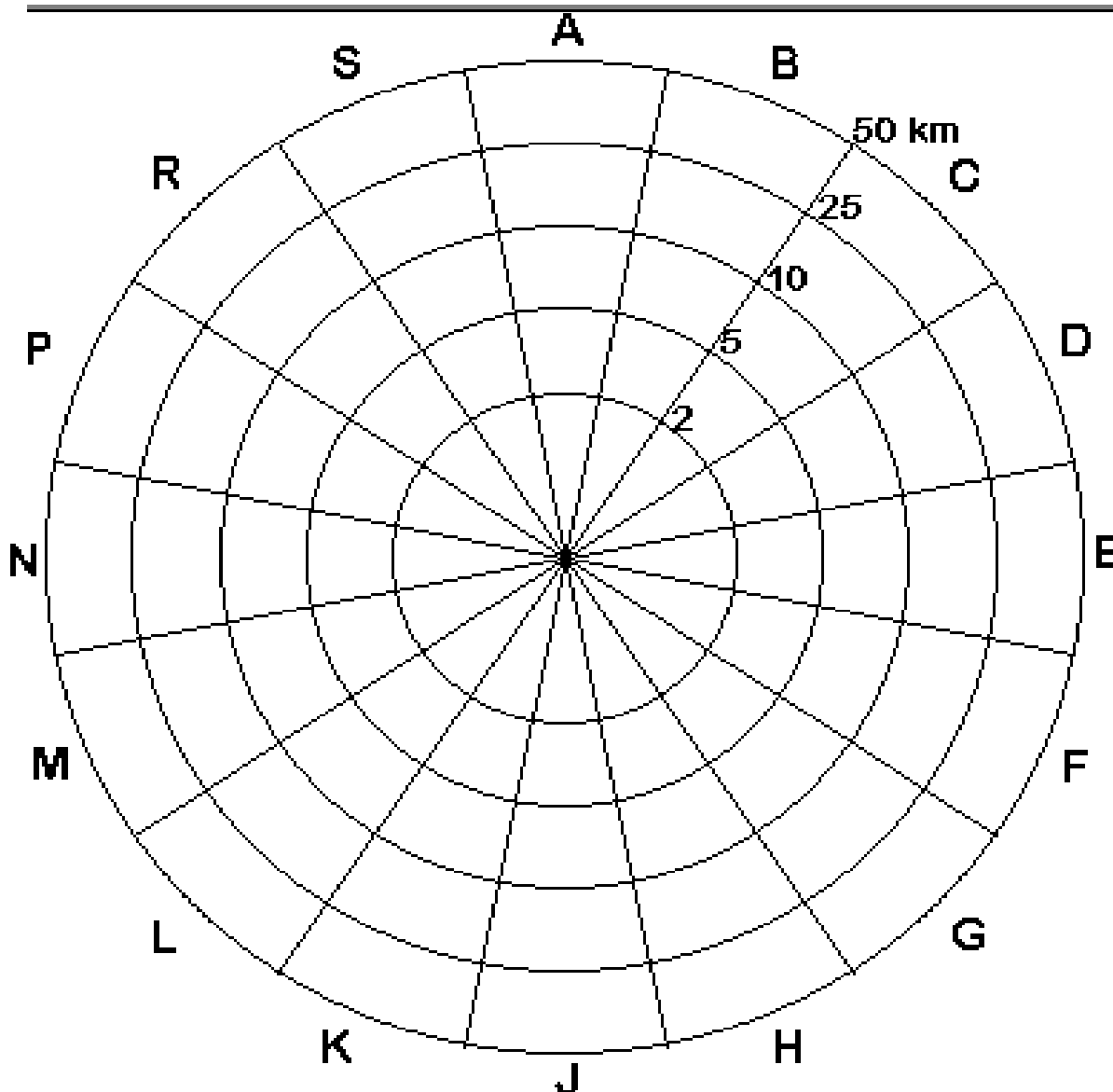
(Ф.И.О.)

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Руководителю оценки аварии Ю Ответственному за радиационную защиту персонала

Ю Властям за пределами станции



Е эвакуация

Ю рекомендовано

Ю осуществлено

Т блокирование ЩЖ/укрытие

Ю рекомендовано

Ю осуществлено

Р переселение

Ю рекомендовано

Ю осуществлено

Подпись: _____

<i>Выполняется:</i> <i>Ответственным за защиту населения</i>	КАРТА Б2	No: _____
	КАРТА ОГРАНИЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	

Подготовил: _____

Дата: _____

(Ф.И.О.)

Предоставить копии:

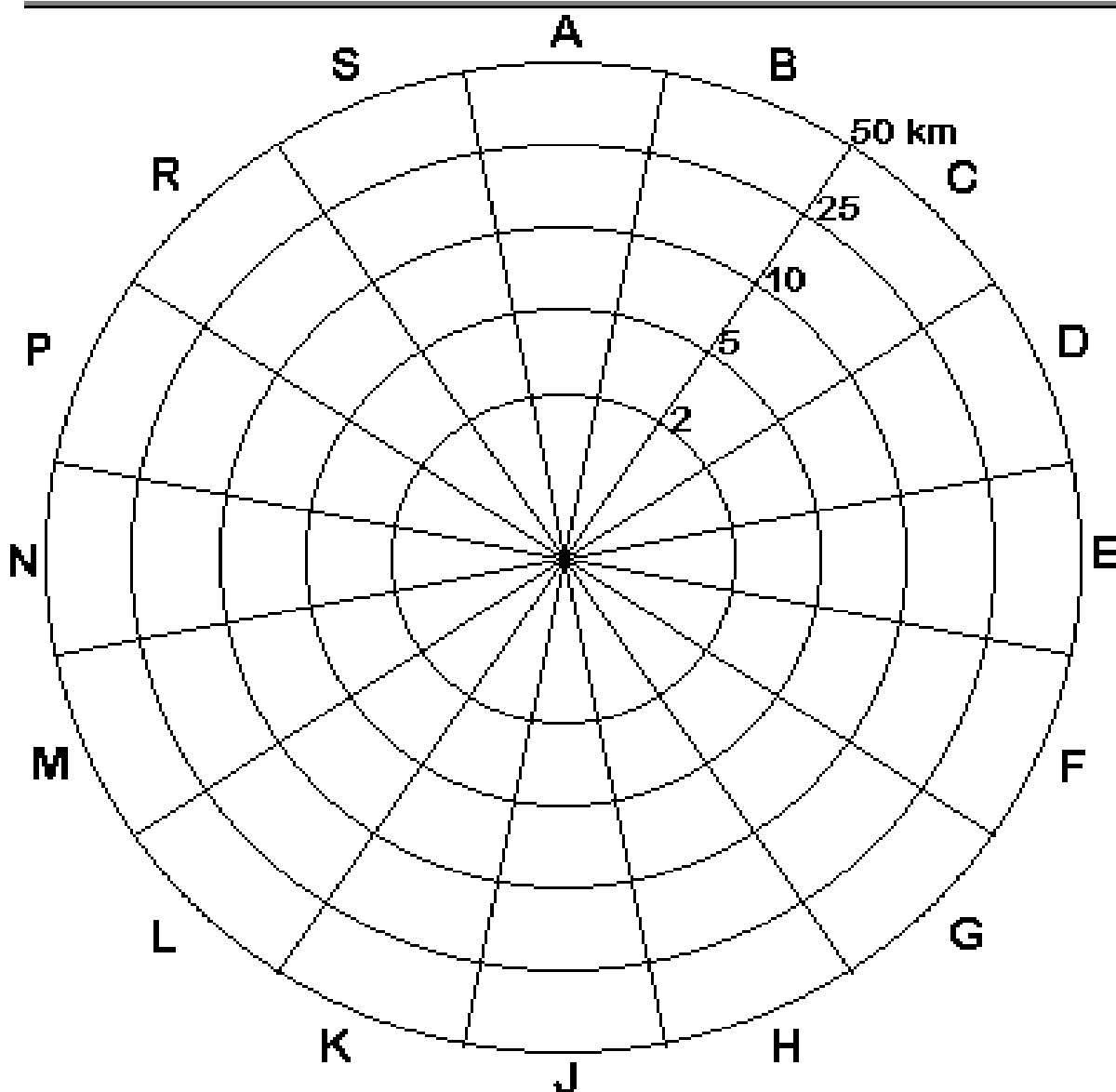
Время: _____

ЮРуководителю оценки аварии

Ю Ответственному за радиационную
защиту персонала

ЮОрганам власти за пределами станции

Ю Специалисту по мониторингу
окружающей среды



F Ограничение потребления пищевых продуктов

Ю рекомендовано

Ю осуществлено

Подпись: _____

Выполняется: Специалистом по мониторингу окружающей среды	КАРТА Г1	No: _____
	ЗНАЧЕНИЯ МЭД ВОКРУГ СТАНЦИИ	

Группа разведки: _____
(Фамилии)

Дата: _____

Предоставить копии: **Ю** Ответственному за радиационную защиту персонала

Ю Специалисту по радиационному прогнозу

Ю Ответственному за защиту населения

Прибор: _____

Погодные условия _____

Сектор	Расстояние [км]	Время	МЭД [мЗв/час]		Примечания
			Открытое окошко	Закрытое окошко	
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					
J					
K					
L					
M					
N					
P					
R					
S					

Зарегистрировать наивысшее значение МЭД с открытым и закрытым окном детектора в каждом секторе, расстояние от станции и время замера. Измерения должны проводиться в пределах 1-2 км от станции. Максимально возможное расстояние для замеров - 5 км.

ВНИМАНИЕ: Если приборы калиброваны не в системе СИ, использовать коэффициент пересчета: 1Р/час ю 10мЗв/час

Подпись Руководителя группы: _____

<p>Выполняется:</p> <p>Специалистом по мониторингу окружающей среды</p>	КАРТА Г2	No: _____
	КАРТА ЗНАЧЕНИЙ МЭД В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ СТАНЦИИ	

Подготовил: _____

Дата: _____

(Ф.И.О.)

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Руководителю оценки аварии

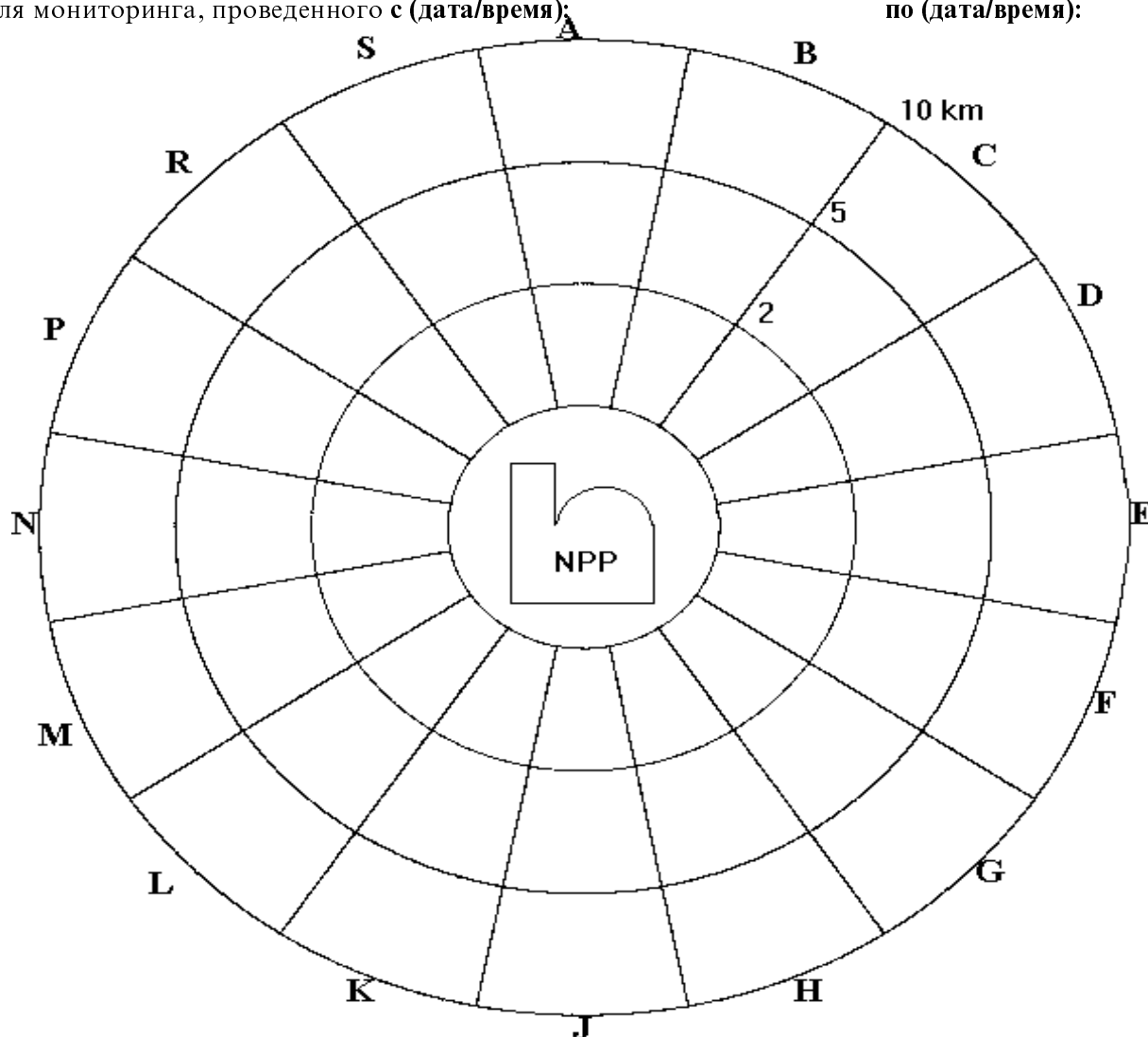
Ю Ответственному за радиационную
защиту персонала

Ю Ответственному за защиту населения

Ю Специалисту по радиационному
прогнозу

Для мониторинга, проведенного с (дата/время):

по (дата/время):



Инструкции: Зарегистрировать наивысшее подтвержденное значение мощности дозы для каждого сектора за указанный период времени.

Значения, не превышающие фоновый уровень: В

Подпись: _____

<i>Выполняется:</i> <i>Специалистом по мониторингу окружающей среды</i>	КАРТА Г 3	No: _____
	КАРТА ЗНАЧЕНИЙ МЭД В ДАЛЬНОЙ ЗОНЕ СТАНЦИИ	

Подготовил: _____

Дата: _____

(Ф.И.О.)

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Руководителю оценки аварии

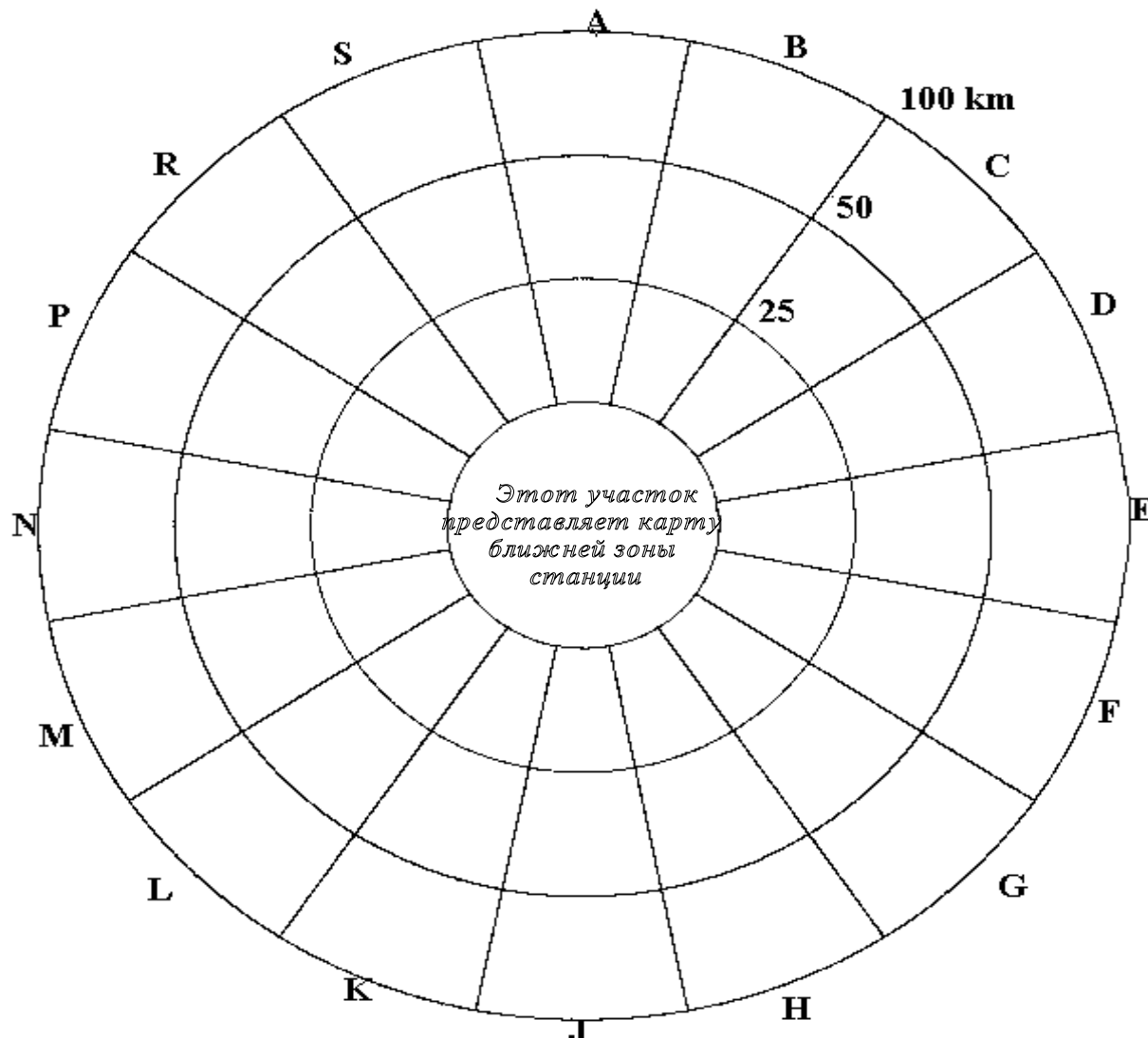
Ю Ответственному за радиационную защиту персонала

Ю Ответственному за защиту населения

Ю Специалисту по радиационному прогнозу

Для мониторинга, проведенного с (дата/время):

по (дата/время):



Инструкции: Зарегистрировать наивысшее подтвержденное значение мощности дозы для каждого сектора за указанный период времени.

Значения, не превышающие фоновый уровень: В

Подпись: _____

<i>Выполняется: Специалистом по анализу проб</i>	КАРТА Г4	No: _____
	РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПРОБ ВОЗДУХА	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Ответственному за радиационную
защиту персонала

Ю Специалисту по мониторингу
окружающей среды

Ю Ответственному за защиту населения

Ю Специалисту по
радиационному прогнозу

Измерения выполнены: _____

Дата/время отбора проб: _____

Место отбора (сектор, расстояние): _____

Тип фильтра: _____

Дата/время измерения проб: _____

Дата/время, для которых были рассчитаны значения концентрации: _____

Среднее значение МЭД при отборе проб: _____ [мЗв/ч] _____

Радио- нуклид	Концентрация $C_{a,i}$ [кБк/м ³]	Радио- нуклид	Концентрация $C_{a,i}$ [кБк/м ³]

Подпись: _____

<p>Выполняется:</p> <p>Специалистом по мониторингу окружающей среды</p>	<p>КАРТА Г5</p>	<p>No: _____</p>
	<p>КАРТА ВЫПАДЕНИЙ ИЗОТОПА-МАРКЕРА В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ СТАНЦИИ</p>	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Руководителю оценки аварии

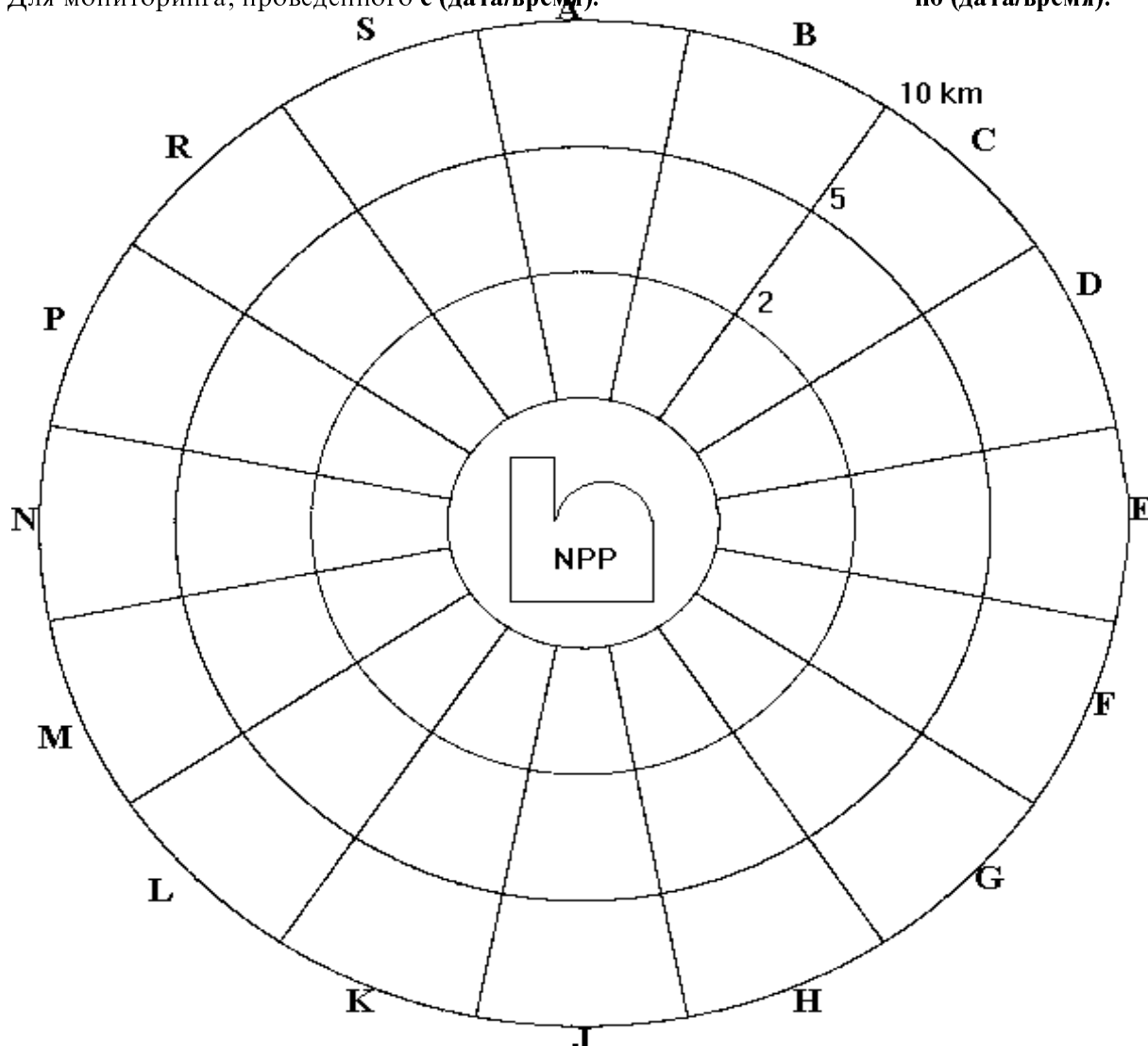
Ю Ответственному за радиационную
защиту персонала

Ю Ответственному за защиту населения

Ю Специалисту по радиационному
прогнозу

Для мониторинга, проведенного с (дата/время):

по (дата/время):



Инструкции: Зарегистрировать наивысшее подтвержденное значение плотности загрязнения почвы для каждого сектора за указанный период времени.

I-131: I [кБк/м²]

Cs-137: Cs..... [кБк/м²]

Естественный фон: В

Подпись: _____

Выполняется: Специалистом по мониторингу окружающей среды	КАРТА Г6	No: _____
	КАРТА ВЫПАДЕНИЙ ИЗОТОПА-МАРКЕРА В ДАЛЬНОЙ ЗОНЕ СТАНЦИИ	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

ЮРуководителю оценки аварии

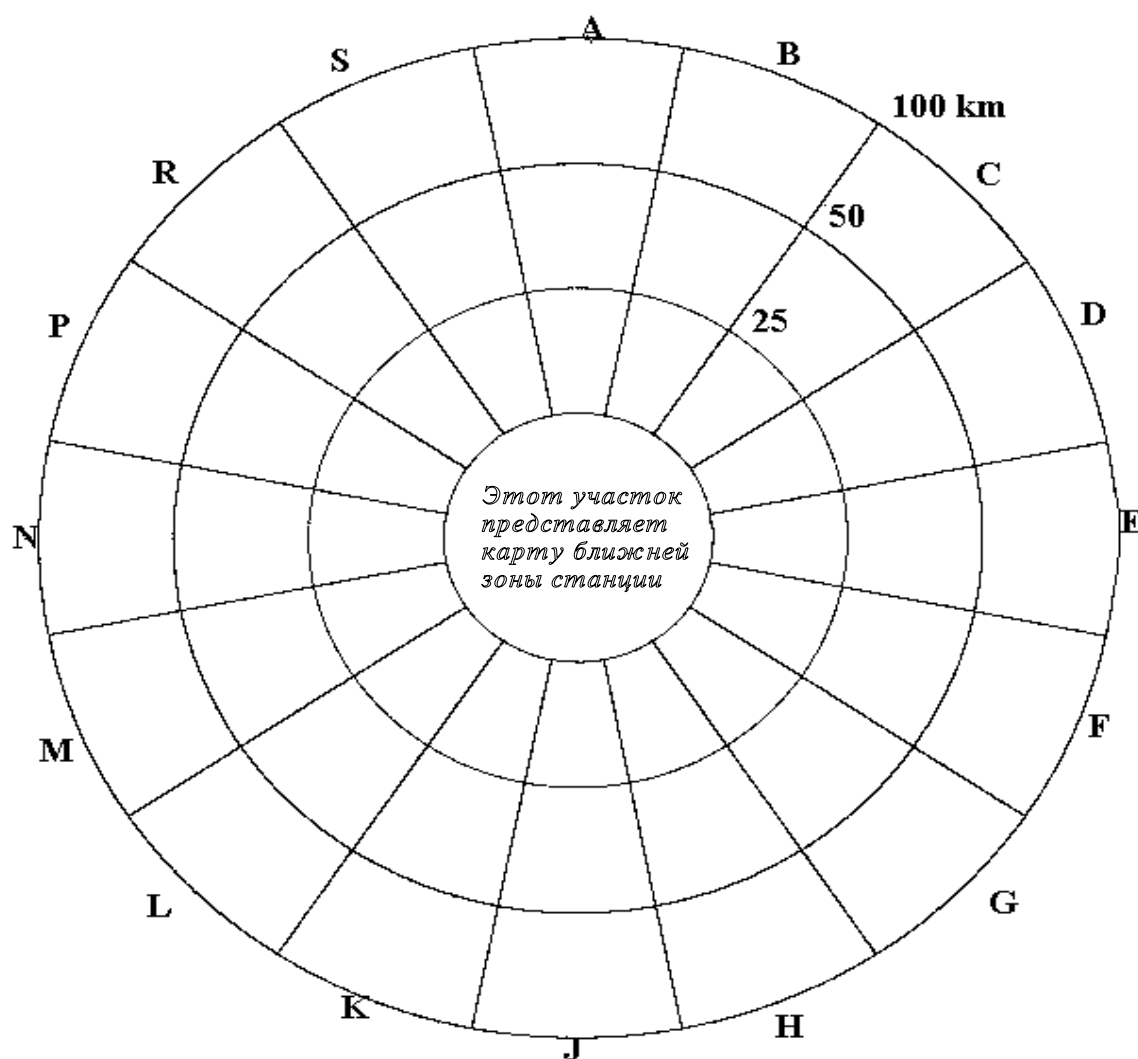
ЮОтветственному за радиационную защиту персонала

ЮОтветственному за защиту населения

ЮСпециалисту по радиационному прогнозу

Для мониторинга, проведенного с (дата/время):

по (дата/время):



Инструкции: Зарегистрировать наивысшее подтвержденное значение плотности загрязнения почвы для каждого сектора за указанный период времени.

I-131: I [кБк/м²]

Cs-137: Cs..... [кБк/м²]

Естественный фон: В

Подпись: _____

<i>Выполняется: Специалистом по анализу проб</i>	КАРТА Г7	<i>No: _____</i>
	РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА СОСТАВА ВЫПАДЕНИЙ	

Подготовил: _____ Дата: _____
(Ф.И.О.)

Предоставить копии: _____ Время: _____

Ю Ответственному за радиационную защиту персонала **Ю** Специалисту по мониторингу окружающей среды

Ю Ответственному за защиту населения **Ю** Специалисту по радиационному прогнозу

Метод оценки In-situ гамма **Ю** Отбор и анализ проб **Ю**

Измерения выполнены: _____

Дата/время отбора/измерений In-situ: _____

Место отбора/измерений In-situ (сектор, расстояние): _____

Вид пробы: _____

Код или номер образца: _____

Дата/время лабораторного определения: _____

Среднее значение МЭД в месте отбора проб: _____ [мЗв/ч]

Радио- нуклид	Плотность загрязнения почвы $C_{g,i}$ [кБк/м ²]	Радио- нуклид	Плотность загрязнения почвы $C_{g,i}$ [кБк/м ²]

Подпись: _____

<i>Выполняется:</i> <i>Специалистом по анализу проб</i>	КАРТА Г8	<i>№: _____</i>
	РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Ответственному за радиационную
защиту персонала

Ю Специалисту по мониторингу
окружающей среды

Ю Ответственному за защиту населения

Ю Специалисту по
радиационному прогнозу

Измерения выполнены: _____

Дата/время отбора проб: _____

Место отбора проб (сектор, расстояние): _____

Вид продукта: _____

Код или номер пробы: _____

Дата/время измерения: _____

Дата/время, для которых рассчитана концентрация: _____

Среднее значение МЭД в месте отбора проб: _____ [мЗв/ч]

Радио- нуклид	Концентрация C_f [кБк/кг]	Радио- нуклид	Концентрация C_f [кБк/кг]

Подпись: _____

Выполняется: Специалистом по радиационному прогнозу	КАРТА Д1	№: _____
	ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Руководителю оценки аварии

Ю Ответственному за радиационную защиту персонала

Ю Ответственному за защиту населения

Ю Специалисту по мониторингу окружающей среды

ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ НА ОСНОВАНИИ СОСТОЯНИЯ СТАНЦИИ

Резюме состояния станции

*Состояние активной
зоны/отработанного топлива* _____
Путь выброса _____
Условия выброса _____
Скорость утечки _____
Время задержки _____
Погодные условия _____

Описание прогнозируемой ситуации

ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ НА ОСНОВАНИИ СОСТОЯНИЯ СТАНЦИИ: НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНЫЕ СЛУЧАИ

Резюме состояния станции

*Состояние активной
зоны/отработанного топлива* _____
Путь выброса _____
Условия выброса _____
Скорость утечки _____
Время задержки _____
Погодные условия _____

Описание прогнозируемой ситуации

ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ НА ОСНОВАНИИ ЗНАЧЕНИЙ МЭД ОКОЛО СТАНЦИИ (1 - 2 км)

Погодные условия _____
*На основании результатов измерений,
представленных в Карте*

Описание прогнозируемой ситуации

ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ РАССТОЯНИЯ НА ОСНОВАНИИ ЗНАЧЕНИЙ МЭД ОТ ВЫПАДЕНИЙ

Погодные условия _____
*На основании результатов измерений,
представленных в Карте*

Описание прогнозируемой ситуации

Подпись: _____

Выполняется: Специалистом по анализу проб	КАРТА Е1	No: _____
	ПЕРЕСМОТР ДУВ1 и ДУВ 2 ОБЛУЧЕНИЯ ОТ ФАКЕЛА И ДОПУСТИМЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ АВАРИЙНЫХ РАБОЧИХ	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

- Ю Ответственному за радиационную защиту персонала
- Ю Специалисту по мониторингу окружающей среды
- Ю Ответственному за защиту населения
- Ю Специалисту по радиационному прогнозу

Среднее значение МЭД в месте отбора проб: _____ [мЗв/ч]

Результаты измерений, представленные в Карте Г4/№ Карты: _____

Радио- нуклид	$C_{a,i}$ [кБк/м ³]	CF_1 [(мЗв/ч)/(кБк/м ³)]	CF_2 [(мЗв)/(кБк/м ²)]	$C_{g,i} \times CF_1$ [мЗв/ч]	$C_{g,i} \times CF_2$ [мЗв]	
$OUB_e =$ мЗв		$OUB_{thy} =$ мЗв	$T_e =$ ч	ю	H_{thy}	E_{inh}
R_1	$\frac{E_{inh}}{H}$ 1	ДУВ1	$\frac{OUB_e}{R_1 \times T_e}$	мЗв/ч		
Действия:		E_T^{WG}	мЗв	EWG	$E_T^{WG} \times \frac{5}{R_1}$	мЗв
R_2	$\frac{H_{thy}}{H}$	ДУВ2	$\frac{OUB_{thy}}{R_2 \times T_e}$	мЗв/ч		

Рекомендовано:

- Ю использовать новые значения
- Ю использовать старые значения

Подпись: _____

Выполняется: Специалистом по анализу проб	КАРТА E2	№: _____
	ПЕРЕСМОТР ДУВ 4 ОБЛУЧЕНИЯ ОТ ВЫПАДЕНИЙ	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Ответственному за радиационную защиту персонала

Ю Специалисту по мониторингу окружающей среды

Ю Ответственному за защиту населения

Ю Специалисту по радиационному прогнозу

Результаты измерений, представленные в Карте Г7/№ Карты: _____

Радио- нуклид	$C_{g,i}$ [кБк/м ²]	SF_3 [(мЗв/ч)/ (кБк/м ²)]	SF_4 Период: _____ [(мЗв)/(кБк/м ²)]	$C_{g,i} \times SF_3$ [мЗв/ч]	$C_{g,i} \times SF_4$ [мЗв]					
ОУВ _r =		мЗв SF =		OF =		ю		A	B	
$WR \frac{A}{B}$		ч ¹		ДУВ4		$\frac{OУB_r \times WR}{(SF \times OF) (1 OF)}$		мЗв/ч		

Рекомендовано:

Ю использовать новые значения

Ю использовать старые значения

Подпись: _____

Выполняется: Специалистом по анализу проб	КАРТА ЕЗ	№: _____
	ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОСТИ ОГРАНИЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ И ПЕРЕСМОТР ДУВ 6 и ДУВ 7	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

Ответственному за радиационную защиту персонала

Специалисту по мониторингу окружающей среды

Ответственному за защиту населения

Специалисту по радиационному прогнозу

Вид продукта: _____ Место отбора пробы: _____ Дата отбора: _____

Результаты измерений, представленные в Карте Г7/№ Карты: _____

Результаты измерений, представленные в Карте Г8/№ Карты: _____

Содержание радионуклида в пробе продукта $C_{G,i}$ [кБк/кг]	Продукты общего потребления			Молоко, детское питание, питьевая вода		
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
Cs-134	Sr-90	Am-241	Cs-134	Sr-90	Am-241	
Cs-137		Pu-238	Cs-137	I-131	Pu-238	
Ru-103		Pu-239	Ru-103		Pu-239	
Ru-106		Pu-240	Ru-106		Pu-240	
Sr-89		Pu-241	Sr-89		Pu-241	
I-131						
A_G $C_{G,i}$						
$ОУД_i$	1	0.1	0.01	1	0.1	0.001
Если A_G превышает $ОУД_G$, рекомендуется ввести ограничение на потребление пищевых продуктов						
$ДУВ6П \quad ОУД_{Gx} \frac{C_{g,I 131}}{A_G} \quad \text{кБк/м}^2$			$ДУВ6М \quad ОУД_{Gx} \frac{C_{g,I 131}}{A_G}$			
$ДУВ7П \quad ОУД_{Gx} \frac{C_{g,Cs 137}}{A_G} \quad \text{кБк/м}^2$			$ДУВ7М \quad ОУД_{Gx} \frac{C_{g,Cs 137}}{A_G}$			

Рекомендовано:

использовать новые значения

использовать старые значения

Подпись: _____

Выполняется: Специалистом по анализу проб	КАРТА Е4	№: _____
	ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОСТИ ОГРАНИЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ И ПЕРЕСМОТР ДУВ 8 и ДУВ 9	

Подготовил: _____
(Ф.И.О.)

Дата: _____

Предоставить копии:

Время: _____

Ю Ответственному за
радиационную защиту
персонала

Ю Специалисту по мониторингу
окружающей среды

Ю Ответственному за защиту
населения

Ю Специалисту по
радиационному прогнозу

Вид продукта: _____ Место отбора пробы: _____ Дата отбора: _____

Результаты измерений, представленные в Карте Г7/№ Карты: _____

Результаты измерений, представленные в Карте Г8/№ Карты: _____

Содержание радионуклида в пробе продукта $C_{G,i}$ [кБк/кг]	Продукты общего потребления			Молоко, детское питание, питьевая вода		
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5	Группа 6
Cs-134	Sr-90	Am-241	Cs-134	Sr-90	Am-241	
Cs-137		Pu-238	Cs-137	I-131	Pu-238	
Ru-103		Pu-239	Ru-103		Pu-239	
Ru-106		Pu-240	Ru-106		Pu-240	
Sr-89		Pu-241	Sr-89		Pu-241	
I-131						
$A_G \quad C_{G,i}$						
$ОУД_i$	1	0.1	0.01	1	0.1	0.001
Если A_G превышает $ОУД_G$, рекомендуется ввести ограничение на потребление пищевых продуктов						
$ДУВ8П \quad ОУД_G \times \frac{C_{g,I \ 131}}{A_G} \quad \text{кБк/кг}$			$ДУВ8М \quad ОУД_G \times \frac{C_{g,I \ 131}}{A_G}$			
$ДУВ9П \quad ОУД_G \times \frac{C_{g,Cs \ 137}}{A_G} \quad \text{кБк/кг}$			$ДУВ9М \quad ОУД_G \times \frac{C_{g,Cs \ 137}}{A_G}$			

Рекомендовано:

использовать новые значения

использовать старые значения

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1
ДОПУЩЕНИЯ
Раздел А

Инструкция А1

Классификация аварии

Основана на предположении, что выбросы, достаточные для облучения в дозах выше ОУВ и ОУД [IAEA 96] возможны лишь при повреждении активной зоны реактора или больших количествах отработанного ядерного топлива. Классификация следует основной схеме, разработанной в [NRC 80] и [NUMARC 92], где классы аварий основаны на риске повреждение активной зоны наряду с радиологическими данными. Задачей являются объявления аварии и эффективные действия до выброса. Используются следующие основные допущения:

- нарушения герметичности в 20% твэлов указывают на тяжелую запроектную аварию;
- расплавление более 10% активной зоны указывает, что активная зона может быть не способна к охлаждению, даже если вновь покрыта водой;
- при температуре выше 750°C герметичность твэлов быстро нарушается из-за реакции Zr-H₂O;
- повреждение активной зоны возможно, если она не покрыта водой в течение 15 мин.

Необходимая подпитка для компенсации потери теплоносителя вследствие его закипания при остаточном тепловыделении (Рис. А2).

Кривые построены для реактора мощностью 3000 МВт(th), работающего с постоянной мощностью некоторый период времени и затем мгновенно остановленного. Данные об остаточном тепловыделении основаны на ANSI 79. Если температура инжектируемой воды около 27°C, неопределенность кривых составляет 5% для давления 14–2500 psia (0.1–17.2 МПа). Неопределенность составляет до 20% для инжектируемой воды с температурой до 100°C [NRC 93].

Инструкция А2а

Повреждение активной зоны в зависимости от длительности времени, в течение которого активная зона оставалась не покрытой водой.

Немедленно после того, как активная зона PWR останется непокрытой, или через 5-10 минут после того, как останется непокрытой активная зона BWR, начнется повышение температуры твэлов на 0.5–1.0 °C/сек. Если активная зона окажется непокрытой в течение нескольких часов после остановки реактора при отсутствии подпитки воды (в том числе, при отказе немедленной остановки), эта скорость разогрева остается справедливой в пределах коэффициента 2.

Инструкция А2б

Показания мониторов защитной оболочки

- ю Быстрый выброс в защитную оболочку продуктов деления при нормальной концентрации радионуклидов в теплоносителе, при повреждении оболочек твэлов или при расплавлении активной зоны, как принято в допущениях к Инструкции Д1.
- ю Однородное перемешивание с атмосферой защитной оболочки.
- ю Незэранированный монитор.
- ю Монитор контролирует хотя бы 1/2 зоны, указанной на Рисунках.
- ю Аэрозоли и радиоiod отводятся в результате орошения в ту часть пространства защитной оболочки, где монитор их “не видит”.

Инструкция А2в

Концентрации радионуклидов в теплоносителе PWR [NRC 93]

- ю Быстрый выброс в защитную оболочку продуктов деления при нормальной концентрации радионуклидов в теплоносителе, при повреждении оболочек твэлов или при расплавлении активной зоны, как принято в допущениях к Инструкции Д1.
- ю Для случаев выброса летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов и при расплавлении активной зоны, активная зона была обезвожена, повреждена, затем снова покрыта водой.
- ю Выбросы из активной зоны однородно смешаны с теплоносителем.
- ю Отсутствует разведение вследствие инъекции воды.
- ю 0.5 ч после остановки реактора, активная зона которого прошла хотя бы один цикл перегрузки топлива (18 месяцев).
- ю Нормальная концентрация радионуклидов в теплоносителе из ANSI84.
- ю Концентрации радионуклидов в теплоносителе при выбросе газообразных продуктов деления или расплавлении активной зоны получены умножением содержания продуктов деления в реакторе на коэффициенты выброса, типичные для этих повреждений в реакторе 1000 МВт(е) с массой теплоносителя в первом контуре 2.5×10^5 кг.

Концентрации радионуклидов в теплоносителе BWR [NRC 93]

- ю Быстрый выброс в защитную оболочку продуктов деления при нормальной концентрации радионуклидов в теплоносителе, при повреждении оболочек твэлов или при расплавлении активной зоны, как принято в допущениях к Инструкции Д1.
- ю Для случаев выброса летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов и при расплавлении активной зоны, активная зона была обезвожена, повреждена, затем снова покрыта водой.
- ю Выбросы из активной зоны однородно смешаны с теплоносителем в системе охлаждения реактора и в бассейне понижения давления.
- ю Отсутствует разведение вследствие инъекции воды.
- ю 0.5 ч после остановки реактора, активная зона которого прошла хотя бы один цикл перегрузки топлива (18 месяцев).
- ю Нормальная концентрация изотопов в теплоносителе из ANSI84.

Раздел Б

Инструкция Б1

Действующие Уровни Вмешательства (ДУВ)

ДУВ 1 - Эвакуация на основании МЭД от облака.

- ю Человек подвергается облучению в течение 4 часов (за такое время можно ожидать значительное изменение направления ветра).
- ю Незащищенный человек находится в зоне прохождения облака.
- ю Смесь продуктов деления при плавлении активной зоны, как указано в допущениях к Инструкции Д1.
- ю Уменьшение дозы вследствие частичного пребывания в обычных домах влияет незначительно в сравнении с большой неопределенностью в дозе и результатах ее измерений во время выброса, и поэтому не рассматривается.
- ю Согласно оценке для аварий реакторов, ОУД для укрытия 30 мЗв предотвращенной дозы за 2 дня [IAEA 96] несущественно отличается от ДУВ для эвакуации, а если учесть частичное пребывание в зданиях, ДУВ для укрытия оказывается выше, чем ДУВ для эвакуации.

ю Рассчитать по схеме, указанной в Процедура E1, Пункт 4 с использованием:

T_e (продолжительность облучения) = 4ч

R_1 (отношение общей эффективной дозы к МЭД), рассчитанное с помощью кода InterRAS, = 10

ОУВ1 (Общий Уровень Вмешательства для эвакуации) = 50 мЗв за одну неделю (IAEA96)

$$ДУВ1 = \frac{50 \text{ мЗв}}{4 \text{ ч}} \times \frac{1}{10} = 1.25 \text{ мЗв/ч} \quad 1 \text{ мЗв/ч}$$

ДУВ 2 - Провести блокирование щитовидной железы, основываясь на значении МЭД от облака.

- ю Человек подвергается облучению в течение 4 часов (за такое время можно ожидать значительное изменение направления ветра).
- ю Незащищенный человек находится в зоне прохождения облака.
- ю Выброс летучих продуктов или плавление активной зоны, как указано в допущениях к Инструкции Д1.
- ю Рассчитать по схеме, указанной в Инструкции E1, Пункт 5 с использованием:

T_e (продолжительность облучения) = 4ч

R_2 (отношение мощности дозы в щитовидной железе к МЭД), рассчитанное с помощью кода InterRAS, = 200

ОУВ 2 (Общий Уровень Вмешательства для проведения йодной профилактики) = 100 мЗв (IAEA96).

$$ДУВ2 = \frac{100 \text{ мЗв}}{4 \text{ ч}} \times \frac{1}{200} = 0.125 \text{ мЗв/ч} \quad 0.1 \text{ мЗв/ч}$$

ДУВ 3 - Эвакуировать, основываясь на значениях МЭД от выпадений.

- ю Отсутствует значительная ингаляционная доза от вторичного поднятия радионуклидов в атмосферу (для аварий на реакторе).
- ю Уровень вмешательства для эвакуации 50 мЗв (IAEA96).
- ю Период облучения 1 неделя (168 часов).
- ю Около 50% дозы уменьшается за счет распада радионуклидов, укрытия людей и частичного пребывания внутри помещений (действительно для первых нескольких дней).

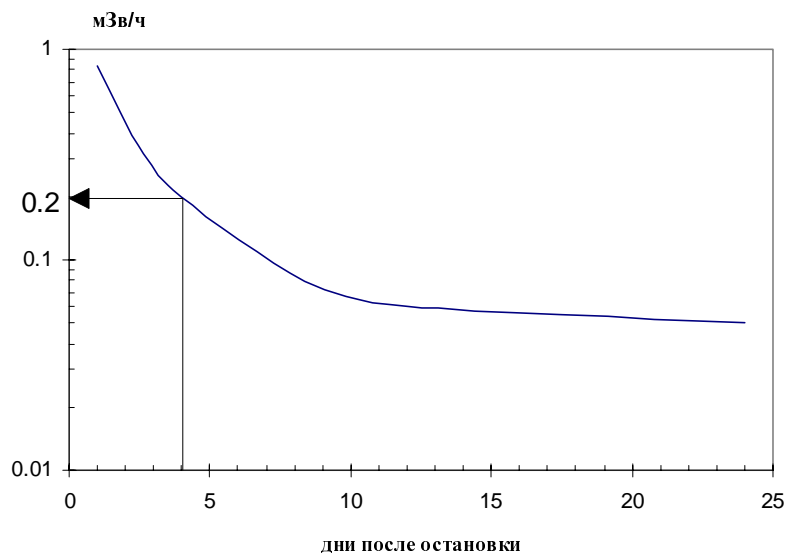
$$ДУВ3 = \frac{50 \text{ мЗв}}{168 \text{ ч}} \times \frac{1}{0.5} \times \frac{1}{0.5} = 1 \text{ мЗв/ч}$$

ДУВ 4 - Переселить, основываясь на значениях МЭД от выпадений.

- ю Рассчитано с помощью InterRAS для выброса смеси продуктов деления при повреждении активной зоны, как указано в допущениях к Инструкции Д1 (FPI X

- ю $CRF_{\text{core melt}}$), 4 дня после остановки реактора (учтен распад и заглубление нуклидов). См. ниже следующий рисунок.
- ю ОУВЗ (Общий Уровень Вмешательства) для переселения = 30 мЗв (IAEA96).
- ю Период облучения 30 дней.
- ю Около 50% дозы уменьшается за счет укрытия людей и частичного пребывания внутри помещений.

Рис. Значения МЭД для временного переселения при аварии с расплавлением активной зоны реактора



ДУВ 5 - Ограничить потребление пищевых продуктов, основываясь на значениях МЭД от выпадений.

- ю Пищевые продукты непосредственно загрязнены или корова поедает загрязненную траву.
- ю Состав выпадений соответствует составу выброса при расплавлении активной зоны. Состав выброса представлен в допущениях к Инструкции Д1.
- ю Пищевые продукты будут загрязнены выше уровней действия МАГАТЭ для ограничения их потребления всюду, где мощность дозы от выпадений составляет значительную долю фоновой [NRC 93].
- ю Значение Действующего Уровня Вмешательства должно превышать фоновый уровень (принято, что он равен 100 нЗв/час), таким образом, значение ДУВ 5 было принято 1 мкЗв/час.

ДУВ 6 и 7 - Ограничить потребление пищевых продуктов или молока, основываясь на значениях плотности загрязнения почвы радионуклидами.

- ю Продукты непосредственно загрязнены или корова потребляет загрязненную траву.
- ю Рассчитать по нижеследующим формулам при допущении, что соотношение радиойода и частиц топлива в выпадениях соответствует таковому в выбросе.

Для пищевых продуктов общего потребления (местного производства):
 изотоп-маркер I-131:

$$ДУВ6П = \frac{ОУД_{G 1} \times Y}{r \times RF} \times \frac{C_{g, I 131, \text{расплавление активной зоны}}}{n \times C_{i, G 1, \text{расплавление активной зоны}}}$$

изотоп-маркер Cs-137:

$$ДУВ7П = \frac{ОУД_{G 1} \times Y}{r \times RF} \times \frac{C_{g, Cs 137, \text{расплавление активной зоны}}}{n \times C_{i, G 1, \text{расплавление активной зоны}}}$$

Для коровьего молока
изотоп-маркер I-131:

$$ДУВ6М = \frac{ОУД_{G 5} \times Y}{U_{\text{cow}} \times r \times f_f} \times \frac{C_{g, I 131, \text{расплавление активной зоны}}}{n \times (C_{i, G 5, \text{расплавление активной зоны}} \times f_{m, i})}$$

изотоп-маркер Cs-137:

$$ДУВ7М = \frac{ОУД_{G 4} \times Y}{U_{\text{cow}} \times r \times f_f} \times \frac{C_{g, Cs 137, \text{расплавление активной зоны}}}{n \times (C_{i, G 4, \text{расплавление активной зоны}} \times f_{m, i})}$$

где:

- Y = Продуктивность роста травы; принято: 2 кг/м² (NRC77)
- r = Доля активности выпавших радионуклидов, которая удерживается растениями (принято: 0.2) (NRC77)
- RF = Коэффициент уменьшения (коэффициент переработки) - доля активности радионуклидов, которая остается в готовом к употреблению продукте после его обработки и приготовления или распада радионуклидов (принято: 1)
- U_{cow} = Потребление корма коровой (принято: 56 кг/день свежей травы) [кг/день] (NRC77)
- f_f = Загрязненная радионуклидами часть рациона коровы; принято 1
- f_{m,i} = Коэффициент перехода радионуклида i в молоко из рациона коров (из нижеследующей таблицы) [день/литр]
- ДУВ6 = ДУВ 6П или ДУВ 6М, плотность загрязнения почвы I-131, свидетельствующая о том, что содержание всех радионуклидов, входящих в группу, в пищевом продукте или молоке может превысить общие уровни действия, [кБк/м²]
- ДУВ7 = ДУВ 7П или ДУВ 7М, плотность загрязнения почвы Cs-137, свидетельствующая о том, что содержание всех радионуклидов, входящих в группу, в пищевом продукте или молоке может превысить общие уровни действия, [кБк/м²]
- ОУД_G = Общий Уровень Действия МАГАТЭ для изотопа группы G, [кБк/кг] (см. Таблицу Е6).
- C_{g,j, расплавление активной зоны} = Количество изотопа-маркера j в выпадениях (Cs-137 или I-131) в результате выброса после расплавления активной

C_{i,G}, расплавление активной зоны

зоны (принято FPI X CRF из допущений в Инструкции Д1)
 Количество каждого из изотопов группы G, которое теоретически должно содержаться в выпадениях после аварии с расплавлением активной зоны (принято FPI X CRF из допущений в Инструкции Д1). При расчете ДУВ 7 для Cs-137 принято, что в выбросе отсутствуют радионуклиды йода. Допущение действительно для смеси старых продуктов деления (повреждение отработанного топлива или выброс через 2 месяца после остановки реактора)

ТАБЛИЦА 1А Коэффициент перехода радионуклида в молоко из рациона коров

Радионуклид	Коэффициент перехода f_m	Радионуклид	Коэффициент перехода f_m
	[(кБк/л)/ (кБк/день)]		[(кБк/л)/ (кБк/день)]
Тритий (H)	1.4E-02	Сурьма (Sb)	2.0E-05
Марганец (Mn)	8.4E-05	Теллур (Te)	2.0E-04
Кобальт (Co)	2.0E-03	Йод (I)	9.9E-03
Криптон (Kr)	2.0E-02	Ксенон (Xe)	НР
Рубидий (Rb)	1.2E-02	Цезий (Cs)	7.1E-03
Стронций (Sr)	1.4E-03	Барий (Ba)	НР
Иттрий (Y)	2.0E-05	Лантан (La)	НР
Цирконий (Zr)	8.0E-02	Церий (Ce)	НР
Ниобий (Nb)	2.0E-02	Празеодим (Pr)	НР
Молибден (Mo)	1.4E-03	Торий (Th)	5.0E-06
Технеций (Tc)	9.9E-03	Нептуний (Np)	5.0E-06
Рутений (Ru)	6.1E-07	Плутоний (Pu)	2.7E-09
Родий (Rh)	НР	Америций (Am)	2.0E-05

Источник: NRC83, Таблица 5.36

НР Не рассчитано.

ДУВ 8 -I-131 в пищевых продуктах, молоке, питьевой воде

- ю Ограничить потребление пищевых продуктов или молока, основываясь на содержании в пробах I-131
- ю Пищевые продукты или молоко потребляются немедленно после загрязнения без мойки или других способов уменьшения загрязнения.
- ю Значения ДУВ применимы только в случае наличия достаточных запасов

- пищевых продуктов.
- ю Значения рассчитаны при допущении о смеси продуктов деления в выбросе (принято $FPI \times CRF$ из допущений в процедуре Д1). При расчете ДУВ 8П учитывались все радионуклиды группы 1, при расчете ДУВ 8М - радионуклиды группы 5. Для обоих случаев содержание I-131 в пищевых продуктах преобладает на ранних этапах аварии, и следует использовать в расчетах значение ОУД для содержания I-131.

ДУВ 9 -Cs-137 в пищевых продуктах, молоке, питьевой воде

- ю Ограничить потребление пищевых продуктов или молока, основываясь на содержании в пробах Cs-137
- ю Пищевые продукты или молоко потребляются немедленно после загрязнения без мойки или других способов уменьшения загрязнения.
- ю Значения рассчитаны при допущении о смеси продуктов деления в выбросе (принято $FPI \times CRF$ из допущений в процедуре Д1) и отсутствии радионуклидов йода в выбросе, что действительно только для смеси старых продуктов деления (повреждение отработанного топлива или выброс через 2 месяца после остановки реактора). Отношение содержания Cs-137 к содержанию других радионуклидов группы 1 (без радиойода) составляет 0.2. Для радионуклидов группы 4 содержание различных радионуклидов в молоке рассчитывали, используя значения коэффициента перехода радионуклида в молоко ($FPI \times CRF \times f_m$) и отношение содержания Cs-137 к содержанию других радионуклидов группы 4.

Раздел В

Инструкция В1

- ю Выброс, продолжающийся в течение по крайней мере 4 часов (за такое время можно ожидать значительное изменение направления ветра).
- ю Незащищенный человек находится в зоне прохождения облака.
- ю Как указано в допущении Инструкции Д1, произошел выброс продуктов деления в результате повреждения оболочек твэла или расплавления активной зоны.
- ю Рассчитано по схеме, указанной в Инструкции Е1, с использованием: R_1 (отношение мощности общей эффективной дозы к МЭД), рассчитанное с помощью кода InterRAS, = 10; EWG (допустимые дозы облучения аварийных рабочих) [IAEA96].
- ю В случае блокирования щитовидной железы общая эффективная доза будет уменьшена на 50%.

Раздел Д

Инструкция Д1

Приведенные расчеты учитывают только характеристики станции, выброса и атмосферы, оказывающие значительное влияние на формирование дозовых нагрузок.

Состояние активной зоны и отработанного топлива

Принятое количество продуктов деления в выбросе приблизительно равно среднему значению, рассчитанному на основании ряда аварий с повреждением активной зоны. Рассматриваются пять различных состояния активной зоны.

- ю **Утечка нормального теплоносителя** в результате повреждения трубы парогенератора, при которой не происходит повреждения активной зоны.
- ю **Утечка теплоносителя с пиковой концентрацией радионуклидов** в результате аварии с повреждением трубы парогенератора, при которой не происходит повреждения активной зоны. Принято, что при пиковой концентрации

содержание радионуклидов в теплоносителе превышает нормальную в 100 раз. Такое состояние иногда имеет место при быстрой остановке реактора или разгерметизации системы охлаждения первого контура.

- ю При **выбросе летучих продуктов деления** принято, что активная зона повреждена и все топливные стержни имеют повреждения, в результате чего происходит выброс газообразных продуктов деления, содержащихся в зазорах топливного стержня.
- ю При **выбросе в результате расплавления активной зоны** принято, что активная зона расплавлена и произошел выброс смеси радионуклидов, по составу отражающий выбросы большинства аварий с расплавлением активной зоны.
- ю При **выбросе из бассейна с отработанным топливом** принято, что топливо было загружено не менее 1 месяца тому назад и максимальный выброс - летучих продуктов деления.

Пути и условия выброса

Для каждого пути выброса рассмотрен механизм, существенно уменьшающий выброс (включение спринклерной системы в защитной оболочке). Эффективность используемого механизма уменьшения представляет собой широкий диапазон допущений. Приняты при разных путях выброса:

- ю **Выброс из защитной оболочки** рассматривается как выброс в атмосферу, проходящий через защитную оболочку. Может быть учтен эффект орошения и других естественных процессов.
- ю **Выброс через байпас во влажных условиях** рассматривается как утечка загрязненного теплоносителя через повреждение, не проходящего через атмосферу защитной оболочки. Для расплавления активной зоны и выброса летучих продуктов деления принято, что активная зона была не покрыта водой, повреждена и вновь покрыта водой. В качестве механизма уменьшения рассматривается барботаж в парогенератор. Если первый контур осушен, следует использовать выброс в сухих условиях в обход защитной оболочки.
- ю **Выброс через байпас в сухих условиях** рассматривается как утечка из первого контура за пределы защитной оболочки по сухому пути. Рассматривается только эффект фильтров (если таковые установлены) и осаждения на трубопроводах и некоторых других процессов уменьшения выброса.

Источник выброса

NRC 88 содержит полное описание методики, а NRC 93 - новейшие данные. Допущения об источнике выброса, принятые в Inter RAS, обсуждаются в Приложении С документа NRC 94. Последовательность вычислений источника выброса приводится ниже:

1. Оценить количество продуктов деления в активной зоне.
2. Оценить долю продуктов деления, выброшенную в случае утечки нормального теплоносителя, теплоносителя пиковой концентрации, выброса летучих продуктов деления в результате повреждения оболочек твэлов, а также при расплавлении активной зоны.
3. Оценить долю продуктов деления, выброшенную из активной зоны и задержанную до ухода в окружающую среду.
4. Оценить долю продуктов деления, фактически выброшенную в окружающую среду.

Оценка источника выброса:

$$Source Term_i = FPI_i \times CRF_i \times \prod_{j=1}^N RDF_{(i,j)} \times EF_i$$

где:
 FPI_i = общее количество радионуклида i в активной зоне
 CRF_i = отношение выброшенного из активной зоны количества радионуклида i к общему количеству радионуклида i в активной зоне (Таблица IД)
 RDF_{ij} = доля активности радионуклида i , доступная для выброса после действия механизма уменьшения j (Таблицы IЕ и IЖ)
 EF_i = доля активности, доступная для выброса, которая выброшена (Таблица IЗ)

В нижеследующих таблицах представлены значения, использованные при расчете указанных в формуле величин:

ТАБЛИЦА IБ Концентрации радионуклидов в теплоносителе, характерные для PWR

Радионуклид	Нормальная концентрация [кБк/г]
H-3	3.70E+01
Mn-54	5.92E-02
Co-58	1.70E-01
Co-60	1.96E-02
Kr-85	1.59E+01
Kr-85m	5.92E+00
Kr-87	5.55E+00
Kr-88	1.04E+01
Sr-89	5.18E-03
Sr-90	4.44E-04
Sr-91	3.55E-02
Y-91	1.92E-04
Mo-99	2.37E-01
Tc-99	1.74E-01
Ru-103	2.78E-01
Ru-106	3.55E+00
Te-129m	7.03E-03
Te-131m	5.55E-02
Te-132	6.29E-02
Sb-127	0.00
Sb-129	0.00
I-131	1.67E+00
I-132	7.77E+00
I-133	5.18E+00
I-134	1.26E+01
I-135	9.62E+00
Xe-131m	2.70E+01
Xe-133	9.62E+01

Радионуклид	Нормальная концентрация [кБк/г]
Xe-133m	2.59E+00
Xe-135	3.15E+01
Xe-138	4.44E+00
Cs-134	2.63E-01
Cs-136	3.22E-02
Cs-137	3.48E-01
Ba-140	4.81E-01
La-140	9.25E-01
Ce-144	1.48E-01
Np-239	8.14E-02

Источник: ANSI84

ТАБЛИЦА IV

Концентрации радионуклидов в теплоносителе, характерные для BWR

Радионуклид	Нормальная концентрация [кБк/г]
H-3	3.70E-01
Mn-54	2.59E-03
Co-58	7.40E-03
Co-60	1.48E-02
Kr-85	0.00
Kr-85m	0.00
Kr-87	0.00
Kr-88	0.00
Sr-89	3.70E-03
Sr-90	2.59E-04
Sr-91	1.48E-01
Y-91	1.48E-03
Mo-99	7.40E-02
Tc-99	7.40E-02
Ru-103	7.40E-04
Ru-106	1.11E-04
Te-129m	1.48E-03
Te-131m	3.70E-03
Te-132	3.70E-04
Sb-127	0.00
Sb-129	0.00
I-131	8.14E-02
I-132	8.14E-01

Радионуклид	Нормальная концентрация [кБк/г]
I-133	5.55E-01
I-134	1.59E+00
I-135	8.14E-01
Xe-131m	0.00
Xe-133	0.00
Xe-133m	0.00
Xe-135	0.00
Xe-138	0.00
Cs-134	1.11E-03
Cs-136	7.40E-04
Cs-137	2.96E-03
Ba-140	1.48E-03
La-140	1.48E-02
Ce-144	1.11E-04
Np-239	2.96E-01

Источник: ANSI84

ТАБЛИЦА II Содержание продуктов деления в активной зоне реактора (FPI)^a

Обсуждение:

В данной таблице представлены активности продуктов деления (и продуктов активации), которые могут присутствовать в активной зоне LWR через 30 минут после остановки реактора. Принято, что активная зона находится в равновесии, т.е. прошла по крайней мере один топливный цикл (18 месяцев). Таким образом, представленные значения будут переоценивать (завышать) активность долгоживущих продуктов деления для новой активной зоны.

Продукт деления (i)	Активность [кБк/МВ _e]	Активность [кБк/(1000МВ _e)]
Kr-85 ⁶	2.07E+10	2.07E+13
Kr-85m ⁶	8.88E+11	8.88E+14
Kr-87 ⁶	1.74E+12	1.74E+15
Kr-88 ⁶	2.52E+12	2.52E+15
Rb-86	9.62E+08	9.62E+11
Sr-89 ⁶	3.48E+12	3.48E+15
Sr-90 ⁶	1.37E+11	1.37E+14
Sr-91 ⁶	4.07E+12	4.07E+15
Y-90	1.44E+11	1.44E+14
Y-91 ⁶	4.44E+12	4.44E+15
Zr-95	5.55E+12	5.55E+15
Zr-97	5.55E+12	5.55E+15
Nb-95	5.55E+12	5.55E+15
Mo-99 ⁶	5.92E+12	5.92E+15
Tc-99m	5.18E+12	5.18E+15
Ru-103 ⁶	4.07E+12	4.07E+15
Ru-105	2.66E+12	2.66E+15
Ru-106	9.25E+11	9.25E+14
Rh-105	1.81E+12	1.81E+15
Te-127	2.18E+11	2.18E+14
Te-127m	4.07E+10	4.07E+13
Te-129	1.15E+12	1.15E+15
Te-129m ⁶	1.96E+11	1.96E+14
Te-131m ⁶	4.81E+11	4.81E+14
Te-132 ⁶	4.44E+12	4.44E+15
Sb-127 ⁶	2.26E+11	2.26E+14
Sb-129 ⁶	1.22E+12	1.22E+15
I-131 ⁶	3.15E+12	3.15E+15
I-132 ⁶	4.44E+12	4.44E+15
I-133 ⁶	6.29E+12	6.29E+15
I-134 ⁶	7.03E+12	7.03E+15
I-135 ⁶	5.55E+12	5.55E+15

Продукт деления (i)	Активность [кБк/МВ ₀]	Активность [кБк/(1000МВ ₀)]
Xe-131m ⁶	3.70E+10	3.70E+13
Xe-133 ⁶	6.29E+12	6.29E+15
Xe-133m ⁶	2.22E+11	2.22E+14
Xe-135 ⁶	1.26E+12	1.26E+15
Xe-138 ⁶	6.29E+12	6.29E+15
Cs-134 ⁶	2.78E+11	2.78E+14
Cs-136 ⁶	1.11E+11	1.11E+14
Cs-137 ⁶	1.74E+11	1.74E+14
Ba-140 ⁶	5.92E+12	5.92E+15
La-140 ⁶	5.92E+12	5.92E+15
Ce-141	5.55E+12	5.55E+15
Ce-143	4.81E+12	4.81E+15
Ce-144 ⁶	3.15E+12	3.15E+15
Pr-143	4.81E+12	4.81E+15
Nd-137	2.22E+12	2.22E+15
Np-239 ⁶	5.92E+13	5.92E+16
Pu-238	2.11E+09	2.11E+12
Pu-239	7.77E+08	7.77E+11
Pu-240	7.77E+08	7.77E+11
Pu-241	1.26E+11	1.26E+14
Am-241	6.29E+07	6.29E+10
Cm-242	1.85E+10	1.85E+13
Cm-244	8.51E+08	8.51E+11

Источник: NRC 75, Таблица VI-3-1

- (а) Для активной зоны на этапе окончания цикла представлены только продукты деления с периодом полураспада более 1/2 часа.
- (б) Рассматриваются продукты деления, которые вносят значительный вклад в дозы облучения на раннем этапе, либо имеют большую вероятность оказаться в выбросе (инертные газы).

ТАБЛИЦА Д Доли выброса из активной зоны (CRF)

Обсуждение:

Представлены доли элементов, которые могут быть выброшены из активной зоны при различных степенях повреждения активной зоны. Принято, что вся активная зона находится в одинаковом состоянии. Указанные доли представляют собой усредненную оценку для различных аварий с повреждением активной зоны.

Состояние активной зоны	Температура оболочек твэлов	Элемент	Доли выброса из активной зоны (CRF ^а)
Неповрежденные оболочки топливных стержней - нормальная утечка	316юС		Смотри таблицы характеристик теплоносителя ^б А5, А6
Пиковые концентрации в результате быстрой остановки или разгерметизации, активная зона остается покрытой водой	316юС		100 х нормальную концентрацию ^б
Выброс летучих продуктов деления (повреждение оболочек) (непокрыта водой 15-30 мин)	650 - 1250юС	Xe, Kr I Cs	0.05 0.05 0.05
Расплавление активной зоны (непокрыта водой > 30 мин)	>1650юС	Xe, Kr I, Br Cs, Rb Te, Sb, Se Ba Sr Ce, Np, Pu Ru, Mo, Tc, Rh, Pd La, Y, Pm, Zr, Nd, Eu, Nb,Pr, Sm	0.95 0.35 0.25 0.15 0.04 0.03 0.01 0.01 0.008 0.002

а $CRF = \frac{\text{активность (Bq) выброшенная из активной зоны}}{\text{общая активность (Bq) в активной зоне}}$

б Концентрация теплоносителя при допущении, что активная зона покрыта водой. Источник значений нормальной концентрации (ANSI84). При пиковых концентрациях принято, что концентрации всех радионуклидов, кроме инертных газов, в 100 раз превышают нормальные. Значения превышенной в 100 раз концентрации представляют собой верхнюю границу значений в случае, если активная зона остается покрытой водой.

ТАБЛИЦА IЕ

Коэффициент технического снижения выброса аэрозолей/частиц (RDF)

Механизм уменьшения	Коэффициент уменьшения RDF ^a	Допущения для Процедуры Д
<u>Система газовых фильтров:</u> Сухая струя низкого давления	0.01	Уменьшенный выброс через байпас в сухих условиях
Влажная струя высокого давления (разрыв)	1.00	
<u>Другие фильтры:</u> Сухая струя низкого давления	0.01	
Влажная струя высокого давления (разрыв)	1.00	
<u>Бассейн понижения давления:</u> Медленный поток (остаточное тепловыделение)		Уменьшенный выброс из защитной оболочки Уменьшенный выброс из защитной оболочки Уменьшенный выброс из защитной оболочки
Бассейн охлажден	0.50 ^б	
0.5-1.0 м	0.10 ^б	
1.0-2.0 м	0.05 ^б	
>2.0 м	1.00	
Бассейн насыщен	1.00	
Бассейн шунтирован	1.00	
Орошение включено	0.03	
<1 ч -время задержки	0.02	
1 - 12 ч -время задержки	0.01	
> 12 ч -время задержки		
<u>Барботаж в парогенератор (Жидкий выброс из системы теплоносителя):</u> Барботируется	0.02	Уменьшенный выброс через байпас во влажных условиях Неуменьшенный выброс через байпас во влажных условиях
Небарботируется	0.50	
Воздушный насос	0.02	

a $RDF = \frac{\text{активность (Bq) в выбросе при действии механизма}}{\text{активность (Bq) в отсутствии действия механизма}}$

б NRC- 92

ТАБЛИЦА ИЖ

Коэффициент естественного снижения выброса аэрозолей/частиц (RDF)

Механизм уменьшения	Коэффициент уменьшения RDF ^б	Допущения для Процедуры Д
Естественные процессы (отсутствует орошение) <1 ч - время задержки	0.75 ^а	Неуменьшенный выброс из защитной оболочки или бассейн выдержки
1 - 12 ч - время задержки	0.36	Неуменьшенный выброс из защитной оболочки
> 12 ч - время задержки	0.03	Неуменьшенный выброс из защитной оболочки
<u>Конденсация в системе охлаждения первого контура:</u> Только для аварий через байпасс	0.20 ^а	Уменьшенный выброс через байпасс во влажных условиях

Источник: NRC- 88, кроме информации, отмеченной:

а NRC- 90

б $RDF = \frac{\text{активность (Bq) в выбросе при действии механизма}}{\text{активность (Bq) в отсутствии действия механизма}}$

Пути выброса	Доли выброса*
<u>Утечка при повреждении защитной оболочки</u>	
Типичная проектная утечка: PWR США - большая сухая (0.1%/сутки)	4E-05
PWR США - субатмосферная (0.1%/сутки)	4E-05
PWR США - ледовый конденсер (0.25%/сутки)	1E-04
BWR (0.5%/сутки)	2E-04
Повреждение изоляции (100%/сутки) Повреждение изоляционного клапана	0.04
Катастрофические повреждения: 1-ч струйный выброс	1.00
<u>Повреждение трубы парогенератора</u>	
1 труба под полным давлением (100 м ³ /ч)	0.35
1 труба с потоком под низким давлением от одного питающего насоса (10 м ³ /ч)	0.03

* доля объема защитной оболочки или количества теплоносителя первого контура, выброшенного за 1 час.

Расчет доз

Дозы на расстоянии 1-2 км рассчитываются по модели InterRAS со следующими допущениями:

- ю выброс на уровне земли;
- ю место выброса не изолировано;
- ю средние метеорологические условия (ветер 2 м/с и класс стабильности D).

Допущения переноса и диффузии, используемые в модели InterRAS, обсуждены в Приложении Г NRC94.

Неопределенность оценок доз составляет 10-100, если состояние станции, высота выброса и наличия дождя определены корректно. Представленные расстояния получены путем интерполяции двух величин: дозовых значений, рассчитанных с помощью InterRAS, и по экспоненте расстояний, на которых могут быть превышены значения ОУВ МАГАТЭ. Представлены только расстояния 2, 5, 10, 25 и 50 км.

Инструкция Д2

Значения, представленные на Рисунках, получены с помощью InterRAS. Использовать Рисунки для собственных сопоставлений можно только в тех случаях, если результаты измерения МЭД получены в пределах 1.5-2 км от места выброса. Смотри Инструкцию Г1 для обсуждения допущений об источнике выброса.

Инструкция Д3

Значения доз уменьшаются с расстоянием ($\sim 1/R$ при отсутствии осадков и $\sim 1/R^2$ при наличии осадков). При Чернобыльской аварии это было разумное допущение, если речь идет о средней плотности выпадений на некоторой территории, однако недействительно для локальных загрязнений (горячие пятна).

Раздел Е

Инструкция Е1

- ю Рассчитанные ДУВ предназначены для краткосрочного облучения от облака (т.е., около 4 часов) вследствие изменения направления ветра. Из-за кратких периодов облучения и большой неопределенности в оценке общей дозы по величине внешнего облучения относительно небольшим уменьшением дозы из-за частичного пребывания в укрытии пренебрегли. Пересмотр ДУВ и допустимых доз для аварийных рабочих основан на отношении МЭД в окружающей среде к эффективной дозе.
- ю Используется для расчетов в случае продолжительных выбросов, когда ожидаются постоянные условия и состав выброса
- ю "1" в формулах отражает отношение дозы внешнего облучения к МЭД в течение 1 часа
- ю Метод расчета, используемый для получения значений Таблицы Е1:

Коэффициент перехода CF_1 был рассчитан следующим образом:

$$CF_1 = h_{thyroid, 50} \times BR \times UCF$$

где:

$h_{thyroid, 50}$	ожидаемая эквивалентная доза на единицу ингаляционного поступления для щитовидной железы (EPA88, Таблица 2.1.)
BR	объем дыхания взрослого человека (1,2 м ³ /час), выполняющего легкую физическую работу (ICRP75)
UCF	коэффициент перехода между единицами (10 ⁶ (мЗв/кБк)/(Зв/Бк))

Коэффициент перехода CF_2 был рассчитан следующим образом:

$$CF_2 = e(g) \times BR \times UCF$$

где:

$e(g)$	ожидаемая эффективная доза на единицу ингаляционного поступления активности для взрослого человека (возраст > 17 лет) (IAEA96, Таблицы II - VII)
BR	объем дыхания взрослого человека (1,2 м ³ /час), выполняющего легкую физическую работу (ICRP75)
UCF	коэффициент перехода между единицами (10 ⁶ (мЗв/кБк)/(Зв/Бк))

Инструкция E2

Способ расчета таблицы E5:

Коэффициент перехода CF_3 был рассчитан следующим образом:

$$CF_3 = h_E \times GRCF \times UCF \times ADCF$$

где:

h_E	коэффициент перехода к эффективной дозе облучения от плотности загрязнения радионуклидами территории (ЕРА93)
$GRCF$	коэффициент коррекции, учитывающий рельеф поверхности почвы = 0.7 (для ровной поверхности = 1)
UCF	коэффициент перехода между единицами (3.6×10^9 (мЗв/ч/кБк)/(Зв/с/Бк))
$ADCF$	1,4 - чтобы оценить МЭД из h_e

Коэффициент перехода CF_4 рассчитывается с помощью модели InterRAS (Приложение 2) и представляет собой сумму дозы от выпадений и ингаляционной дозы от вторичного поднятия радионуклидов в атмосферу, при учете распада, заглубления и выветривания радионуклидов. Принят поправочный коэффициент шероховатости почвы 0,7 и начальный коэффициент ресуспензии 10^{-6} м^{-1} [IAEA 96].

Коэффициенты перехода CF_3 и CF_4 могут быть пересчитаны при помощи модели InterRAS FM-DOSE. Необходимо выбрать значение плотности загрязнения территории радионуклидом = 1 кБк/м² (Enter). Если в таблице представлен продукт распада данного радионуклида, выбрать также плотность загрязнения территории указанным продуктом распада = 1 кБк/м² (Enter).

Облучение от почвы, данное на экране в “Обзоре Краткосрочных Доз”, $\times ADCF$ равно CF_3 . Общая Долгосрочная Доза, данная на экране в “Обзоре Долгосрочных Доз”, равна CF_4 . Возможны незначительные изменения данных величин, поскольку некоторые дозовые коэффициенты в InterRAS были обновлены во время написания данного документа.

Инструкция E3

- ю Пищевые продукты загрязнены непосредственно.
- ю Рассматривается только кратковременное потребление. Долговременное поступление не рассматривается.

Инструкция E4

- ю Таблица Д4 показывает увеличение содержания радионуклидов в молоке после однократного загрязнения травы на территориях, где пасутся коровы или овцы.

Инструкция E5

- ю Пищевые продукты загрязнены непосредственно.
- ю Рассматривается только кратковременное потребление. Долговременное поступление не рассматривается.

Приложение 2

ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ InterRAS

(май, 1997)

INDEX

1. Introduction
2. Running InterRAS
 - 2.1. Getting Started
 - 2.2. Capabilities
 - 2.3. Getting Around The Program with a mouse
 - 2.4. Getting Around without a mouse
 - 2.5. Exiting
3. Modification to RASCAL 2.1 to Create InterRAS
 - 3.1. ST-Dose Modifications
 - 3.2. FM-Dose Modifications
 - 3.3. Decay Modifications
4. Setting Runtime Options
5. Problems
 - 5.1. Reporting Problems
 - 5.2. Common Problems
6. Programming Language Used
 - 6.1. Text and Ranges for Plotting Results
 - 6.2. Files
7. Installation
 - 7.1. System requirements
 - 7.2. Installation Steps
 - 7.3. Installation Notes

1. INTRODUCTION

The **I**nternational **R**adiological **A**ssessment **S**ystem (InterRAS) is a set of personal computer-based tools. InterRAS Version 1 contains tools to estimate the distance that urgent protective actions may be needed based on nuclear power plant conditions or release rates (ST-DOSE), to estimate early and longer term dose from field measurements of radionuclide concentrations (FM-DOSE), and to compute decay of radionuclides (DECAY). InterRAS was developed for use by personnel who conduct an independent assessment of protective actions. InterRAS Version 1.1 is based on the U.S. NRC's InterRAS Version 2.1 code (NRC94) but was modified to allow assessment a greater range of accidents and to conform to the guidance in the IAEA Basic Safety Standard (IAEA96).

This document provides a brief discussion of how to install, run and modify InterRAS. For a more detailed discussion see InterRAS 2.1 Users Guide (NRC94).

2. RUNNING InterRAS

This section presents general information about how to interact with the computer to run InterRAS. It includes

- start up information (Section 2.1)
- specifics on how to use the keyboard and mouse to enter information and make choices (Section 2.2)
- information on how to leave the program (Section 2.3).

Make full use of the on-line help to best understand what InterRAS is doing.

2.1. Getting Started

If the program has not yet been installed go to Section 7 or installation instructions.

If you are operating from DOS and not from a menu system, follow the procedures below for starting InterRAS. Users operating from a menu system or some other shell should consult that system's documentation on how to access the InterRAS programs.

If you want to save and restore ST-DOSE and FM-DOSE cases in a directory other than the one in which you have installed InterRAS, you will need to set up a InterRAS21.CFG file. Please see Section 7 for a description of this file.

To start InterRAS, set the default directory to the location where the main programs of InterRAS Version 1.1 were installed, then type **INTERRAS** and press **Enter**. For example, if InterRAS is installed on the C: drive in a sub-directory named INTERRAS, two commands are needed to start the code:

```
C:>CD INTERRAS
C:\INTERRAS> INTERRAS
```

This will start up the InterRAS Version 1.1 program and display text showing the version being run. Press any key or mouse button to continue.

2.2. Capabilities

Next the opening InterRAS Version 1.1 menu offers four choices:

- **Source Term to Dose (ST-DOSE)**

The model requires only information that might be available during an emergency. The data required are accident location, either an assessment of plant conditions or an estimated source term, and basic meteorological information. For the source term, you can enter the isotopic concentrations or release rates or, for reactor accidents, compute the release using (1) source term estimation based on plant conditions, (2) a source term based on the containment monitor reading, (3) a release rate and an elemental mix, or (4) a spent fuel or spent fuel pool accident scenario. ST-DOSE should be used to assess the consequences of potential or ongoing releases. This program should not be used to estimate doses based on concentrations measured in the environment. If you have concentrations measured in the environment, you should use the FM-DOSE (Field Measurement To Dose) program..

- **Field Measurement to Dose (FM-DOSE)**

FM-DOSE computes doses starting from isotopic concentrations measured in the air or on the ground. Ground shine, cloud immersion, and inhalation doses are computed. The overhead cloud shine dose is not computed. The computed doses may be viewed on the screen or printed. Both early-phase and intermediate-phase doses are computed. The dose computations and dose factors used in FM-DOSE are the same as those used in ST-DOSE except that the ingrowth of radioactive decay products is included for the intermediate-phase doses in FM-DOSE. This program should not be used to estimate doses based on reactor conditions. If you have information about reactor conditions, you should use the ST-DOSE (Source Term To Dose) program.

- **Decay Calculator**

DECAY computes the activities of radionuclides after an input time for radioactive decay and buildup. It also computes the integrated activities over that time. It uses the same algorithm as in FM-DOSE and ST-DOSE. It does not compute doses. The concentrations computed here may be imported to ST-DOSE using the Import push-button in the Isotopic Concentrations source term option.

- **EXIT / Return to System**

Choose this option if you do not want to proceed with any of the InterRAS tools. It will return you to the system prompt.

The main menu of InterRAS is shown below.

```
Models Available in InterRAS Version 1.1

Select Model: SSource Term to Dose (ST-DOSE)
              FField Measurement to Dose (FM-DOSE)
              DDecay Calculator
              EXIT / Return to System
```

2.3. Getting Around the Program

Interaction with the program is via the keyboard or mouse. You will be guided through the data entry by text on each screen. InterRAS uses several methods to request user input or display information. These methods are:

- menus
- data forms
- help windows

- text windows
- graphics screens.

The functions of the keys and mouse differ according to which method is being used. The functions associated with each of the methods are discussed below. A beep will sound if an inappropriate key has been pressed. For example, a beep will sound if a letter key is entered in a numeric data field. A beep will also sound if a numeric value has been entered that is outside the permitted range. In most cases, a message will be displayed that explains how to correct the error.

2.3.1. Menus

Menus present two or more options on a single screen for selecting the next activity. The items appear as a set of words describing actions to be taken or a set of conditions to be used. A choice must be made to continue. The default choice is highlighted when the menu first appears. Pressing the **Enter** key selects the item that is highlighted and exits the menu.

The functions of the keys for menus are as follows:

<i>Arrow Keys</i>	Move highlighted bar between entries
<i>Ctrl-Home</i>	Move to first line or choice at top
<i>Ctrl-End</i>	Move to last line or choice at bottom
<i>Enter</i>	Choose item that is currently highlighted and exit menu
<i>F1</i>	Open help window at bottom of screen and display help text
<i>Alt-F1</i>	Expand an already open help window to use the whole screen.

A single-letter choice selection is available in addition to moving the highlighted bar to the desired entry. In each menu item, a single character is shown in reverse video or by some other enhancement. Pressing the corresponding letter key will activate that item, just as would highlighting it and pressing **Enter**.

The functions of the mouse for forms are as follows:

Clicking the left mouse button on any choice selects that choice.
Clicking the right mouse button displays the help text for the choice that is currently highlighted.

Error messages and informational messages are displayed on the bottom line of the screen and in special message windows. Understanding these messages is important to running InterRAS correctly.

2.3.2. Forms

Forms consist of one or more data input fields, radio buttons, and pushbuttons. In each field you must specify information (such as the date, radionuclide activity, or wind speed). Default values are supplied for all items to be entered. Each data item is validated after you enter it. If the value is out of range, a message appears and you must correct the entry. None of the programs will allow you to enter an alphabetic character in a numeric field. Radio buttons allow you to select one of a list of items. Pushbuttons are similar to menu choices in that they allow you to perform other actions, such as displaying a sub-form or exiting the current form. Pushbuttons appear as black text on a grey background, e.g. **io Calculate io**. Unlike menus in which you make a single choice and then proceed, data entered in forms can be modified until the form is completed and you leave the form.

The functions of the keys for forms are as follows:

<i>Arrow Keys</i>	Move between data entry fields; move within radio button groups; the left and right arrows also move within fields
<i>Home</i>	Within a field, move to first character of a field
<i>End</i>	Within a field, move to last character of a field
<i>Ctrl-Home</i>	Move to first field on the form
<i>Ctrl-End</i>	Move to last field on the form
<i>Enter</i>	Accept data entered in the field or radio button group and move to the next field; exit the forms from the last field; Perform the function associated with a pushbutton (e.g., exit a form)
<i>SpaceBar</i>	Toggles [X] fields on and off
<i>Tab</i>	Move forward from one field to the next
<i>Shift-Tab</i>	Move backward from one field to the next
<i>F1</i>	Open a help window at bottom of screen and display the help text
<i>F2</i>	Re-display the choice list; within a choice list, the keys function as described for menus
<i>F7</i>	Same as Tab
<i>F8</i>	Same as Shift-Tab
<i>Alt-F1</i>	Expand an already open help window to use the whole screen
<i>F10</i>	Exit the form.

Keys for which no functions are defined have no effect on item selection.

Note that the use of the arrow keys or **Tab** and **Shift-Tab**, and *not* **Enter**, is strongly recommended for moving through the data fields on the screens. Note also that the key that you use to move into a field that has a choice list affects the way that field works. If you move into the field using the **Enter** key, the choice list will pop-up automatically. If you move into the field with an arrow or Tab key, the choice list will not appear until you press the **F2** key.

The functions of the mouse for forms are as follows:

Clicking the left mouse button:

- on a pushbutton, performs the function associated with it
- on a field, makes that field active
- on a choice list or radio button group item, selects that item

Double-clicking the left mouse button on a field with a choice list pops-up the list if it is not visible

Clicking the right mouse button causes the help text to appear for the field that is currently active, NOT the field where the mouse is positioned.

After filling in the fields as desired, to leave a form press **F10** or click the left mouse button on the **Main Menu (F10)** pushbutton.

2.3.3. Help Windows

Help windows provide you with additional information. Help is generally available for each menu item and data field. The functions of the keys for help windows are as follows:

<i>Arrow Keys</i>	Move text up or down in the window one line at a time
<i>Home</i>	First, move to the first character of the current line of the text; second, move to the first line of the file; third, move to the first character of the file
<i>End</i>	First, move to the last character of the current line of the text; second, move to

	the last line of the file; third, move to the last character of the file
<i>Enter</i>	Close the text window and return to the previous form
<i>Alt-F1</i>	Expand an already open help window to use the whole screen
<i>PgUp</i>	Scroll text up in the window one page at a time
<i>PgDn</i>	Scroll text down in the window one page at a time.

The functions of the mouse for help windows are as follows:

Clicking the left mouse button on a help window will close it.

Clicking the left mouse button on any corner of the help window and holding the button down, allows you to resize the window. Move the mouse and release the button when the size is as you want. The help window will remain this size, even if you close and re-open it.

Clicking the left mouse button on the top or bottom border of the help window and holding the button down, allows you to move the help window. Move the mouse and release the button when the window is where you want it.

When a scroll bar appears on the right side of the window, you can use the mouse to scroll the text up and down.

2.3.4. Text Windows

Text windows are similar to help windows in appearance, but they display results generated by InterRAS in text form. The functions of the keys for text windows are as follows:

<i>Arrow Keys</i>	Move text up or down in the window one line at a time
<i>Home</i>	First, move to the first character of the current line of the text; second, move to the first line of the file; third, move to the first character of the file
<i>End</i>	First, move to the last character of the current line of the text; second, move to the last line of the file; third, move to the last character of the file
<i>F10</i>	Close the text window and return to the previous form
<i>PgUp</i>	Scroll text up in the window one page at a time
<i>PgDn</i>	Scroll text down in the window one page at a time.
<i>Alt-P</i>	Prints the graphic being displayed.

The functions of the mouse for text windows are as follows:

Clicking the left mouse button on the **io Main Menu (F10) io** pushbutton will close it.

Clicking the left mouse button on the **io Print (Alt-P) io** pushbutton will print the entire text that you are viewing, not just the portion visible on the screen.

When a scroll bar appears on the right side of the window, you can use the mouse to scroll the text up and down.

2.3.5. Graphics Screens

Graphics screens generally require minimal user interaction.

The functions of the keys for graphics screens are as follows:

<i>Esc</i>	Exit the graphics screen and return to menus
<i>Enter</i>	Switch to the alternate display, if one is available.
<i>Alt-P</i>	Print the graphic

The functions of the mouse buttons for the graphics screens are as follows:

Clicking the left mouse button will exit the graphics screen and return to menus

Clicking the right mouse button will switch to the alternate display, if one is available.

2.4. Running InterRAS Without a Mouse

Section 2 describes how to run InterRAS with a mouse. The following are points to remember from that section, when you are running on a PC that does not have a mouse.

HELP Access help by pressing the **F1** key. **Alt-F1** enlarges the help window. **Enter** or **Esc** close the help window.

MENUS Make selections from menus by pressing the letter key that is highlighted.

FORMS Right and left arrow keys usually move *within* a field. Up and down arrow keys and **Tab** keys move *between* fields. Right and left arrow keys move to the next field only when you are at the far right of left of the field.

Arrow keys only work when there is a field to go to in that direction. For example if you are in a field on the bottom of the screen and then you press the down arrow, nothing will happen. Even if you are at the top of the screen if there is no field below the one you are in, the down arrow will have no effect. If you think that you are stuck in a field, use the **Tab** keys to get out. If that doesn't work, use **Enter**. If neither one works, you have broken something and you will have to re-boot your computer.

Up and down arrows move within a group of radio buttons. You must press **Enter** to exit the group.

Ctrl-Home takes you to the first field on a screen. **Ctrl-End** takes you to the last field on a screen.

F10 exits the screen. Don't use **F10** on menus.

F2 redisplay a choice list. (This is useful if you make an incorrect choice and want to change it.)

GRAPHICS **Enter** switches to the other graphic. **Esc** exits the graphic screen.

2.5. Exiting InterRAS

When you exit any InterRAS model, you return to the main InterRAS menu. To exit from this menu and return to the operating system, click the left mouse button on **EXIT / Return to System**, press the **X** key, or highlight **EXIT / Return to System** and press the **Enter** key.

3. MODIFICATIONS TO RASCAL 2.1. TO CREATE InterRAS

InterRAS has been created for analysis of radiological accidents at international power reactors as well as other non-reactor accidents. It is based on the US NRC RASCAL v2.1 codes. Modifications to the calculations include the addition of some radionuclides, the modification of the plant-conditions source term options, and the removal of USA specifics (e.g., EPA Protective Action Guides (PAGs) calculations) and changing the dose factors, calculation methods and out-put to conform to the guidance in the IAEA Basic Safety

3.1.4. Plant Conditions

The plant conditions options have been slightly modified for this version of InterRAS. The modified plant conditions source term menu is shown below.

```

                                Release Pathway

Dry Containment Leakage
Coolant Bypass of Containment
Ice Condenser Containment Leakage
Through Pool (Wet Well) or Bubble Tower
Dry Bypass of Containment

                                Select the appropriate accident condition

```

Two of these options are new. They are the Dry Containment Leakage and Through Pool (Wet Well) or Bubble Tower options. The first replaces both the Large Dry or Sub-atmospheric and Dry Well options in RASCAL 2.1. The second replaces the Wet Well option. The new screens are shown below and illustrate the modifications made to the other plant conditions source term data entry screens.

```

This is a test                                This is the site name entered

Core Condition: [p] Gap Release (uncovered 15-30 min)
                [ ] Core Melt (uncovered >30 min)

Reactor Power: 3000 Mw(t)

Sprays: [ ] On                                Release Route: [ ] Filtered
          [p] Off                               [p] Unfiltered

Leak Rate: [ ] 100%/h
            [ ] 50%/h
            [ ] 10%/h
            [ ] 4%/h
            [ ] 1%/h
            [ ] 0.5%/h
            [p] 0.1%/h
            [ ] 0.05%/h

                                                    [p Main Menu (F10)]p

```

Note that the Vessel Melt core damage option has been removed and that the In-Vessel Melt option has been renamed Core Melt. Also the 0.1%/h and 0.05%/h have replaced the two design-based leak rates used in RASCAL 2.1.

```

This is a test                                     This is the site name entered

Core Condition:  Gap Release (uncovered 15-30 min)
                 Core Melt (uncovered >30 min)

Reactor Power: 3000 Mw(t)

Pool or Tower:  Subcooled   Bubbling Depth 0.5 - 1.0 m
                 Subcooled   1.0 - 2.0 m
                 Subcooled   > 2.0 m
                 Saturated or Bypassed

Leak Rate:  100%/h      Release Route:  Filtered
             50%/h       Unfiltered
             10%/h
             4%/h
             1%/h
             0.5%/h
             0.1%/h
             0.05%/h

                                                     Main Menu (F10)

```

Note that for either a suppression pool or a bubble tower, you can select either a saturated or a subcooled condition. If subcooled is selected, then you also select an estimate of the water depth. The reduction factors used for these cases are:

Water Depth(m)	Reduction Factor
Saturated:	1.0
Subcooled:	
0.5 - 1.0	0.50
1.0 - 2.0	0.10
> 2.0	0.05

3.1.5. Containment Monitor Reading

The containment monitor source term option has been modified to allow calculation at any reactor type. The input screen has been modified as shown below.

```

This is a test title                                This is a sample location

Monitor Reading:      1.0000000 Sv/h

Containment Volume:  1.00E+005 m**3                Fraction of
Shielding Factor:    1.0000000                    volume seen: 1.0000000

Reactor Power: 3000 MW(t)

Containment Sprays:  [ ] On          Release Route:  [ ] Filtered
                   [p] Off        [p] Unfiltered
Leak Rate:  [ ] 100%/h
             [ ] 50%/h
             [ ] 10%/h
             [ ] 4%/h
             [ ] 1%/h
             [ ] 0.5%/h
             [p] 0.02%/h
             [ ] 0.004%/h

p Main Menu (F10) p

```

Note that instead of selecting the monitor location, you now enter values for the containment volume, the fraction of the containment volume seen by the monitor, and a shielding factor for the monitor.

3.1.6. Dose Calculations

The doses calculated have not been changed for this version of InterRAS. Note that the maximum early exposure period has been increased from four days to one week, and the 4-day ground-shine calculation has been eliminated. Radiologic decay and ingrowth are now included in the calculation of the ground-shine dose. The new output format is shown below.

This is a test title	01/08/96 13:49				
Distance from Site, km	Maximum EARLY Doses (mSv)				
	1.0	2.0	5.0	25.0	50.0
Total EDE	2.1E+05	1.2E+05	4.7E+04	5.6E+03	8.5E+00
Thyroid	1.4E+06	7.6E+05	3.0E+05	3.5E+04	5.4E+01
Cloud Shine	4.5E+03	2.7E+03	1.5E+03	2.7E+02	3.7E-01
Ground Shine	3.3E+03	1.9E+03	7.4E+02	8.7E+01	1.3E-01
Eff. Inhalation	2.0E+05	1.1E+05	4.5E+04	5.2E+03	8.0E+00

NOTES for International Version:

1. All values below 1.0E-02 have been set to zero
2. Thyroid dose includes Iodine only
3. Total EDE = Eff. Inhalation + Cloud Shine + Ground Shine

3.2. FM-DOSE Modifications

The dose calculations have not been changed for this version of InterRAS. Note that the maximum early exposure period has been increased from four days to one week, and the 4-day ground shine calculation has been eliminated. Also, the intermediate phase first and second year doses have been changed to first and second month doses. The radionuclides added are:

Y-91m	Cd-115	La-141	U-236	UF6
Nb-95m	Sb-131	Pr-144m	U ore	
Rh-123m	Te-131	Pr-144	Enriched U	

The new output format is shown below.

```

Field Measurements to Dose Output (International) Run Time: 01/08/96 13:50
Title: this is a sample title
Sample date and time: 01/08/96 01:00
                    EARLY Doses
TEDE Components:
Ground Shine          5.92E-004 mSv
Cloud Submersion     1.72E-004 mSv          TEDE          4.81E+002 mSv
50-yr Inhalation     4.81E+002 mSv
bbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbb
Thyroid Inhalation   0.00E+000 mSv          (Iodine only)

NOTES:
1. NC = Not Calculated
2. Resuspension doses and re-entry delay are not computed
    
```

```

Field Measurements to Dose Output (International) Run Time: 01/08/96 13:50
Title: this is a sample title
Sample date and time: 01/08/96 01:00

                    LONG TERM Doses (mSv)
                    ----- With Delay -----
Exposure   First Month Second Month 50 Years   First Month  50 Years
Ground Shine 1.98E-003  4.35E-004  2.51E-003  1.57E-003  1.93E-003
Inhalation   2.75E-006  5.57E-007  3.43E-006  2.02E-006  2.48E-006
Total        1.98E-003  4.36E-004  2.52E-003  1.57E-003  1.93E-003

First Month Dose (mSv)
bbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbbb = 2.83E+003 (used to compute 1st month dose
Dose Rate (mSv/h)                          from meter reading)

NOTES:
1. Ground shine includes decay and weathering
2. Ground shine excludes noble gas daughters
3. All doses are independent of the entered ground exposure
    
```

3.3. DECAY Modifications

No modifications were made to the DECAY program made for this version of InterRAS.

4. SETTING RUNTIME OPTIONS

4.1. Configuration File

InterRAS uses a configuration file named RASCAL21.CFG to control where files are stored on the hard disk and to indicate the type of printer installed for printing graphics. The installation program may create this file or you can create it using a text editor. The file must be in the same directory as the program files. The file is needed only if you wish to change from the default storage location or graphics printer. By default all files are stored in the directory with the program files and the graphics printer is a HP LaserJet at 150x150 dpi.

Keywords	Discussion
STD_WS_PATH =	Specifies the location for all ST-DOSE result files on the workstation including case files and PCX graphics.
FMD_WS_PATH =	Specifies the location for all FM-DOSE result files on the workstation.
PRINTER =	Specifies the printer driver to be used in printing ST-DOSE graphics.

An example of the RASCAL21.CFG file is shown below.

```
STD_WS_PATH = c:\InterRAS\save\  
FMD_WS_PATH = c:\InterRAS\save\  
PRINTER = hplsvrh.prd
```

The printer definition applies only to printing graphics. Text will print to any printer. Refer to the separate installation instructions for a list of the available printer drivers.

4.2. Enabling Black-and-White Video Mode

The InterRAS input/output forms are normally set up to display colours. On computers with monochrome screens, the colour mode may not be very readable. These machines include some laptop computers with plasma and liquid crystal display (LCD) screens and machines with older amber or green monitors. The easiest fix may be to use the DOS MODE command. At the DOS prompt, before starting InterRAS, type **MODE BW80** and press **Enter**.

5. PROBLEMS

This section describes how to report problems with the InterRAS software and offers solutions to some of the commonly encountered problems.

5.1. Reporting Problems

This is a developmental version of the code. Problems should be reported to the IAEA, Division of Radiation and Waste Safety, Radiation Safety Section, Emergency Preparedness Unit.

The major portions of InterRAS are controlled by a DOS batch file. The batch file will detect some program errors and attempt to tell you where a problem occurred. Likewise, the individual programs report their own specific problems. If you do encounter difficulties with InterRAS, please note as much of the following specific information as you can:

Describe the problem:

- Which tool of InterRAS was being used when the problem occurred?
- What exactly is the problem? Be specific (for example, computer locked up and had to be rebooted or printer would not handle ASCII graphics).
- What activity was under way when the problem occurred? (For example, entering data to a form, performing calculations, or attempting to print.) Be as specific as possible.
- What error messages, if any, were displayed?
- Is the problem reproducible? If so, what exact steps from starting up InterRAS bring about the problem?
- What action, if any, did you take to recover from the problem?

Describe the operating environment:

- What computer was in use? (Include brand, model, CPU type, amount of RAM, and display type.)
- What version and revision of DOS was in use?
- What brand and model of printer was in use? (If relevant.)
- What memory-resident software was installed (e.g., PCTOOLS, SIDEKICK) at the time of the problem?

If possible, provide a printed listing or copies on disk of the following files:

- The AUTOEXEC.BAT and CONFIG.SYS files from your root directory
- All of the .TMP and .TXT files created by InterRAS. These are in the same directory as the InterRAS program files.

5.2 Common Problems

The following is a summary of commonly encountered problems and their solutions.

Problem: You get a series of messages on the screen preceded by cryptic characters. The characters may be scrolling up your screen (similar to those shown below) instead of being a stationary message with only the percent value changing:

```

^[[2J^[[05;10HCalculating transport, diffusion and cloud shine.
^[[08;15H 0.0 percent complete.
^[[08;15H  2. percent complete.
^[[08;15H  4. percent complete.
^[[08;15H  6. percent complete.

```

Solution: The ANSI.SYS device driver is not installed correctly. Check the CONFIG.SYS file in the root directory to see if it includes the DEVICE=C:\DOS\ANSI.SYS line.

Problem: You receive an error message during the Transport/Diffusion or Dose Calculation sections similar to that shown below:

**error opening thyroid.out in RASCAL/DOSCAL, ier = 6417
Return code 1**

Solution: The number in the FILES= statement in your CONFIG.SYS file is not set to 20 or greater. Edit the file using a text editor and make sure there is a FILES= line included and that the number is set to 20 or greater.

Problem: You attempt to print a graphics screen using the **Print Screen** key. The machine sounds a double beep, there is no action by the printer, or you get nonsense on the printer.

Solution: There are two possible causes of the problem. The first is that **GRAPHICS.COM** has not been run. This is a program in memory that allows DOS to copy a graphics screen to the printer. The program is usually loaded by the AUTOEXEC.BAT file. In this case, the line **GRAPHICS** may be missing from the AUTOEXEC.BAT file. Edit the AUTOEXEC.BAT file to add the line **GRAPHICS**. Then reboot and run InterRAS again.

The second possibility is that **GRAPHICS.COM** does not support the screen type or printer type you are using. DOS versions differ in the ability to print graphics from the screen. Update your DOS to a later version, preferably DOS Version 6.+, which supports screen prints to a variety of printers, including laser printers.

Problem: The computer has locked up. Nothing has changed on the screen for several minutes and the keyboard is not active.

Problem: The computer is acting strangely. For example, the mouse has stopped working or is drawing coloured boxes on the screen. Another example is that drawing of the graphics to the screen is incomplete or corrupted.

Solution: The problem may have been caused by having insufficient memory to run a portion of InterRAS. Check to make sure that you do not have memory resident routines using up space. InterRAS requires 520 KB of RAM at run time.

The computer must be rebooted, either by pressing the **Ctrl, Alt, and Del** keys simultaneously or by turning the power off and then back on. Then try running InterRAS again after rebooting. If the problem persists, try to free up more memory.

Problem: As InterRAS is started or when you are trying to view graphics, you receive an error message that reads:

Out of Environment Space.

Problem: InterRAS terminates abnormally with the message:

Error while executing the program _____

Solution: InterRAS makes use of the DOS environment to control certain options and to pass information between modules. In this case, while InterRAS was trying to store information, the environment space was exhausted. InterRAS behaviour may be erratic (i.e., some sections may not work) if this error message is

received. Add the line **SHELL=C:\COMMAND.COM C:\ /P /E:500** to the CONFIG.SYS file and reboot. Refer to your DOS manual for further information on the SHELL command.

Problem: You have to press **Enter** twice to get the printer to work with the first selected output option that attempts to use the printer.

Solution: The command **PRINT /D:PRN** was not executed before running InterRAS. This command is usually run from the AUTOEXEC.BAT file. Add **PRINT /D:PRN** to your AUTOEXEC.BAT file.

Problem: You receive the message **Floating Point Not Loaded**

Solution: Your computer does not have a math coprocessor installed. InterRAS v1.1 modules require the math coprocessor. You must upgrade your system to be able to run InterRAS v1.1.

Problem: The printed version of the Inputs report contains lines of non-standard characters, as in the example below:

```
Summary of ST-DOSE inputs  NEW CASE
oooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooooo
Title: TITLE 12/17/91 14:37
```

This may be seen in other printer outputs as well.

Solution: The printer is not set up to use the extended character set containing the line-drawing characters. If possible, change the printer configuration to use an appropriate extended character set. For example, in the Roman-8 character set, the character with decimal number 196 is an 6. In the PC-8 symbol set, the character with decimal number 196 is a horizontal line (ю), which is the desired character.

Problem: You want to load a case in either ST-DOSE or FM-DOSE, but the **Load Case** menu option is not available.

Solution: Either you have not previously saved a case, or the file DN.DAT in your save area has been deleted. If DN.DAT has been deleted, you can try to restore it with the DOS UNDELETE command. Otherwise, any cases you may have saved have been lost.

6. PROGRAMMING LANGUAGES USED

The following software packages and compilers were used in the creation of InterRAS Version 1.1:

Microsoft C Version 7.0
Microsoft FORTRAN Version 5.10
Microsoft Segmented-Executable Linker Version 5.31
Vermont Views Version 3.05 with Designer
Genus Microprogramming libraries
 GX Printer v1.5
 GX Graphics v3.0
 GX Text v3.0
 GX PCX Toolkit v6.0
Microsoft DOS Version 6.0

Vermont Creative Software
Pinnacle Meadows
Richford, VT 05476
(802) 848-7731 FAX (802) 848-3502

Genus Microprogramming, Inc.
1155 Dairy Ashford, Suite 200
Houston, TX 77079
(713) 870-0737 FAX (713) 870-0288

6.1. Text and Ranges for Plotting Results

When InterRAS presents results graphically, actual dose values are represented by a symbol. The range of values represented by a given symbol and the text accompanying the key to symbols is defined in the file PLOTKEY.DAT. This file is used by RAS21OUT and CASE programs. The format of the file is illustrated below:

1	5	TOTAL DOSE CEDE		<-- a
		REM	SV	<-- b
1	1.0e-3	1.0e-5		<-- c
			0.001 to 0.1 rem	<-- d
			0.01 to 1.0 mSv	<-- e
2	1.0e-1	1.0e-3		
			0.1 to 1.0 rem	
			1.0 to 10 mSv	
3	1.0	1.0e-2	EPA PAG Range	
			1 to 5 rem	
			10 to 50 mSv	
4	5.0	5.0e-2		
			5 to 50 rem	
			50 to 500 mSv	
6	50.0	5.0e-1	Health Effects Possible	
			> 50 rem	
			> 500 mSv	

Where:

- a = result type number (reference to # written in *.OUT file), number of bins to follow, and the result type label to appear on outputs
- b = comment line for the bins

- c = symbol number to be used, lower range if source in Ci, lower range if source in Bq, text to be shown with all ranges (if any; may be blank)
- d = range label if input in Ci; should match ranges
- e = range label if input in Bq; should match ranges

Lines C, D and E are repeated for each bin. A result type number is assigned to each dose or concentration file created by the ST-DOSE model. The number is written as the 1st element of the output (.OUT) files and is used by the output programs in determining the appropriate labels, symbols and keys. The second element of the output file is the type of input (Ci or Bq). This is used to determine which column of range numbers to use.

6.2. Files

6.2.1. Result Files

The program DOSCAL of ST-DOSE generates the final result files. These files are unformatted, FORTRAN files with one for each result type. Each contains a result type number, a units string and the doses on the Cartesian and polar grids. The result type number, file name and contents are shown below:

Result Type Number	File Name	Description of contents
1	EFF-EPA.OUT	Total Effective Dose
2	BONE-ACU.OUT	Acute Bone Dose (not used)
3	IMM.OUT	Whole Body Cloud Shine
4	GSE.OUT	Whole Body Ground Shine
5	INH-EPA.OUT	Inhalation Dose Effective
6	INH-ACU.OUT	Acute Bone Marrow Inhalation (not used)
7	THYROID.OUT	Thyroid Dose
8	LUNG-ACU.OUT	Acute Lung Dose (not used)
9	DEPCUM.OUT	Deposition
10	DPLCUM.OUT	Particulate Ground Level Air Conc.
11	EXPCUM.OUT	Noble-Gas Ground Level Air Conc.
12	GS4DAY.OUT	4-day Ground Shine Dose (not used)

The format of the file is:

```
result type (integer*2)
engineering units (character*3)
Cartesian grid array (31,31) (real*4)
polar grid array (36,3) (real*4)
```

6.2.2. InterRAS Batch File

InterRAS is composed of a number of standalone executable files. The running of these files in the correct order is controlled by a DOS batch file named INTERRAS.BAT. Individual programs return values to the batch file through the ErrorLevel numbers. The batch file uses this information to determine whether an error has occurred or what program to execute next. A portion of the batch file is listed below as an example.

```
:RASCMENU
cls
echo off
set pnam=rastart.exe
if not exist %pnam% goto notfnd
set from=start
rastart
if errorlevel 99 goto DONE
if errorlevel 20 goto DECAY
if errorlevel 15 goto FM2D
if errorlevel 10 goto CASE
if errorlevel 1 goto ERROR
goto UNKNOWN

:DECAY
cls
set pnam=decay.exe
if not exist %pnam% goto notfnd
DECAY
goto RASCMENU
```

An environmental variable, pnam, is used to hold the name of the executing program. It is used to check to make sure the file exists before attempting to execute it and to provide the name to the user if a problem occurs.

The following table summarizes the codes used in the INTERRAS.BAT file as returned by the programs.

Program Return Code Summary

Program Name	Error Code	Action Taken
RASTART	99	EXIT / Terminate the batch file
	15	Begin field measurement to dose (FM-DOSE program)
	20	Begin DECAY calculator (DECAY program)
	10	Begin data input for ST-DOSE (CASE program)
	1	Branch to error message and terminate batch file

Program Name	Error Code	Action Taken
CASE	99	Return to opening menu (RASTART program)
	30	Branch to output (RAS21OUT program)
	10 & 5	Set the TYPE environment variable then start RAS21IN
	2	Branch back to opening menu (RASTART program)
	1	Branch to error message and terminate batch file
	0	EXIT / Terminate the batch file
RAS21IN	99	Return to opening menu (RASTART program)
	30	Branch to output (RAS21OUT program)
	25 & 20	Start the ST-DOSE calculations (STCALC program)
	10	Return to the ST-DOSE case menu (CASE program)
	2	Return to opening menu (RASTART program)
	1	Branch to error message and terminate batch file
STCALC	0	EXIT / Terminate the batch file
	90	Return to data input (RAS21IN program)
	1	Branch to error message and terminate batch file
	0	Continue with calculations (TADMOD program next)
TADMOD	2	Return to data input (RAS21IN program)
	1	Branch to error message and terminate batch file
	0	Continue with calculations (DOSCAL program next)
DOSCAL	1	Branch to error message and terminate batch file
	0	Calculations complete, go to output (RAS21OUT)
RAS21OUT	99	Error condition, return to RASTART program
	90	Return to data input (RAS21IN program)
	2	Branch back to opening menu (RASTART program)
	1	Branch to error message and terminate batch file

6.2.7. R2NUC.DAT File Format

The ASCII file R2NUC.DAT defines the photon spectra of each radionuclide used in the source term calculations. A fragment of the file is shown below for illustration.

```
T 1Mn-54 T
    .00057 .00370 .00541 .07429
    .00541 .14711 .00595 .02944
    .83483 .99976
```

The file contains the following information:

Line 1: an unused flag; always T
an index number; not used
the nuclide name
flag; T = particle, F = gas

Next lines: Up to 5 pairs of gamma energy (MeV) and gamma yield

6.2.8. FM-DOSE.DAT File Format

The ASCII file FM-DOSE.DAT defines the dose factors and decay matrices of each radionuclide used in the FM-DOSE calculations. A fragment of the file is shown below for illustration.

```
2
Ti-44 Sc-44
0.00E+00 1.02E+06 0.00E+00 4.07E+05 3.54E+04 7.04E+02
4.22E+01 6.62E+02
1.02E+06 4.92E+02
-4.64E-10 0.00E+00
4.90E-05 -4.90E-05
```

<- a
<- b
<- c
<- d

The file consists of the following lines:

- a - number of nuclides in this chain
- b - the names of the nuclides in the chain
- c - dose factors:
 - 30-day lung inhalation (rem/Ci) - NOT USED
 - 50-year CEDE inhalation (rem/Ci)
 - 30-day bone inhalation (rem/Ci) - NOT USED
 - 50-year thyroid inhalation (rem/Ci)
 - immersion (rem/day / Ci/m**3)
 - ground shine (rem/day / Ci/m**2)
 - ground shine dose factor for each nuclide in the chain (rem/day / Ci/m**2)
 - 50-year CEDE for each nuclide in the chain (rem/Ci)
- d - decay matrix

6.2.9. DECA.Y.DAT File Format

The ASCII file DECA.Y.DAT defines the decay matrices of each radionuclide used in the DECA.Y calculator. A fragment of the file is shown below for illustration.

```
2                <- a
Ti-44  Sc-44    <- b
-4.64E-10 0.00E+00 <- c
4.90E-05 -4.90E-05
```

The file consists of the following lines:

- a - the number of nuclides in the chain
- b - names of the nuclides in the chain
- c - decay matrix

6.2.10. USERDATA.TMP File Format

The data input program RAS21IN creates an ASCII file to be used by later programs. A sample file and a description of contents and formats is shown below. The first 19 records will always exist. The number following those first 19 will vary depending on the source term options selected.

```
09/30/91 12:00| T T F P                <-- a
TITLE 09/30/91 11:14|                 <-- b
NO PLANT SELECTED |UNIT 1| 40 0.100 0  <-- c
3000 0 LWR 0 0 2000 Y 0000000000 0000000000 <-- d
0 m                                     <-- e
50                                     <-- f
09/10/91 00:00                         <-- g
09/10/91 00:00                         <-- h
09/10/91 00:00                         <-- i
09/10/91 01:00                         <-- j
09/10/91 03:00                         <-- k
09/10/91 00:00 D 3 m/s 90 500 m NONE|  <-- l
00/00/00 00:00 D 3 m/s 90 500 m NONE|
00/00/00 00:00 D 3 m/s 90 500 m NONE|
00/00/00 00:00 D 3 m/s 90 500 m NONE|
N                                       <-- m
kBq                                    <-- n
60 5520                                <-- o
0 0                                     <-- p
Plant Conditions|                     <-- q
Large, Dry, or Subatmospheric Containment Failure/Leakage|
CORE MELT (>4500 F)|
3000
OFF|
100%/DAY|
```

where:

- a - the date and time on the computer system when the file was written. This string is terminated by the vertical bar character (|). The three control flags represented as T or F. The fourth flag must be a P or A representing Projected or Actual data.
- b - the run title; terminated by the vertical bar character (|)
- c - the plant name and unit name, each terminated by the vertical bar
the design pressure
the design leak rate
flag for BWR type; 1, 2, or 3 for Mark class; 0 for PWRs
flag for decommissioned reactors; 1 = decommissioned
- d - reactor power in megawatts thermal, stack height, reactor type, ice condenser flag, oncentru flag, building cross-sectional area for wake calculations, and the building

- wake calculation flag, Albers X and Y coordinates
- e - release height and height units
- f - calculation radius (50)
- g - reactor shutdown data and time
- h - release to containment date and time
- i - release to environment date and time
- j - end of release date and time
- k - end of exposure date and time
- l - 4 records of met data
- m - quick calculation flag; NOT USED
- n - default units for activity
- o - release duration (minutes) and exposure duration (minutes)
- p - shutdown duration (minutes) and holdup time (minutes)
- q - variable number of records defining the source term; all strings are terminated by a vertical bar.

6.2.11. Help Files

The Vermont Views package used in writing the programs RASTART, RAS21IN, and RAS21OUT allow the use of help file. These are ASCII text files which are accessed when the user presses the F1 (Help) key. Fields or menu items on the forms have keywords assigned to them allowing context sensitive help text to be displayed. The help text can be changed in these files using any ASCII text editor. There are some limitations.

1. The keywords are assigned in the form library file (*.VVD). These can be changed using the Vermont Views Designer, but must match the keywords in the help text file.
2. The maximum length of the help text file has been set in the main program. Generally this value has been set to allow some variation and expansion of the file during development. However, if a large number of text lines are added to the file, it is possible that an error message will be received when starting program execution. To accommodate a larger help file, go into the program source code for the function main() and increase the number of lines of help text to be read.

The help files for the screens are text files named *hlp.

6.2.12. Choice File Contents and Format

The programs DECAY, FM-DOSE and RAS21IN make use of choice list files. These are ASCII text files which are accessed automatically by the program or when the user presses the F2 (Choice) key. Some of the data fields on the forms have keywords assigned to them allowing a list of acceptable entries to be displayed. The choice text can be changed in these files using any ASCII text editor. However, the programs may be written to recognize specific choices only. Changing the wording of a choice or adding or subtracting choices may interfere with the normal functioning of the program.

6.2.13. RAS21IN Control Flags

The data input program of ST-DOSE (RAS21IN) uses three logical variables to control the availability of some features. They are used to guide the user in entering the data and prevent actions from occurring out of sequence. For example, until a source term has been defined, calculations cannot be run. Also, if data has been altered, it is no longer possible to examine results from the previous run.

The three flags are:

- title - T if user has entered a new title
- source term - T if user has passed at least once through the source term definition screens
- calcs_done - T if the user performed calculations after completing data input; F if data input was exited without selecting calculation

7. INSTALLATION OF INTERRAS VERSION 1.1

7.1. System Requirements:

InterRAS is distributed on one 1.44 MB (3.5") diskette. Before proceeding make sure your computer meets the minimum system requirements:

- io IBM-compatible computer; if the CPU is less than a 486DX-class, it must have a math coprocessor installed (e.g. 80387 chip)
- io DOS v3.30 or later
- io Minimum of 3.1MB of storage space available on the hard disk
- io VGA display adapter or better (required to view graphics)
- io Mouse (recommended)

7.2. Installation Steps

1. Insert the InterRAS Version 1.1 disk into the appropriate floppy drive (A: or B:).
2. Make the drive with the InterRAS distribution disk the current drive. For example, if the diskette is in the A: drive, type A: and press <Enter>.
3. To begin the installation, type INSTALL and press <Enter>.

Messages on the screen will guide you through the installation process. You will be given the option of creating a configuration file. It is highly recommended that you allow the installation to generate the file. The configuration file is needed if:

- you want to print graphics to any type of device other than the default HP LaserJet
- you want to save cases and results to any location other than the InterRAS program directory

If you skip the file creation and later need it, a configuration file can be created using the configuration file editor (RCFG.EXE).

4. Look at the contents of the file README.TXT that has been installed with the InterRAS software. The file may be viewed on the screen or printed with the following commands:

TYPE README.TXT | MORE

PRINT README.TXT

5. Make any changes needed to the AUTOEXEC.BAT and CONFIG.SYS files (see installation notes following). Reboot the computer before running InterRAS.

7.3. Installation Notes

1. *Distribution of InterRAS software*

This version of InterRAS contains no proprietary or licensed components. The distribution disks may be freely copied and redistributed.

2. *Modification of DOS startup files and environment size*

The installation process tries to determine whether changes are needed to the AUTOEXEC.BAT and CONFIG.SYS files. The installation looks for the following:

In the AUTOEXEC.BAT file

Command	Discussion
PRINT /D:PRN	Required for printing of text results
GRAPHICS	Optional Allows the use of the Print Screen key to print displayed graphics. This method works best with DOS version 5.0 or later and may require a command line argument to specify the printer type. The ST-DOSE model can print graphics directly using a printer defined in the RASCAL.CFG file (see Section A.2). This method generally produces a better quality picture but will take more time.
MOUSE	Required for the mouse to work with the InterRAS menus and forms. This command may be slightly different or in the CONFIG.SYS depending on the specific pointing device.

In the CONFIG.SYS file

Command	Discussion
DEVICE = C:\DOS\ANSI.SYS	Required for InterRAS programs to correctly control the screen.
SHELL=C:\COMMAND.COM M C:\C /P /E:500	Required to increase the environment size. InterRAS uses the environment to pass information between programs. The default environment size is not large enough.
FILES = 20	Required, although the number may be higher if needed for other applications.

Some of the commands above require that the location of your DOS files be in the system PATH. If not, the commands must be prefaced by the full path; e.g. C:\DOS\ANSI.SYS. On some computers these commands may be embedded in the commands of memory manager software such as 386MAX or QEMM. In these cases the installation software will not find the commands and will indicate that they need to be added.

The installation program will not make changes to these files. It will only recommend changes. You must make the changes manually using a text editor such as the DOS EDIT program. Refer to your DOS manual for further details about modifying these files.

3. Configuration file

The installation program creates a file named RASCAL21.CFG. This file contains path information to tell the programs where to save model case information and results. The installation sets all the path to the same directory as the program files. This should be adequate for most stand-alone computers. The file will also contain a PRINTER line defining the printer driver to be used when printing graphics. The installation does provide a few choices for printers. Other printers can be added using the configuration file editor program.

* Configuration File Editor (RCFG.EXE)

The program RCFG allows you to easily change the InterRAS configuration file. From the directory in which InterRAS was installed, start the configuration file editor by typing RCFG and pressing <Enter>. The configuration setup screen allows you to specify path names for the following:

ST-DOSE cases and result files on the local workstation (your PC)
FM-DOSE cases and result files on the local workstation

You may also select a graphics printer driver from a choice list. The printers listed are read from the file RCFG.DAT. The file pairs printer descriptions with printer definition file names. The data file as distributed does not contain all the printer drivers available from Genus Microprogramming. If your printer is not listed, you may be able to add it.

* Adding a printer to the RCFG.DAT file

Do not edit the RASCAL21.CFG file directly to add a printer. For InterRAS to recognize and use a printer driver it must be properly defined in the RCFG.DAT file. This means that the file must contain the same printer description text as follows the PRINTER keyword in the CFG file. Also, the description must be followed by a valid printer definition file name. The following steps should be used to add a printer:

- i) Consult the complete list of printer definition files in the file PRNTDRVR.TXT. The file is installed in the InterRAS subdirectory and is on the distribution disk. Locate the appropriate definition file name (____ .PRD).
- ii) Edit the RCFG.DAT file to add a line for the new printer. The line should include a printer description (any text you choose to identify the printer), the | character as a separator, and the printer definition file name (without the PRD extension).

For example, to add the Alps DMX800 printer at its highest resolution the following line would be added anywhere in the RCFG.DAT file:

```
Alps DMX800 (240x216)| epson9vh
```

- iii) Now run the program RCFG.EXE again and select the new printer. This method will assure that InterRAS will find the appropriate device definition when needed.

If your printer is not specifically listed in the table, consult your printer documentation. Most printers will emulate some common types (e.g. Epson or IBM). Try using one of those printer definitions.

If your color printer is printing InterRAS graphics in black and white, make sure that the specified printer driver supports color. Many printers have both B&W and color drivers available.

Printing graphics can be slow especially when using high resolutions. For example, printing an ST-DOSE graphic using the HP LaserJet at 300x300 dpi resolution took 75 seconds when the printer was directly connected to the computer. When using a LAN shared printer, the job took 6 minutes.

4. *Environment Space*

InterRAS makes use of the DOS environment to communicate between program sections. If you have many SET commands in your AUTOEXEC.BAT file the environment space may be filled so much that InterRAS is unable to run. Use the /E: switch on the SHELL command in the CONFIG.SYS file to provide a larger environment.

A too small environment may show up in several ways. The most obvious is when the system can detect the problem and will report it clearly. Sometimes the problem is signaled by repeated error messages that some component program is missing. Before starting a program the batch file writes the name of the program component to an environment variable. This variable is used to determine whether the program is on the disk and available for execution. If the environment is too small the name will not be correctly saved and the component will not be found. This results in the error message. If you receive repeated errors of this type and the file is not missing from the disk, try increasing the environment space.

5. *Memory Requirements*

InterRAS v1.1 requires that about 520 KB of conventional RAM be free at runtime. The requirement stated in the RASCAL Version 2.1 User's Guide is too high.

The graphics portions of the InterRAS ST-DOSE model will make use of extended memory if it is available. This will reduce the amount of conventional memory required for those portions of the code.

6. *Installation under Windows*

InterRAS v1.1 can be configured to run as a DOS application under Windows. An icon is provided in a file called INTERRAS.ICO for use with Windows. Use the New command to create a program item for the InterRAS application. The command line of the Program Item Properties should be INTERRAS.BAT. Refer to the Microsoft Windows User's Guide for further details.

Приложение 3

ПРОГНОЗ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Методика предназначена для прогноза доз облучения, полученных в течение острой фазы аварии, за длительный период времени и доз от потребления продуктов, содержащих радионуклиды, рассчитанных на основании результатов анализа проб.

Своевременная оценка доз облучения на основании анализа проб воздуха, выпадений и пищевых продуктов с целью решения вопроса о необходимости защитных мероприятий представляет собой трудную задачу. Именно поэтому в течение аварийной ситуации используются значения ДУВ. Однако, при получении результатов анализа содержания радионуклидов в пробах воздуха, выпадений и пищевых продуктов, необходимо провести корректную оценку возможных дозовых нагрузок и перерасчет ДУВ.

В настоящем Приложении представлены методы оценки доз облучения для случаев известной концентрации радионуклидов в различных типах проб. В первой части описаны два альтернативных пути оценки ингаляционных доз облучения. Первый путь основан на значении отношения ингаляционной дозы к мощности внешней дозы и позволяет провести немедленную оценку доз. Вторым путем основан на результатах проведения полного анализа концентрации радионуклидов в воздухе.

Во второй части описаны три альтернативных пути расчета доз от выпадений, включая ингаляцию и повторное поднятие радионуклидов в атмосферу. Первый путь основан на использовании значения содержания радионуклидов в почве; второй - на значении МЭД; третий - на значении ДУВ.

В последней части описан метод расчета дозы от потребления загрязненных пищевых продуктов на основании результатов оценки содержания радионуклидов в пищевых продуктах, молоке или воде.

Рассчитать:	Использовать:
Общую эффективную дозу и дозу на щитовидную железу (дозы острой фазы)	Раздел А
Долговременную дозу от выпадений (доза поздней фазы)	Раздел Б
Дозу от потребления продуктов, содержащих радионуклиды	Раздел В

Раздел А

ДОЗЫ ОСТРОЙ ФАЗЫ АВАРИИ (общая эффективная доза, E_{τ})

Вводные данные для расчета

- ю МЭД от облака из Карты Г4
- ю Отношения мощностей доз от Специалиста по анализу проб (Инструкция Е1)
- ю Содержание радионуклидов в воздухе из Карты Г4

Результат

- ю Доза облучения щитовидной железы от ингаляции
- ю Общая эффективная доза от ингаляции

Пункт 1

Рассчитать вклад в эквивалентную дозу содержащихся в воздухе и в выпадениях радионуклидов ($H_a + H_g$) на основе измерения МЭД на расстоянии 1 м от поверхности земли).

$$H_a + H_g = H \times T_e$$

где:

H_a = Эффективная доза от радионуклидов в воздухе (в облаке) [мЗв]

H_g = Эффективная доза от радионуклидов в выпадениях [мЗв]

H = Среднее значение МЭД от облака или выпадений [мЗв/ч]

T_e = Продолжительность облучения (принята ожидаемая продолжительность постоянного направления ветра 4 ч)

Пункт 2

Рассчитать ингаляционную дозу от облака (E_{inh}):

Рассчитать на основании	использовать
соотношения мощностей доз	Пункт 2а
концентрации в воздухе	Пункт 2б

Пункт 2а: Расчет ингаляционной дозы на основании соотношения мощностей доз для аварий на реакторах типа LWR.

Рассчитать дозу на щитовидную железу и ожидаемую эффективную ингаляционную дозу от содержащихся в воздухе радионуклидов, используя значение отношения мощности дозы в щитовидной железе к средней МЭД в облаке (R_2) и значение отношения мощности общей эффективной ингаляционной дозы к средней МЭД в облаке (R_1).

$$H_{thy} = H \times R_2 \times T_e$$

$$E_{inh} = H \times R_1 \times T_e$$

где:

R_1 = Отношение мощности общей эффективной дозы к МЭД (для расчета использовать Инструкцию Е1)

R_2 = Отношение мощности дозы в щитовидной железе к МЭД (для расчета использовать Инструкцию Е1)

H_{thy} = Доза в щитовидной железе от ингаляции [мЗв]

E_{inh} = Эффективная доза от ингаляции [мЗв]

H = Среднее значение МЭД от облака [мЗв/ч]

T_e = Продолжительность облучения (принята ожидаемая продолжительность постоянного направления ветра 4 ч)

Пункт 2б: Расчет ингаляционной дозы на основании концентрации радионуклидов в воздухе.

[Расчет производится с использованием модели InterRAS].

Рассчитать дозу облучения на щитовидную железу, и эффективную ингаляционную дозу от вдыхания загрязненного радионуклидами воздуха. Значения коэффициента перехода представлены в мЗв, полученных за 1 час при вдыхании воздуха с концентрацией активности радионуклидов 1 кБк/м³. В расчетах использовано значение объема дыхания взрослого человека при легкой физической активности (1.2 м³/час, как рекомендовано МКРЗ, 1975).

$$H_{thy} = \sum_i^n (C_{a,i} \times CF_{1,i}) \times T_e$$

$$E_{inh} = \sum_i^n (C_{a,i} \times CF_{2,i}) \times T_e$$

где:

CF_{1,i} = Коэффициент перехода к мощности ингаляционной дозы в щитовидной железе от концентрации радионуклида *i* в воздухе (из Таблицы Е1) [(мЗв/час)/(кБк/м³)]

CF_{2,i} = Коэффициент перехода к мощности эффективной ингаляционной дозы от концентрации радионуклида *i* в воздухе (из Таблицы Е1) [(мЗв/час)/(кБк/м³)]

H_{thy} = Доза на щитовидную железу от ингаляции [мЗв]

E_T = Эффективная доза облучения от ингаляции [мЗв]

T_e = Продолжительность облучения, если неизвестно, принять 4 часа [ч]

C_{a,i} = Концентрация радионуклида *i* в облаке [кБк/м³]

Пункт 3

Рассчитать общую эффективную дозу, как указано ниже:

$$E_T = (H_a + H_g) + E_{inh}$$

(H_a + H_g) = Эффективная доза внешнего облучения радионуклидами, содержащимися в воздухе и выпадениях [мЗв]

E_{inh} = Ожидаемая эффективная доза от ингаляции [мЗв]

E_T = Общая эффективная эквивалентная доза [мЗв]

Раздел Б

ДОЗА, ФОРМИРУЕМАЯ В ПОЗДНИЙ ПЕРИОД АВАРИИ (доза вследствие долговременного облучения от выпадений)

Обсуждение:

В этом расчете принято, что ингаляционная доза от ресуспензии не вносит существенный вклад в дозу длительного облучения от нуклидов, выпавших на местности. Это должно быть подтверждено.

Вводные данные для расчетов

ю Содержание радионуклидов в выпадениях из Карты Г7

ю МЭД от выпадений

Результат

ю Общая эффективная доза в поздний период аварии

Пункт 1

Рассчитать дозу длительного облучения, используя:

Рассчитать на основании:	Использовать:
уровней выпадения	Пункт 1а
мощности дозы от выпадений	Пункт 1б
ДУВ 4 и мощности дозы	Пункт 1в

Пункт 1а - На основании уровней выпадения радионуклида

Рассчитать дозу, используя нижеследующую формулу. Расчет также может быть произведен с помощью модели InterRAS.

$$E_T^{LP} = \sum_i^n (C_{g,i} \times CF_{4,i})$$

где:

- E_T^{LP} = Общая эффективная доза, формирующаяся в поздний период аварии [мЗв]
 $C_{g,i}$ = Плотность загрязнения почвы радионуклидом i из Карты Г7 [кБк/м²]
 $CF_{4,i}$ = Коэффициент перехода к дозе облучения от плотности загрязнения почвы для анализируемого периода из Таблицы Е5 [(мЗв)/(кБк/м²)]

Пункт 1б - На основании мощности доз излучения

Расчет также может быть произведен с помощью модели InterRAS. Рассчитать коэффициент перехода от МЭД к дозе в условиях позднего периода аварии.

$$CF_{1P} = \frac{\sum_i^n (C_{g,i} \times CF_{4,i})}{\sum_i^n (C_{g,i} \times CF_{3,i})}$$

где:

$$E_T^{LP} = H_g \times CF_{1P}$$

- E_T^{LP} = Общая эффективная доза в поздний период аварии [мЗв]
 CF_{1P} = Отношение МЭД к эффективной дозе в поздний период аварии [1/ч].
Можно рассчитать с помощью InterRAS (FM - Dose) для первого месяца
 $C_{g,i}$ = Плотность загрязнения почвы радионуклидом i [кБк/м²]
 $CF_{4,i}$ = Коэффициент перехода к дозе облучения от плотности загрязнения почвы для анализируемого периода из Таблицы Е5 [(мЗв)/(кБк/м²)]
 $CF_{3,i}$ = Коэффициент перехода к МЭД от плотности загрязнения почвы из Таблицы Е5 (мЗв/ч)/(кБк/м²)
 H_g = МЭД от выпадений [мЗв/ч]

Пункт 1в - На основании ДУВ и мощности дозы

Общую эффективную дозу в течение позднего периода аварии можно рассчитать по нижеследующей формуле:

$$E_T^{LP} = \frac{H_g}{ДУВ4} \times ОУВ_r$$

где:

- E_T^{LP} = Общая эффективная доза в течение позднего периода аварии (за 1-ый месяц, 2-ой месяц, 50 лет) [мЗв]
 ДУВ4 = Действующий уровень вмешательства, свидетельствующий о том, что ОУВ для переселения может быть превышен (из Таблицы Б3) [мЗв/ч]
 H_g = МЭД от выпадений (из Карты Г7) [мЗв/ч]
 ОУВ_r = ОУВ для переселения, рекомендованные МАГАТЭ или национальной организацией. ОУВ МАГАТЭ представлены в Таблице Е3 [мЗв]

Пункт 2

Скорректировать с учетом частичного пребывания в защите:

$$E_{T(PO)}^{LP} = E_T^{LP} \times [SF \times OF + (1 - OF)]$$

где:

- E_T^{LP} = Общая эффективная доза [мЗв] на поздней фазе без защиты в течение 1-го месяца, следующего месяца и продолжительности жизни из Пункта 1
 $E_{T(PO)}^{LP}$ = Общая эффективная доза [мЗв] на поздней фазе в предположении частичного пребывания в защите в течение 1-го месяца, следующего месяца и продолжительности жизни
 SF = Коэффициент защищенности согласно измерениям во время пребывания в защищенном месте или из Таблицы Е4
 OF = Коэффициент пребывания в защите или доля времени, когда применим коэффициент защищенности SF (т.е., доля времени, проводимого в помещении; предполагается, что в остальное время защита отсутствует); принято по умолчанию = 0.6

Раздел В

ДОЗА ОТ ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ С ПИЩЕЙ

Вводные данные

ю Содержание радионуклидов в пищевых продуктах из Карты Г8

Итог

ю Эффективная доза от поступления с пищей

Пункт 1

Рассчитать дозу от поступления радионуклидов с пищевыми продуктами с помощью нижеследующей формулы:

$$\sum_i^n (C_{f,i} \times U_{fi} \times DI_i \times CF_{5,i}) \times RF_f \times E_{Ing}$$

- где:
- E_{ing} = Эффективная доза от поступления с пищей [мЗв]
 - $C_{f,i}$ = Концентрация радионуклида i в продукте [кБк/кг]
 - U_{fi} = Количество продукта f , потребляемого рассматриваемым населением в день; [кг/день или л/день]. Максимальное поступление грязи в организм взрослого около 100 мг/сут при среднем 25 мг/сут; то же у детей - 500 мг/сут и 100 мг/сут, соответственно.
 - $CF_{5,i}$ = Коэффициент перехода к дозе от поступления из нижеследующей Таблицы [мЗв/кБк]
 - DI_i = Период потребления продукта в днях. В случае, если $T_{1/2}$ превышает 21 день, использовать 30 дней. Если $T_{1/2}$ менее 21 дня, использовать значение среднего периода жизни изотопа (T_m).

$$T_m = T_{1/2} \times 1.44$$

где: $T_{1/2}$ - период радиоактивного полураспада

- RF = Коэффициент уменьшения (коэффициент переработки), равный доле радионуклида, оставшейся после его естественного распада или обработки продукта перед его потреблением - см. Таблицу Е8; для расчетов смотри Инструкцию Е4.

ТАБЛИЦА IIIA Коэффициент перехода к дозе от поступления радионуклидов с пищей (e(g))

Радио-нуклид	Младенец, возраст 1-2 года [мЗв/кБк]	Ребенок, возраст 7-12 лет [мЗв/кБк]	Взрослый, возраст >17 лет [мЗв/кБк]
H-3	1.20E-04	5.70E-05	4.20E-05
Mn-54	3.10E-03	1.30E-03	7.10E-04
Co-58	4.40E-03	1.70E-03	7.40E-04
Co-60	2.70E-02	1.10E-02	3.40E-03
Rb-87	1.00E-02	3.10E-03	1.50E-03
Rb-88	6.20E-04	1.70E-04	9.00E-05
Sr-89	1.80E-02	5.80E-03	2.60E-03
Sr-90	7.30E-02	6.00E-02	2.80E-02
Sr-91	4.00E-03	1.20E-03	6.50E-04
Y-90	2.00E-02	5.90E-03	2.70E-03
Y-91	1.80E-02	5.20E-03	2.40E-03
Y-91m	6.00E-05	2.10E-05	1.20E-05
Zr-95	5.60E-03	1.90E-03	9.50E-04
Nb-95	3.20E-03	1.10E-03	5.90E-04
Mo-99	3.50E-03	1.10E-03	6.00E-04
Tc-99	4.80E-03	1.30E-03	6.40E-04
Tc-99m	1.30E-04	4.30E-05	2.20E-05
Ru-103	4.60E-03	1.50E-03	7.30E-04
Ru-106	4.90E-02	1.50E-02	7.00E-03
Rh-106	9.70E-04	3.30E-04	1.60E-04

Радио- нуклид	Младенец, возраст 1-2 года [мЗв/кБк]	Ребенок, возраст 7- 12 лет [мЗв/кБк]	Взрослый, возраст >17лет [мЗв/кБк]
Sb-127	1.20E-02	3.60E-03	1.70E-03
Sb-129	2.90E-03	8.80E-04	4.20E-04
Te-127	1.20E-03	3.60E-04	1.70E-04
Te-127m	1.80E-02	5.20E-03	2.30E-03
Te-129	4.40E-04	1.20E-04	6.30E-05
Te-129m	2.40E-02	6.60E-03	3.00E-03
Te-131	6.60E-04	1.90E-04	8.70E-05
Te-131m	1.40E-02	4.30E-03	1.90E-03
Te-132	3.00E-02	8.30E-03	3.80E-03
I-131	1.80E-01	5.20E-02	2.20E-02
I-132	2.40E-03	6.20E-04	2.90E-04
I-133	4.40E-02	1.10E-02	4.30E-03
I-134	7.50E-04	2.10E-04	1.10E-04
I-135	8.90E-03	2.20E-03	9.30E-04
Cs-134	1.60E-02	1.40E-02	1.90E-02
Cs-135	2.30E-03	1.70E-03	2.00E-03
Cs-136	9.50E-03	4.40E-03	3.10E-03
Cs-137	1.20E-02	1.00E-02	1.30E-02
Cs-138	5.90E-04	1.70E-04	9.20E-05
Ba-140	1.80E-02	5.80E-03	2.60E-03
La-140	1.30E-02	4.20E-03	2.00E-03
Ce-141	5.10E-03	1.50E-03	7.10E-04
Ce-144	3.90E-02	1.10E-02	5.20E-03
Pr-144	3.50E-04	9.50E-05	5.10E-05
Th-231	2.50E-03	7.40E-04	3.40E-04
Np-239	5.70E-03	1.70E-03	8.00E-04
Pu-238	4.00E-01	2.40E-01	2.30E-01
Pu-239	4.20E-01	2.70E-01	2.50E-01
Pu-240	4.20E-01	2.70E-01	2.50E-01
Pu-241	5.70E-03	5.00E-03	4.70E-03
Pu-242	4.00E-01	2.60E-01	2.40E-01
Am241	3.70E-01	2.20E-01	2.00E-01

Источник: IAEA 96, Табл. II-IV

Приложение 4

ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПАДА РАДИОНУКЛИДОВ

В Таблице представлены названия элементов, химические символы, атомные номера и периоды радиоактивного полураспада для некоторых радионуклидов.

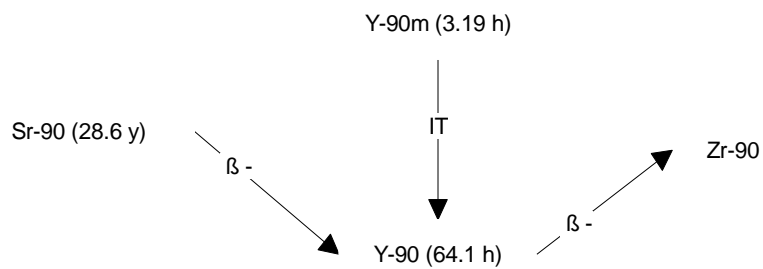
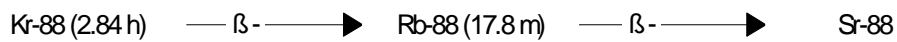
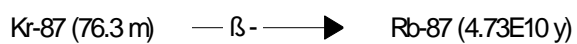
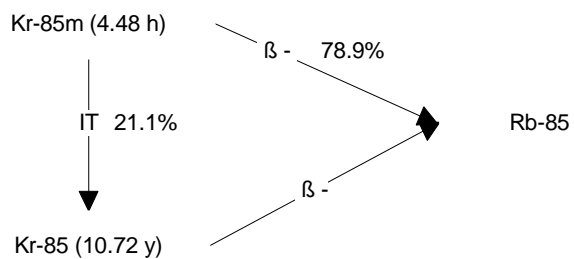
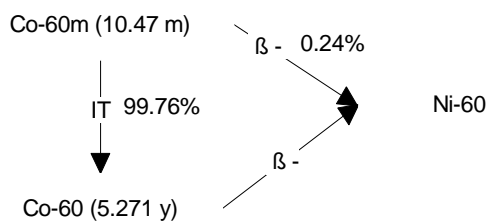
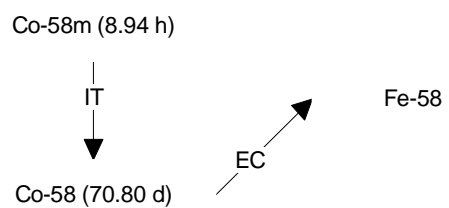
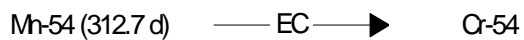
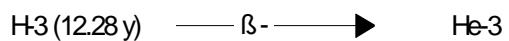
**Название элемента, атомный номер и
период радиоактивного полураспада для некоторых радионуклидов
(NRC96)**

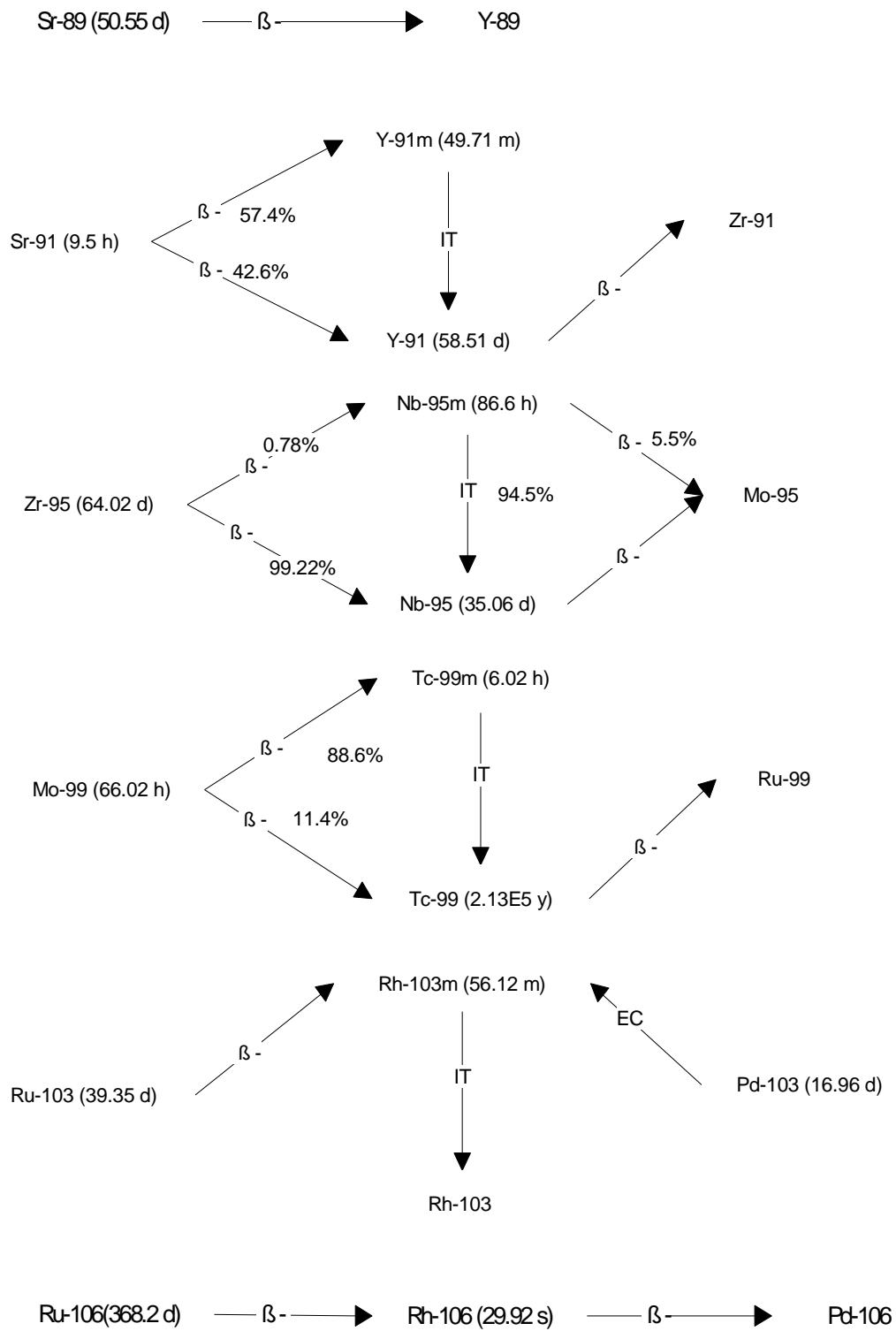
Название элемента	Символ	Атомный номер (Z)	Радионуклид	Период полураспада
Тритий	H	1	H-3	12.28 лет
Марганец	Mn	25	Mn-54	312.7 дней
Кобальт	Co	27	Co-58 Co-60	70.80 дней 5.271 лет
Криптон	Kr	36	Kr-85 Kr-85m Kr-87 Kr-88	10.72 лет 4.48 ч 76.3 мин 2.84 ч
Рубидий	Rb	37	Rb-87 Rb-88	4.73 E10 лет 17.8 мин
Стронций	Sr	38	Sr-89 Sr-90 Sr-91	50.55 дней 28.6 лет 9.5 ч
Иттрий	Y	39	Y-90 Y-91 Y-91m	64.1 ч 58.51 дней 49.71 мин
Цирконий	Zr	40	Zr-95	64.02 дней
Ниобий	Nb	41	Nb-95	35.06 дней
Молибден	Mo	42	Mo-99	66.02 ч
Технеций	Tc	43	Tc-99 Tc-99m	2.13E5 лет 6.02 ч
Рутений	Ru	44	Ru-103 Ru-106	39.35 дней 368.2 дней
Родий	Rh	45	Rh-103m Rh-106	56.119 мин 29.92 сек
Сурьма	Sb	51	Sb-127 Sb-129	3.85 дней 4.40 ч
Теллур	Te	52	Te-127 Te-127m Te-129 Te-129m Te-131 Te-131m Te-132	9.35 ч 109 дней 69.6 мин 33.6 дней 25.0 мин 30 ч 78.2 ч

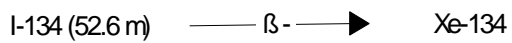
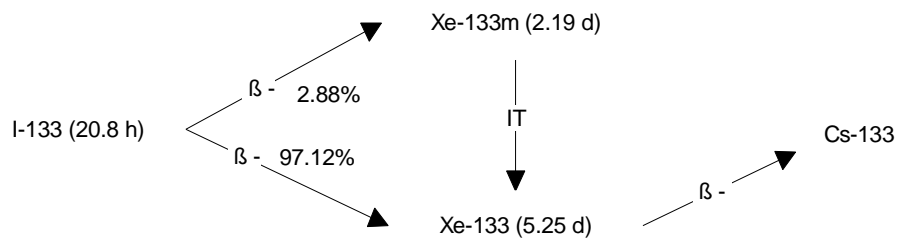
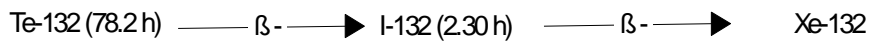
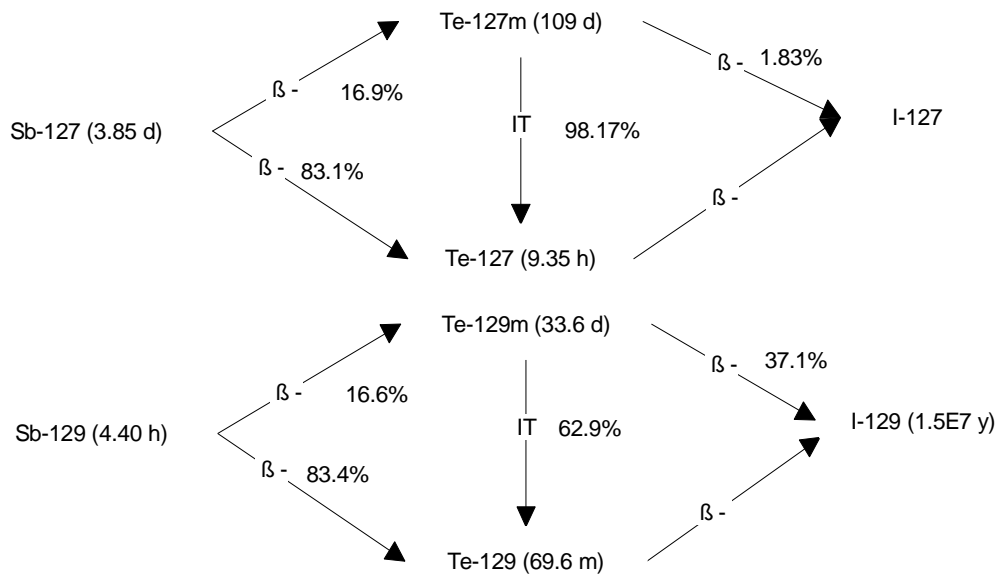
Название элемента	Символ	Атомный номер (Z)	Радионуклид	Период полураспада
Йод	I	53	I-131	8.040 дней
			I-132	2.30 ч
			I-133	20.8 ч
			I-134	52.6 мин
			I-135	6.61 ч
Ксенон	Xe	54	Xe-131m	11.84 дней
			Xe-133	5.245 дней
			Xe-135	9.11 ч
			Xe-135m	15.36 мин
			Xe-138	14.13 мин
Цезий	Cs	55	Cs-134	2.062 лет
			Cs-136	13.16 дней
			Cs-137	30.17 лет
Барий	Ba	56	Ba-137m	2.552 мин
			Ba-140	12.789 дней
Лантан	La	57	La-140	40.22 ч
Церий	Ce	58	Ce-141	32.50 дней
			Ce-144	284.3 дней
Празеодим	Pr	59	Pr-144	17.28 мин
			Pr-144m	7.2 мин
Торий	Th	90	Th-231	25.52 ч
Нептуний	Np	93	Np-237	2.14E6 лет
			Np-239	2.355 дней
Плутоний	Pu	94	Pu-238	87.75 лет
			Pu-239	24131 лет
			Pu-240	6537 лет
			Pu-241	14.4 лет
			Pu-242	3.758E5 лет
Америций	Am	95	Am-241	432.2 лет

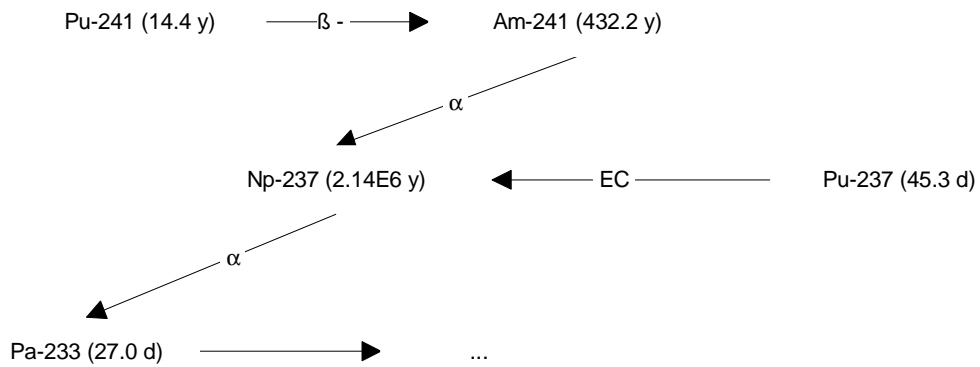
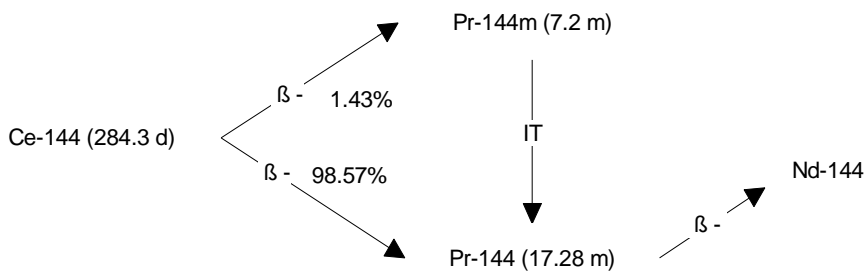
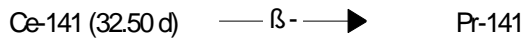
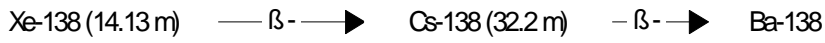
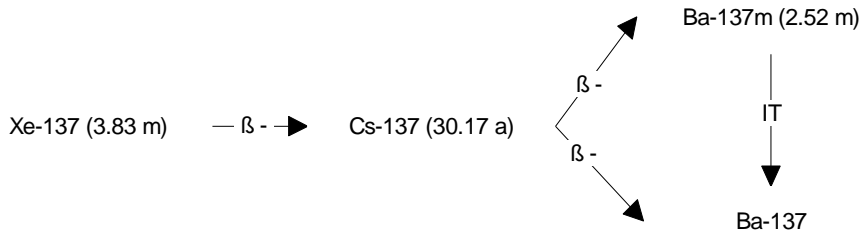
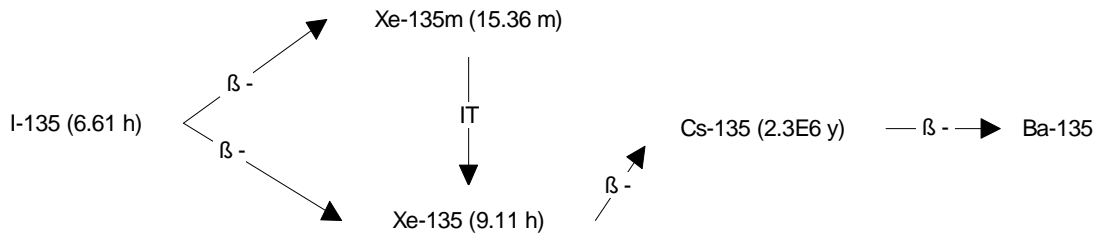
^a Радионуклиды представлены в форме X-A, где X - символ элемента и A - атомная масса. Если за атомной массой следует буква "m", это значит, что радионуклид является изомером. Изомерное состояние радионуклида характеризуется продолжительностью периода полураспада, достаточной для обнаружения радионуклида.

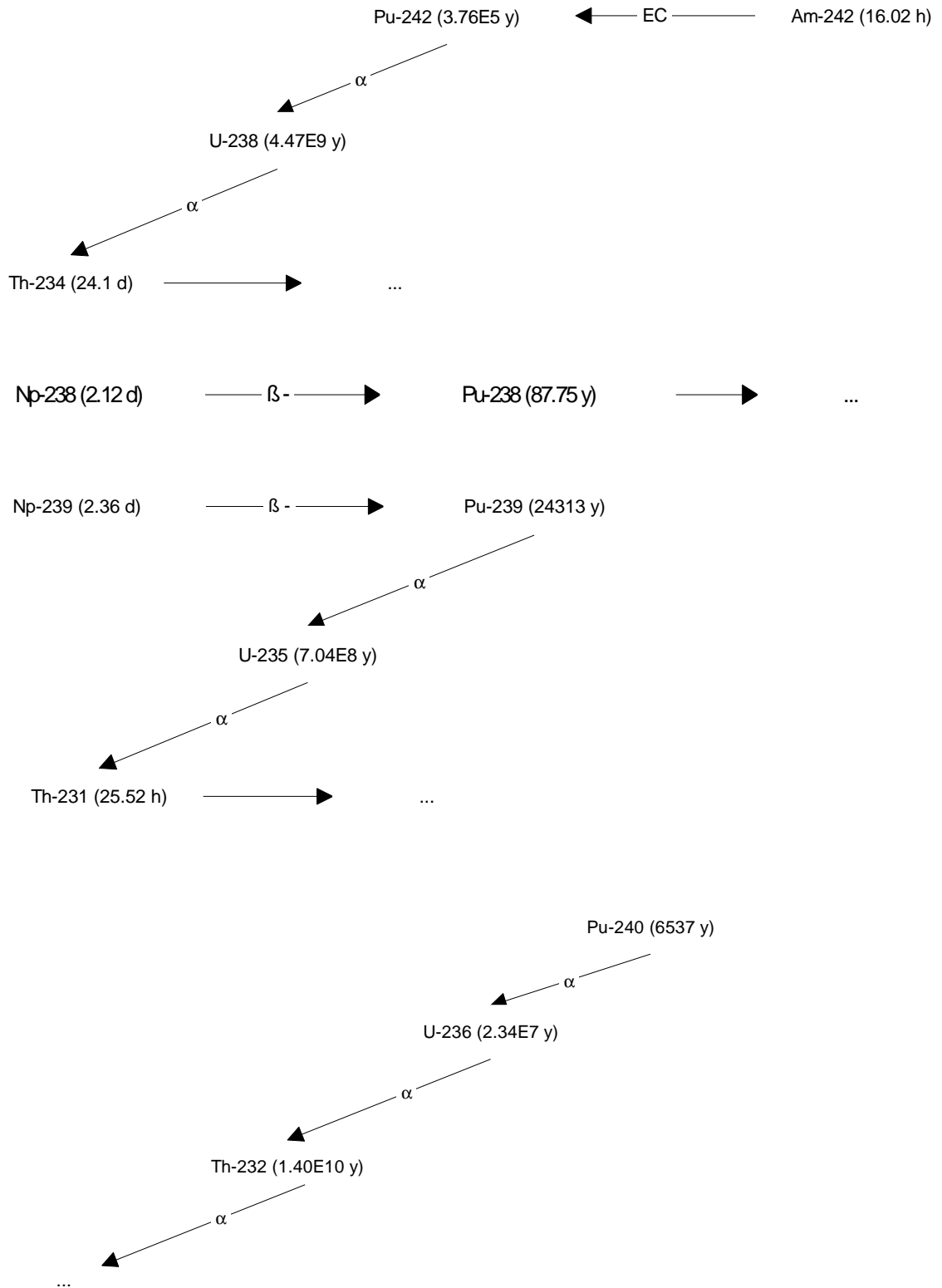
СХЕМЫ РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА











ОБОЗНАЧЕНИЯ

В Таблице представлены только те символы, которые встречаются в нескольких формулах или Инструкциях.

Символ	Единица	Определение
V_r	$\text{м}^3/\text{ч}$	Объем дыхания
$C_{до}$	кБк/кг или кБк/л	Содержание радионуклида i в продукте до приготовления продукта, распада радионуклида и т.п.
$C_{после}$	кБк/кг или кБк/л	Содержание радионуклида i в продукте после приготовления продукта, распада радионуклида и т.п.
C_{spec}	кБк/г	Концентрация радионуклидов в теплоносителе, характерная для конкретной станции
C_{table}	кБк/г	Концентрация радионуклидов в теплоносителе из Таблиц А5, А6
$C_{a,i}$	кБк/м ³	Концентрация радионуклида i в воздухе
$C_{g,i}$	кБк/м ²	Плотность загрязнения почвы радионуклидами i вследствие выпадения
$C_{f,i}$	кБк/кг или кБк/л	Концентрация радионуклида i в пищевых продуктах, молоке, воде
C_G	кБк/г	Концентрация радионуклидов группы G в пищевых продуктах, молоке, детском питании, воде (См. Таблицу Е6)
C_{fj}	кБк/м ²	Плотность загрязнения почвы изотопом-маркером j , используемая для определения территорий, на которых могут быть превышены значения ОУД по содержанию радионуклидов в продуктах
$CF_{1,i}$	(мЗв/ч)/ (кБк/м ³)	Коэффициент перехода к мощности ингаляционной дозы в щитовидной железе от концентрации радионуклида i в воздухе (из Таблицы Е1)
$CF_{2,i}$	(мЗв/ч)/ (кБк/м ³)	Коэффициент перехода к мощности эффективной ингаляционной дозы от концентрации радионуклида i в воздухе (из Таблицы Е1)
$CF_{3,i}$	(мЗв/ч)/ (кБк/м ²)	Коэффициент перехода к МЭД от плотности загрязнения почвы из Таблицы Е5
$CF_{4,i}$	(мЗв)/ (кБк/м ²)	Коэффициент перехода к дозе облучения от плотности загрязнения почвы для анализируемого периода из Таблицы Е5
$CF_{5,i}$	мЗв/кБк	Коэффициент перехода к дозе от поступления
DI	дни	Длительность поступления - период, в течение которого рассматривается потребление продуктов
E_{ing}	мЗв	Ожидаемая эффективная доза от потребления продуктов, содержащих радионуклиды

Символ	Единица	Определение
E_T	мЗв	Общая эффективная эквивалентная доза
E_T^{WG}	мЗв	Значение общей эффективной дозы, которое не должно быть превышено в процессе выполнения аварийных работ (См. рекомендации МАГАТЭ в Таблице Е9)
E_{ing}	мЗв/ч	Мощность эффективной ингаляционной дозы
E_{inh}	мЗв/ч	Ожидаемая эффективная доза на единицу ингаляционного поступления при допущении объема дыхания взрослого человека, выполняющего легкую работу, 1.2 м ³ /час
EWG	мЗв	Накопленная доза по показаниям индивидуального дозиметра, которая свидетельствует о том, что доза облучения аварийного рабочего может превысить дозу, рекомендуемую МАГАТЭ. Рассчитана с учетом потенциальной ингаляционной дозы.
f_m	(кБк/л)/ (кБк/день)	Коэффициент перехода радионуклида в молоко из рациона коровы
ОУД _G	кБк/кг	Общие уровни действия (содержание радионуклидов в пищевых продуктах, молоке, воде), рекомендуемые МАГАТЭ или национальной организацией для пищевых продуктов. (Смотри Таблицу Е6 о рекомендациях МАГАТЭ)
ОУВ _e	мЗв	Общий уровень вмешательства для эвакуации. Смотри Таблицу Е3 о рекомендации МАГАТЭ
ОУВ _{thy}	мЗв	Общий уровень вмешательства для проведения блокирования щитовидной железы. Смотри Таблицу Е3 о рекомендации МАГАТЭ
ОУВ _r	мЗв	Общий уровень вмешательства для переселения. Смотри Таблицу Е3 о рекомендации МАГАТЭ
$H_{i,a}$	мЗв	Накопленная эквивалентная доза внешнего облучения от содержащегося в облаке радионуклида i
$H_{i,g}$	мЗв	Накопленная эквивалентная доза внешнего облучения от содержащегося в выпадениях радионуклида i
H_{thy}	мЗв	Эквивалентная доза на щитовидную железу при ингаляции.
H_{thy}	мЗв/ч	Эквивалентная доза на щитовидную железу в час при ингаляции радиойода, допуская объем дыхания взрослого человека при легкой работе = 1.2 м ³ /час
H_g	мЗв/ч	МЭД от загрязненной радионуклидами почвы, измеренная на расстоянии 1 м от уровня земли
H_a	мЗв/ч	МЭД внешнего облучения от содержащихся в воздухе радионуклидов
\overline{H}	мЗв/ч	Среднее значение МЭД

Символ	Единица	Определение
ДУВ1	мЗв/ч	Значение МЭД от облака (действующий уровень вмешательства), свидетельствующее о необходимости эвакуации. (Смотри Таблицу Б4)
ДУВ2	мЗв/ч	Значение МЭД (действующий уровень вмешательства) в облаке, свидетельствующее о необходимости блокирования щитовидной железы.(Смотри Таблицу Б4)
ДУВ3	мЗв/ч	Значение МЭД (действующий уровень вмешательства) от выпадений, свидетельствующее о необходимости эвакуации. Учтены внешняя доза и ингаляционная доза от вторичного поднятия радионуклидов в атмосферу, период облучения 1 неделя. (Смотри Таблицу Б4)
ДУВ4	мЗв/ч	Значение МЭД (действующий уровень вмешательства) от выпадений, свидетельствующее о необходимости переселения. Учтены внешняя доза и ингаляционная доза от вторичного поднятия радионуклидов в атмосферу для 1-го месяца, 2-го месяца и 50 лет облучения. (Смотри Таблицу Б4)
ДУВ5	мЗв/ч	Значение МЭД (действующий уровень вмешательства) от выпадений, свидетельствующее о необходимости ограничения потребления местных пищевых продуктов. (Смотри Таблицу Б4)
ДУВ6	кБк/м ²	Плотность загрязнения почвы I-131 (действующий уровень вмешательства), свидетельствующая о необходимости ограничения потребления местных пищевых продуктов. (Смотри Таблицу Б4)
ДУВ7	кБк/м ²	Плотность загрязнения почвы Cs-137 (действующий уровень вмешательства), свидетельствующая о необходимости ограничения потребления местных пищевых продуктов. (Смотри Таблицу Б4)
ДУВ8	кБк/кг	Содержание I-131 в пищевых продуктах, молоке или воде (действующий уровень вмешательства), свидетельствующее о том, что общее содержание радионуклидов в пищевых продуктах может превысить значение ОУВ, и что потребление пищевых продуктов питания должно быть ограничено. (Смотри Таблицу Б4)
ДУВ9	кБк/кг	Содержание Cs-137 в пищевых продуктах, молоке или воде (действующий уровень вмешательства), свидетельствующее о том, что общее содержание радионуклидов в пищевых продуктах может превысить значение ОУВ, и что потребление пищевых продуктов должно быть ограничено. (Смотри Таблицу Б4)
P_{plant}	МВт _(th)	Средняя тепловая мощность эксплуатируемой станции
r		Часть выпадений, которая удерживается в растениях (переходит в растения)

Символ	Единица	Определение
RF		Коэффициент уменьшения (коэффициент переработки), равный доле активности радионуклида, оставшейся после его естественного распада или обработки продукта перед употреблением в пищу
R_1		Отношение общей эффективной дозы к МЭД
R_2		Отношение мощности дозы в щитовидной железе к МЭД
SF		Коэффициент экранирования (отношение дозы при наличии экранирования к дозе при его отсутствии)
T_e	ч	Продолжительность облучения от облака. Если неизвестно, принято 4 часа, поскольку в течение этого времени скорость ветра остается постоянной
T_d		Время хранения загрязненного продукта до его потребления. Единицы измерения такие же, как у значений периода полураспада
T_w	дни	Полупериод выветривания
$T_{1/2}$	часы, дни, годы	Период радиоактивного полураспада
U_{fi}	кг/д	Потребление продукта группой населения в день
U_{cow}	кг/д	Потребление корма коровой в день (принято: 56 кг/д)
X_e	км	Прогнозируемое расстояние, с которого необходимо эвакуировать население
X_{thy}	км	Прогнозируемое расстояние, на котором должно быть проведено блокирование щитовидной железы
X_r	км	Прогнозируемое расстояние, с которого необходимо переселить население
Y	кг/м ²	Продуктивность - количество травы на единицу площади.

ЛИТЕРАТУРА

- ANSI79 American National Standard for Decay Heat Power in Light Water Reactors, ANSI/ANS-5.1, American Nuclear Society, La Grange Park, IL, December 1979.
- ANSI84 American National Standard Radioactive Source Term for Normal Operation of Light-Water Reactors, ANSI/ANS 18.1, American Nuclear Society, La Grange Park, IL, December 1984.
- ASME93 ASME 1993 C. A Meyer, R. B. McClintock, G. J. Silvestri, and R. C. Spencer, Jr., ASME Steam Tables: Thermodynamic and Transport Properties of Steam, 6th Ed., American Society of Mechanical Engineers Press, New York, 1993.
- DOE84 U.S. Department of Energy - Atmospheric Science and Power Production, DOE, DOE/TIC-27601, 1984.
- DOE95 FRMAC Assessment Manual, vol. 1, Methods, and vol. 2, Tables, Charts, Worksheets, Glossary, Reference, Index, interim version, U.S. Department of Energy, Washington, D.C., July 1995.
- EGG75 Structures Shielding from Cloud and Fallout Gamma-Ray Sources for Assessing the Consequence of Reactor Accidents, Burson E.G., EGG-1183-1670, 1975.
- EPA70 Turner, Workbook of Atmospheric Dispersion Estimates, EPA, January 1970.
- EPA88 Keith F. Eckerman, Anthony B. Wolbarst, and Allan C. B. Richardson, Limiting Values of Radionuclide Intake and Air Concentration and Dose Conversion Factors for Inhalation, Submersion, and Ingestion, EPA-520/1-88-020, Federal Guidance Report No. 11, Environmental Protection Agency, Washington, D.C., September 1988.
- EPA92 Manual of Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear Incidents, U.S. EPA, EPA 400-R-92-001, May 1992.
- EPA93 External Exposure to Radionuclides in Air, Water, and Soil, Federal Guidance Report No. 12, U.S. EPA, EPA-402-R-93-081, September 1993.
- EPA94 U.S. EPA, PAG Subcommittee Report on Implementation of EPA's Dose Limits for Emergency Workers, July 12, 1994.
- FEMA87 Guidance on Offsite Emergency Radiation Measurement Systems Phase 2 - The Milk Pathway, FEMA, FEMA REP-12, September 1987.
- IAEA74 International Atomic Energy Agency, Evaluation of Radiation Emergencies and Accidents: Selected Criteria and Data, Technical Reports Series No. 152, IAEA, Vienna (1974).
- IAEA86 Derived Intervention Levels for Application in Controlling Radiation Doses to the Public in the event of a Nuclear Accident or Radiological Emergency, Safety Series No. 81, IAEA, Vienna, (1986).

- IAEA94 International Atomic Energy Agency , Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency, Safety Series No. 109, IAEA, Vienna (1994).
- IAEA94a International Atomic Energy Agency, Guidelines for Agricultural Countermeasures Following an Accidental Release of Radionuclides, Technical Report Series No. 363, IAEA, Vienna, (1994).
- IAEA96 International Atomic Energy Agency, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series 115, IAEA, Vienna, (1996).
- IAEA97 International Atomic Energy Agency, Method for the Development of Emergency Response Preparedness for Nuclear or Radiological Accidents, IAEA-TECDOC-953, IAEA, Vienna (1997).
- ICRP75 Report of the Task Group on Reference Man, ICRP-23, International Commission on Radiological Protection, October 1975.
- ICRU92 Measurement of Dose Equivalents form External Photon and Electron Radiations, ICRU Report 47, April 1992, International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda Maryland
- NRC75 WASH-1400 Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants, App. VI, Calculation of Reactor Accident Consequences, WASH-1400 (NUREG 75/014), U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., October 1975.
- NRC77 U.S. NRC, Regulatory Guide 1.109, Calculation of Annual Doses to Man from Routine Releases of Reactor Effluent for the Purpose of Evaluating Compliance with 10 CFR Part 50, Appendix I, October 1977.
- NRC79a NUREG-600 Investigation Into the March 28, 1979, Three Mile Island Accident by the Office of Inspection and Enforcement, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., August 1979.
- NRC79b Allan S. Benjamin, David J. McCloskey, Dana A. Powers, and Stephen A. Dupree, Spent Fuel Heatup Following Loss of Water During Storage, NUREG/CR-0649 (SAND77-1371, R-3), Sandia Laboratories, Albuquerque, NM, March 1979.
- NRC80 Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Power Plants, NUREG-0654 (FEMA-REP-1), Rev. 1, U.S. Nuclear Regulatory Commission and Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., November 1980.
- NRC83 John E. Till and H. Robert Meyer - Radiological Assessment: A Textbook on Environmental Dose Analysis, NRC, NUREG/CR-3332, September 1983.
- NRC83a A. L. Camp, et al., Light Water Reactor Hydrogen Manual, NUREG/CR-2726 (SAND82-1137, R3), U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., June 1983.

- NRC83b J. T. Larkins and M. A. Cunningham, Nuclear-Power-Plant-Severe-Accident Research Plan, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., January 1983.
- NRC88 T. J. McKenna and J. G. Giitter, Source Term Estimation During Incident Response to Severe Nuclear Power Plant Accidents, NUREG-1228, U. S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., October 1988.
- NRC90 Severe Accident Risks: An Assessment for Five U.S. Nuclear Power Plants, NUREG-1150, vol. 1, U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., December 1990.
- NRC91 S. A. McGuire, Chemical Toxicity of Uranium Hexafluoride Compared to Acute Effects of Radiation, NUREG-1391, Nuclear Regulatory Commission, Washington, D.C., January 1991.
- NRC92 L. Soffer, Accident Source Terms for Light Water Nuclear Power Plants, U.S. NRC, NUREG-1465, Draft for Comment, June 1992.
- NRC93 Response Technical Manual, RTM93, U.S. NRC, NUREG/BR-0150, Volume 1, November 1993.
- NRC94 RASCAL Version 2.1, Users Guide, U.S. NRC, NUREG/CR-5247, Vol. 1, Rev. 2, 1994.
- NRC96 J. Trefethen, Response Technical Manual, RTM 96, U.S. NRC, NUREG/BR-0150, Volume 1, March 1996.
- NUMARC92 Methodology for Development of Emergency Action Levels, NuclearManagement Council Inc. , January 1992, Washington D.C. USA

ГЛОССАРИЙ

Определения терминов и сокращений, использованных в документе

Эти определения предназначены только для помощи пользователю документа.

Аварийная система охлаждения активной зоны

Аварийные системы защиты, работающие параллельно, каждая объемом 100%. Обеспечивают аварийное охлаждение активной зоны реактора в случае аварии с потерей теплоносителя.

Авария с потерей теплоносителя (ЛОСА)

Авария, при которой происходит течь воды в системе первого контура, необходимой для охлаждения активной зоны реактора.

Активная зона

Смотри активная зона реактора.

Активная зона реактора

Пространство, в котором в результате цепной реакции деления происходит выделение внутриядерной энергии.

Активность

Для какого-либо количества радионуклида в определенном энергетическом состоянии в данный момент времени активность A , определяется как:

$$A = \frac{dN}{dt}$$

где: dN - ожидаемое число спонтанных ядерных превращений из этого энергетического состояния, происходящих за промежуток времени dt . В системе СИ единицей активности является обратная секунда, s^{-1} , имеющая специальное название беккерель (Бк).

Активное топливо

Часть топливного стержня в активной зоне, содержащая урановые топливные таблетки.

Амбиентная эквивалентная доза:

$H^*(d)$, в определенной точке поля *излучения* представляет собой эквивалентную дозу, которая создается в соответственно построенном и распространенном поле излучения в стандартной сфере МКРЕ на глубине D по радиусу, имеющему направление, противоположное направлению поля; для сильно проникающего *излучения* рекомендована глубина $d = 10$ мм. Единица измерения - Зиверт. В данном Документе принято $d=10$ мм (ICRU Report 47).

Атомная масса (A)

Сумма числа протонов и нейтронов в атоме.

Атомный номер (Z)

Число протонов в атоме. Число протонов определяет химические свойства элемента и, таким образом, определяет сам элемент.

Барботаж в парогенератор

Один из механизмов уменьшения выброса. Выброс не барботируется, если разрыв трубы расположен выше уровня воды во втором контуре или если второй контур полон теплоносителем первого контура. Обычно считается, что множественные разрывы трубы или однократное повреждение через парогенератор не приводят к барботажу.

Смотри допущения к разделу Д.

Барьер

Проектная конструкция, предназначенная для предупреждения мощного выброса.

Барьер для продуктов деления

Проектная конструкция, предназначенная для предупреждения выброса продуктов деления.

Бассейн отработанного топлива (бассейн выдержки)

Бассейн с водой большого размера, используемый для хранения отработанного топлива и других радиоактивных элементов до момента их перевозки с целью удаления отходов.

Бассейн понижения давления

Бассейн с водой в мокром колодце защитной оболочки реактора типа BWR, предназначенный для конденсации пара. Пар попадает во влажный колодец после аварии с потерей теплоносителя. В результате конденсации пара происходит уменьшение давления внутри защитной оболочки.

Башня барботера

Проектное сооружение, содержащее воду. Паровоздушная смесь высокого давления, образующаяся в результате аварии с потерей теплоносителя, направляется в водяные бассейны. Пар конденсируется, в результате чего понижается давление в системе.

Беккерель

Специальное наименование единицы активности:
1 Бк = 1 распад/с

Бэр

Единица эквивалентной дозы, полученная умножением поглощенной дозы, выраженной в радах, на коэффициент качества излучения, который отражает способность определенного вида излучения вызывать биологические повреждения.

Верхушка активного топлива

Смотри “активное топливо”

Внешнее облучение

Облучение от источников, находящихся вне организма.

Время задержки

Период времени между моментом выброса в защитную оболочку и началом выброса в окружающую среду.

Выброс при расплавлении активной зоны

Выброс продуктов деления из активной зоны реактора, происходящий после того, как активная зона остается непокрытой водой в течение более 30 минут. Смотри допущение для Раздела Д о составе выброса.

Выброс нормального теплоносителя

Выброс в защитную оболочку продуктов деления, обычно содержащихся в теплоносителе реактора при нормальной эксплуатации реактора.

Выброс летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов

Выброс летучих продуктов деления из топливного стержня. Происходит немедленно после повреждения оболочек твэлов. Смотри допущение для Раздела Д о принятом составе выброса. Выброс летучих продуктов деления при повреждении оболочек твэлов является первым радиационным свидетельством повреждения активной зоны.

Выброс теплоносителя с пиковой концентрацией радионуклидов

Утечка теплоносителя с концентрацией продуктов деления, в 100 раз превышающей нормальную.

Выветривание (смывание)

Уменьшение с течением времени содержания радионуклидов в выпадениях вследствие дождя, ветра и т. п. погодных условий.

Выпадения

Количества радиоактивных веществ, обнаруживаемые на поверхности почвы или в поверхностном слое почвы (глубиной несколько см).

Гамма (ю)- излучение

Фотонное (электромагнитное) ионизирующее излучение, испускаемое при ядерных превращениях или аннигиляции частиц.

Горячие участки

Участки с высокими уровнями мощности дозы от выпадений.

Готовность

Третий по серьезности класс аварии среди трех классов аварийных ситуаций. Включает в себя происшествия, во время которых происходит значительное или невыясненное снижение уровня радиационной защиты населения или персонала станции. При аварии этого класса повышается уровень готовности ответственных организаций на станции и за ее пределами и проводится дополнительная оценка ситуации.

Грей

Единица поглощенной дозы. 1 Грей равен 1 джоулю, поглощенному в 1 кг вещества. 1Гр = 100 рад.

Действующие уровни вмешательства

Рассчитанные значения (мощности дозы, содержания радионуклидов), измеряемые с помощью приборов или определяемые в процессе лабораторных анализов, соответствующие ОУВ или ОУД.

Детерминированные эффекты

Радиационные эффекты, для которых обычно существует пороговый уровень дозы, выше которой тяжесть проявления этих эффектов возрастает с увеличением дозы.

Допустимые дозы облучения аварийных рабочих

Рекомендуемые уровни доз облучения, которые не должны быть превышены во время работы в условиях аварии.

ДУВ

Действующий уровень вмешательства.

За пределами станции, предприятия

Территория, расположенная за пределами границ станции, предприятия. При аварийных ситуациях на стационарно расположенном источнике (станция) “за пределами станции” означает “за пределами границ станции, предприятия”.

Запас кипения

Запас кипения теплоносителя равняется разности между температурой насыщения и температурой теплоносителя для данного давления в системе охлаждения первого контура. Для PWR наличие отрицательного запаса кипения свидетельствует о том, что вода в корпусе кипит.

Защитная оболочка

Конструкция, используемая для целей предотвращения распространения радионуклидов. Может быть спроектирована в виде пространства, ограничивающего аварию (гермозоны), в котором происходит ограничение или уменьшение выброса продуктов деления во время аварии; имеется в некоторых проектах ВВЭР.

Зона аварийного планирования

Определенная территория вокруг станции, на которой проведено аварийное планирование и имеется аварийная готовность к незамедлительному и эффективному проведению мероприятий по защите населения в случае радиационной аварии.

Зона долговременных защитных мероприятий

Территория, на которой имеются планы и инструкции для проведения эффективных защитных мероприятий, чтобы уменьшить долговременное облучение от выпадений и потребления загрязненной пищи.

Зона немедленного ограничения потребления пищевых продуктов

Территория, на которой немедленно ограничивается потребление пищевых продуктов, молока и питьевой воды, вследствие их непосредственного загрязнения радионуклидами в результате выброса. Целью введения ограничения является предотвращение формирования доз облучения от содержащихся в пищевых продуктах, молоке и воде радионуклидов.

Зона неотложных защитных мероприятий

Территория вокруг станции, на которой проведено аварийное планирование и имеется готовность к проведению неотложных защитных мероприятий для уменьшения риска детерминированных медицинских эффектов.

Зона превентивных защитных мероприятий

Территория вокруг станции, на которой проведено аварийное планирование и имеется готовность к проведению неотложных защитных мероприятий для уменьшения риска тяжелых детерминированных медицинских эффектов (смертных случаев). Решения о проведении защитных мероприятий на территории данной зоны принимаются на основании классификации аварийной ситуации (состояния станции).

Изотопы

Атомы одного и того же элемента, содержащие одинаковое число протонов, но разное число нейтронов.

Изотоп- маркер

Изотоп, содержащийся в выпадениях или пробе, определение которого можно провести как на месте, так и в лабораторных условиях. Используется для определения подлежащей изучению территории до момента проведения углубленного анализа изотопов.

Класс стабильности

Класс, описывающий состояние турбулентности атмосферы. Обычно различают 6 классов: от очень нестабильного класса А до очень стабильного класса Е.

Концентрация

Удельная активность каждого из радионуклидов в пробе. Измеряется в Бк/кг (г), Бк/л (м³)

Конденсатор

Теплообменник большого размера, предназначенный для охлаждения отводимого пара и превращения его в воду. Вода возвращается в парогенератор (в реакторах типа PWR) или корпус реактора (в BWR). Отводимое от системы тепло переносится с циркулирующей водой и выводится в окружающую среду через градирню или напрямую в водную систему.

Корпус реактора

Конструкция, в которой содержится активная зона реактора.

Критические функции безопасности

Функции, которые должны осуществляться во время нормальной эксплуатации реактора и во время аварии для предупреждения прохождения продуктов деления через барьеры и предотвращения выброса радиоактивных веществ в окружающую среду.

Кюри (Ки)

Единица активности радиоактивных веществ, равная 3.7×10^{10} ядерных превращений в секунду.

Ледовый конденсер

Часть системы защитной оболочки реакторов типа PWR. Во время аварии пар проходит через ледовый конденсер в пространство защитной оболочки. В результате охлаждения и конденсации пара для него требуется меньший объем пространства защитной оболочки.

Легучие продукты деления

Продукты деления (радиоактивные изотопы Xe, Kr, I, Cs), которые в значительном количестве выбрасываются из активной зоны при ее перегреве.

Марка I, II, III

Три различных типа защитной оболочки, используемые в конструкции реакторов типа BWR производства США.

Местная Авария

Второй по серьезности класс среди трех классов аварийных ситуаций. Происшествия, результатом которых является значительное уменьшение степени безопасности населения или персонала станции. Указанные происшествия включают: 1) значительное уменьшение степени защиты активной зоны или отработанного топлива, или 2) ситуации, при которых любые дополнительные отказы в работе могут привести к повреждению активной зоны или отработанного топлива, или 3) высокие дозы на станции. При аварии данного класса должны быть сделаны приготовления к проведению защитных мероприятий за пределами станции и ограничению доз облучения персонала станции.

Мокрый колодец

Часть защитной оболочки реакторов типа BWR, содержащая бассейн понижения давления.

Мониторы станции

Мониторы на территории станции, мониторы защитной оболочки.

Мощный выброс

Выброс, в результате которого за пределами станции дозы облучения или загрязнение пищевых продуктов могут превысить рекомендованные МАГАТЭ или национальными

организациями значения ОУВ или ОУД.

Мощность амбиентной дозы

Амбиентная эквивалентная доза, $H^*(d)$ в час. Единица измерения - Зиверт/час. Многие дозиметры могут использоваться для измерения мощности амбиентной дозы преимущественно с пересчетом показаний с 1 Р/ч в 10 мЗв/ч (примерно). В данном Документе принято $d=10$ мм (ICRU Report 47).

Площадка

Территория, расположенная в пределах границ, контролируемых владельцем или оператором ядерной установки (станции).

Насосы теплоносителя реактора

Насосы, применяющиеся для циркуляции теплоносителя через активную зону.

Недостаточное охлаждение активной зоны

Состояние, которое может сложиться при повреждении в системе охлаждения реактора, в результате чего повысится температура активной зоны. Свидетельствами недостаточного охлаждения активной зоны являются первые признаки насыщения, отсутствие покрытия водой активной зоны, повышение температуры оболочек твэлов.

Неотложные защитные мероприятия

Действия или защитные мероприятия, для достижения эффективности которых необходимо их незамедлительное осуществление. При отсрочке проведения эффект этих защитных мероприятий значительно уменьшается. Неотложные защитные мероприятия включают в себя эвакуацию, укрытие и блокирование щитовидной железы.

Облучение

Воздействие на людей излучения или радиоактивных веществ, которое может быть либо внешним облучением от источников, находящихся вне тела человека, либо внутренним облучением от источников внутри тела человека. Облучение может быть профессиональным, медицинским. Выделяют также облучением населения. В ситуациях вмешательства рассматривают аварийное или хроническое облучение.

Облучение от радиоактивного облака

Гамма-излучение от радиоактивных материалов, содержащихся в воздушном облаке.

Облучение от выпадений

Гамма-излучение от радиоактивных материалов, выпавших на поверхность земли.

Оболочка твэла

Наружная оболочка (обычно циркониевый сплав, алюминий или сталь) топливных стержней, содержащих уран. Оболочка твэла является первым барьером на пути выброса продуктов деления из реакторного топлива.

Общая Авария

Класс аварии наибольшей степени тяжести. Происшествия, результатом которых является выброс или существенная возможность выброса, что требует проведения неотложных защитных мероприятий за пределами станции. Указанные происшествия включают в себя: 1). фактическое или прогнозируемое повреждение активной зоны или большого количества отработанного топлива или 2). выбросы за пределы станции, которые в течение часов приведут к дозам, превышающим уровни вмешательства для проведения неотложных защитных мероприятий. В случае объявления данной аварийной ситуации рекомендуется немедленное проведение неотложных защитных мероприятий для населения, проживающего около станции.

Общие Уровни Действия (ОУД)

Значения концентрации радионуклидов в пищевых продуктах, при превышении которых необходимо проведение защитных мероприятий в условиях аварийного или

хронического облучения.

Общие Уровни Вмешательства (ОУВ)

Уровень предотвращаемой дозы, при котором следует проводить защитные меры при аварийной ситуации или хроническом облучении.

Ожидаемая эффективная доза

Величина $E(\infty)$, определяется как:

$$E(\infty) = \int_{t_0}^{\infty} E(t) dt$$

где t_0 - время поступления, $E(t)dt$ - мощность эффективной дозы в момент времени t и ∞ - промежуток времени, прошедший после поступления радиоактивных веществ. В случае, если значение ∞ неизвестно, оно принимается равным 50 годам для взрослых и 70 годам для детей.

Отработанное топливо

Топливо атомного реактора, удаленное из реактора после облучения или не пригодное вследствие обеднения делющимися материалами, отравления образовавшимися элементами или вследствие повреждения.

ОУВ

Общие Уровни Вмешательства

ОУД

Общие Уровни Действия.

Переменный ток

Электрический ток, изменяющий направление своего движения через равные промежутки времени. Наличие переменного тока необходимо для работы таких компонентов аварийной системы охлаждения реактора, как насосы и управляемые клапана.

Период полураспада

Время, в течение которого число ядер данного радионуклида в результате самопроизвольных ядерных превращений уменьшается в два раза.

Переселение

Перемещение населения из мест постоянного жительства, загрязненных радионуклидами в результате аварии, осуществляемое для предупреждения хронического облучения.

Пероральное поступление

Поступление радиоактивного вещества через желудочно-кишечный тракт.

Пиковая концентрация теплоносителя

Быстрое повышение концентрации продуктов деления (кроме инертных газов) в теплоносителе, происходящее после остановки реактора или аварии с разгерметизацией. Наблюдается после быстрой остановки реактора даже в случае, если не наблюдалось обезвоживания или повреждения активной зоны. Принято, что пиковая концентрация в 100 раз превышает нормальную концентрацию аэрозолей и радиойода в теплоносителе.

Повреждение активной зоны

Повреждение активной зоны реактора сверх уровня, допустимого при нормальной работе систем безопасности, свидетельством чего является повреждение более чем 20% стержней ТВЭЛов. Такие повреждения включают в себя выброс газообразных продуктов

деления и расплавление активной зоны. Указанные виды повреждения рассматриваются в данном Документе.

Поздний период аварии (восстановительный этап аварии)

Период времени, начинающийся с осуществления восстановительных мероприятий по уменьшению воздействия радиационного фактора до допустимых уровней и заканчивающийся завершением восстановительных мероприятий. Может продолжаться месяцы или годы.

Постоянный ток

Электрический ток, идущий в одном направлении. Используется в работе основной системы безопасности реактора и обеспечивает дистанционное управление многими компонентами.

Проектный уровень утечки

Утечка из защитной оболочки, происходящая при проектном уровне давления.

Продукты деления

Радионуклиды, являющиеся результатом деления ядер. Часто используются для обозначения всего радиоактивного материала, содержащегося в активной зоне или отработанном топливе (продукты деления и активации).

Пути распространения (цепочки)

Пути радионуклидов от источника через окружающую среду, по которым радиоактивный материал может попасть к человеку или облучить человека или популяцию.

Путь через байпасс

Путь, через который продукты деления, выходящие из активной зоны, могут проникнуть в окружающую среду, не проходя через защитную оболочку или объем локализации.

Рад

Внесистемная единица поглощенной дозы. Соответствует поглощенной энергии 100 эрг на 1 г вещества (0.01 Дж/кг).

Радиоактивный распад

Превращение нестабильных веществ в более стабильную форму, обычно сопровождаемое эмиссией заряженных частиц и гамма-излучением.

Радиойод

Один или более радиоактивных изотопов йода.

Расплавление активной зоны

Расплавление ядерного топлива или других компонентов активной зоны. Может происходить, если активная зона остается не покрытой водой в течение 30 минут или более.

Радионуклид

Радиоактивный атом с данным массовым числом и атомным номером.

Реактор на кипящей воде (BWR)

Тип реактора, в котором охлаждающая вода кипит, в результате чего происходит образование пара, приводящего в движение турбины. Используется в каждой третьей АЭС в США. После прохождения пара через турбины образуется электрическая энергия.

Реактор на легкой воде (LWR)

Ядерные реакторы, в которых в качестве теплоносителя и замедлителя используется вода. Все гражданские реакторы в США относятся к типу LWR, в России аналогичная конструкция носит название ВВЭР (VVER).

Реактор с водой под давлением (PWR)

Реактор, в котором в качестве теплоносителя используют воду под давлением. В таких реакторах при нормальной эксплуатации вода в корпусе не кипит. Вода в активной зоне нагревается и подается в парогенератор для обеспечения тепла, необходимого для образования пара, который, вращая турбины, генерирует электрическую энергию.

Р

Рентген

Рентген (Р)

Единица дозы, используемая для измерения ионизации воздуха рентгеновским или гамма-излучением. Эта единица заменена амбиентной эквивалентной дозой, используемой для измерения рентгеновского и гамма-излучения. Многие существующие приборы градуированы в Рентгенах, однако могут быть использованы и для измерения амбиентной эквивалентной дозы с коэффициентом пересчета Р/час в Зв/час ($1 \text{ Р/час} = 10 \text{ мЗв/час}$ приблизительно).

Ресуспензирование

Вторичное попадание в атмосферу материалов, выпавших на поверхности.

Сектор

Участок территории вокруг станции. Определение расположения сектора может и должно быть сделано заранее. Провести определение необходимо таким образом, чтобы местное население и аварийные рабочие могли легко найти местонахождение сектора (приметные места, дороги, реки и т.п.).

Серьезное (тяжелое) повреждение активной зоны

Повреждение активной зоны реактора в большей степени, чем ожидается при нормальной работе систем, конструкций и процедур, направленных на обеспечение безопасности активной зоны (более 20% оболочек твэлов). В результате повреждения указанной степени тяжести может произойти выброс продуктов деления, достаточный для развития медицинских эффектов за пределами станции.

Система теплоносителя реактора

Система в реакторе, обеспечивающая охлаждение активной зоны реактора и передачу тепла от активной зоны.

Система орошения защитной оболочки (спринклерная система)

Система подачи воды, с помощью которой происходит снижение возросших уровней давления и температуры в результате выброса пара в защитную оболочку, а также снижение потенциального выброса радионуклидов.

Система безопасности

Система реактора, направленная на защиту активной зоны или отработанного топлива. Включает системы остановки цепной реакции, поддержания уровня воды выше активной зоны и отвода тепла в атмосферу. На других установках - система, защищающая барьеры выброса.

Спонтанный распад

Радиоактивный распад, неиндуцируемый дополнительным воздействием энергии, (например, бомбардировкой нейтронами).

Сползание

Происходящее во время аварии перемещение расплавленной активной зоны вниз.

Средние погодные условия

Метеорологические условия для расчета распространения атмосферного выброса, характерные для середины диапазона ожидаемых метеоусловий. Класс стабильности D, скорость ветра 1.8 м/с, без осадков. Эти данные обеспечат оценку распространения выброса (дозы) в пределах коэффициента 10 для большинства условий переноса.

Средства блокирования щитовидной железы

Соединения, препятствующие захвату щитовидной железой радиоактивного йода. Обычно для этих целей используют стабильный KI в таблетках.

Стабильный йод

Смотри "средства блокирования щитовидной железы".

Стохастические эффекты

Биологические эффекты облучения, как правило, не имеющие порога дозы, вероятность возникновения которых пропорциональна дозе, а тяжесть проявления которых не зависит от дозы (рак, генетические эффекты).

Суммарная эффективная доза

$$E_T = H_p(d) = \sum_j h(g)_{j,ing} I_{j,ing} + \sum_j h(g)_{j,inh} I_{j,inh}$$

где:

$H_p(d)$ = эквивалентная доза от проникающей радиации,

$h(g)_{j,ing}$ и $h(g)_{j,inh}$ = ожидаемая эффективная доза от перорального или ингаляционного поступления радионуклида j ,

$I_{j,ing}$ и $I_{j,inh}$ = пероральное или ингаляционное поступление радионуклида j . (Смотри IAEA96, II-12)

Сухой колодец

Конструкция в защитной оболочке реактора типа BWR. Относится к системе снижения давления.

Система охлаждения первого контура

Трубы, насосы и другие компоненты системы, которая содержит и в которой циркулирует вода, непосредственно контактирующая с активной зоной реактора.

Система охлаждения второго контура

Второй цикл охлаждения в реакторах типа PWR. Теплоноситель в контуре не контактирует с активной зоной, кипящая вода проходит от парогенератора через турбину и конденсатор обратно к парогенератору.

Температура насыщения

Температура кипения воды при определенном давлении.

Теплоноситель

Вещество, чаще всего вода, используемое для отведения тепла от активной зоны реактора.

Термопара на выходе из активной зоны

Устройство для измерения температуры, состоящее из двух различных металлов, соединенных на обоих концах. Разница температуры дает пропорциональный ей термоэлектрический ток между пластинами.

Тканевой взвешивающий коэффициент

Коэффициент, на который умножается эквивалентная доза на орган или на ткань, с тем, чтобы учесть различную чувствительность органов и тканей к индуцированию стохастических эффектов. Для целей радиационной защиты используются следующие значения тканевого взвешивающего коэффициента:

Ткань или орган	Тканевой взвешивающий коэффициент, W_t
Гонады	0.20
Костный мозг (красный)	0.12
Толстая кишка ^a	0.12
Легкое	0.12
Желудок	0.12
Мочевой пузырь	0.05
Грудная железа	0.05
Печень	0.05
Пищевод	0.05
Щитовидная железа	0.05
Кожа	0.01
Поверхность кости	0.01
Остальные органы и ткани ^b	0.05

^a Нижний отдел толстого кишечника.

^b Для целей расчетов “остальное” включает надпочечники, головной мозг, верхний отдел толстого кишечника, тонкий кишечник, почки, мышечную ткань, поджелудочную железу, селезенку, вилочковую железу и матку. В тех исключительных случаях, когда один из органов или тканей этой категории получает эквивалентную дозу, превышающую самую высокую дозу на любой из двенадцати органов или тканей, для которых определены взвешивающие коэффициенты, к этой ткани или органу применяется взвешивающий коэффициент, равный 0,025; для расчета средней дозы в остальных органах или тканях этой категории, как это определено выше, применяется взвешивающий коэффициент, равный 0,025.

Трансурановые элементы

Искусственно созданные элементы с атомными номерами большими, чем у урана (92).

Удельная активность

Активность радионуклида на единицу массы пробы радиоактивного вещества.

Укрытие

Использование сооружений для защиты от излучения и поступления радионуклидов из воздушного облака и выпадений. Сооружения могут ослаблять уровень облучения от радионуклидов, содержащихся в воздухе и выпадениях.

Уровень вмешательства

Уровень предотвращаемой дозы, при которой принимаются специальные защитные или послеаварийные меры при аварийном хроническом облучении.

Холодная ветвь

Часть системы охлаждения реактора от выхода из парогенератора до корпуса в реакторе с водой под давлением (PWR); система охлаждения реактора от места вхождения трубопроводов питающей воды в защитную оболочку до корпуса реактора в реакторе на кипящей воде (BWR).

Циркониево-ниобиевый сплав

Сплав циркония и ниобия, используемый в наружных оболочках топливных стержней.

Эвакуация

Неотложное защитное мероприятие, заключающееся в срочном перемещении населения из пострадавшей зоны, с тем, чтобы избежать или уменьшить опасность кратковременного облучения в высоких дозах.

Эффективная доза

Сумма тканевых эквивалентных доз, умноженных на соответствующие тканевые взвешивающие коэффициенты:

$$E = \sum_T W_T H_T$$

где H_T - эквивалентная доза в ткани T , W_T - тканевой взвешивающий коэффициент для ткани T .

Из определения эквивалентной дозы следует, что:

$$E = \sum_T W_T \sum_R W_R D_{T,R} = \sum_R W_R \sum_T W_T D_{T,R}$$

где W_R - взвешивающий коэффициент излучения для излучения R и $D_{T,R}$ - это средняя поглощенная доза в органе или ткани T .

Единица измерения эффективной дозы - Дж ю кг^{-1} , которая имеет специальное наименование - зиверт (Зв).

УЧАСТНИКИ ПРОЦЕССОВ СОСТАВЛЕНИЯ И РАССМОТРЕНИЯ

I. КОНСУЛЬТАТИВНОЕ СОВЕЩАНИЕ

Вена

6 - 10 ноября, 1995

Asculai, E.	Israel Atomic Energy Commission, Tel-Aviv, Israel
McKenna, T. (<i>Scientific Secretary</i>)	Division of Radiation and Waste Safety International Atomic Energy Agency Vienna, Austria
Lafortune, J.F.	SAIC Canada, Ottawa, Ontario, Canada
Martinюю, R.	J. Stefan Institute Ljubljana, Slovenia
Trefethen, J.	US NRC, Washington DC, USA

ПОДГОТОВКА НАЧАЛЬНОГО ВАРИАНТА ДОКУМЕНТА

Вена

13 ноября - 1 декабря 1995

McKenna, T. (<i>Scientific Secretary</i>)	Division of Radiation and Waste Safety International Atomic Energy Agency Vienna, Austria
Martinюю, R.	J. Stefan Institute Ljubljana, Slovenia

II. КОНСУЛЬТАТИВНОЕ СОВЕЩАНИЕ

Вена

12 - 16 февраля 1996

Asculai, E.	Israel Atomic Energy Commission, Tel-Aviv, Israel
Buglova, E.	Ministry of Health, RIRM Minsk, Republic of Belarus
McKenna, T. (<i>Scientific Secretary</i>)	Division of Radiation and Waste Safety International Atomic Energy Agency Vienna, Austria
Lafortune, J.F.	SAIC Canada, Ottawa, Ontario, Canada
Martinюю, R.	J. Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia
Trefethen, J.	US NRC, Washington DC, USA

III. КОНСУЛЬТАТИВНОЕ СОВЕЩАНИЕ

Ок Ридж

29 июля - 2 августа

- Athey, G.F. Athey Consulting,
Charles Town, West Virginia, USA
- McKenna, T. Division of Radiation and Waste Safety
(*Scientific Secretary*) International Atomic Energy Agency
Vienna, Austria
- Rojas-Palma, C.M. Radiation Protection Research Unit, Belgian Nuclear Research
Center,
Ottawa, Ontario, Canada
- Sjoreen, A. Oak Ridge National Laboratory,
Oak Ridge, Tennessee, USA

IV. КОНСУЛЬТАТИВНОЕ СОВЕЩАНИЕ

Вена

5 - 9 августа

- Buglova, E. Ministry of Health, RIRM
Minsk, Republic of Belarus
- McKenna, T. Division of Radiation and Waste Safety
(*Scientific Secretary*) International Atomic Energy Agency
Vienna, Austria
- Lafortune, J.F. SAIC Canada,
Ottawa, Ontario, Canada
- Martinюю, R. J. Stefan Institute,
Ljubljana, Slovenia
- Trefethen, J. US NRC,
Washington DC, USA
- Winkler, G. Atom Institute of the Austrian Universities
Vienna, Austria

ПРАВКА ДОКУМЕНТА

Вена

12 - 16 августа, 1996

- McKenna, T. Division of Radiation and Waste Safety
(*Scientific Secretary*) International Atomic Energy Agency
Vienna, Austria
- Martinюю, R. J. Stefan Institute
Ljubljana, Slovenia
- Winkler, G. Atom Institute of the Austrian Universities
Vienna, Austria

ПЕРЕСМОТР И ПРОВЕРКА ДОКУМЕНТА

Вена
21 - 31 октября, 1996

McKenna, T. Division of Radiation and Waste Safety
(*Scientific Secretary*) International Atomic Energy Agency
Vienna, Austria

Buglova, E. Ministry of Health, RIRM
Minsk, Republic of Belarus

Kerns, K Iowa state University
Ames, Iowa, USA

Winkler, G. Atom Institute of the Austrian Universities
Vienna, Austria

ПИЛОТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОКУМЕНТА И ЕГО ПЕРЕСМОТР
Миссия экспертов в Ереван (Армения)
25 ноября - 6 декабря, 1996

McKenna, T. Division of Radiation and Waste Safety
(*Scientific Secretary*) International Atomic Energy Agency
Vienna, Austria

Buglova, E. Ministry of Health, RIRM
Minsk, Republic of Belarus

Chowdhury, P. Department of Environmental Quality, Radiation Protection Division,
Baton Rouge, State of Louisiana, USA

Winkler, G. Atom Institute of the Austrian Universities
Vienna, Austria

V. КОНСУЛЬТАТИВНОЕ СОВЕЩАНИЕ
Вена
20 - 24 января 1997

McKenna, T. Division of Radiation and Waste Safety
(*Scientific Secretary*) International Atomic Energy Agency
Vienna, Austria

Buglova, E. Ministry of Health, RIRM
Minsk, Republic of Belarus

Lafortune, J.F. SAIC Canada,
Ottawa, Ontario, Canada

Martinюю, R. J. Stefan Institute
Ljubljana, Slovenia

Winkler, G. Atom Institute of the Austrian Universities
Vienna, Austria

VI. КОНСУЛЬТАТИВНОЕ СОВЕЩАНИЕ

Москва

6 - 14 октября 1997

Балонов М.И.

Институт радиационной гигиены,
г. Санкт-Петербург, Россия

Буглова Е.Е.

НИКИ радиационной медицины и эндокринологии,
г. Минск, Беларусь