ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для разработки мероприятий по защите населения в случае аварии ядерных реакторов

Москва — 1971

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ:
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО САНИТАРНОГО
ВРАЧА СССР

Д.Н.ЛОРАНСКИЙ

1970 г.

N-872/1-70

ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ДЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ В СЛУЧАЕ АВАРИИ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Москва 1971

Методические указания подготовлены группой авторов:

И. К. Дибобес, Л. А. Ильин, В. М. Козлов, Ю. Г. Константинов, А. А. Моисеев, А. В. Терман, В. П. Шамов

В основу настоящих указаний положены материалы, разработанные в Ленинградском научно-исследовательском институте радиационной гигиены Министерства здравоохранения РСФСР.

I. Общие положения

I. Настоящие Указания содержат основные положения по определению радиационной обстановки, оценке степени радиационной опасности и разработке мероприятий по защите населения в случае аварии ядерных реакторов с водяным или газовым теплоносителем.

ПРИМЕЧАНИЕ. Вопросы защиты персонала, обслуживающего реактор, технологические меры по ликвидации аварии и эксплуатации реактора после аварии в настоящих Указаниях не рассматриваются.

2. Под аварией ядерного реактора в настоящих Указаниях понимается кратковременный (не более 4 суток) выброс из реактора во внешнюю среду значительного количества радиоактивных веществ, который может создать для населения опасность облучения, превосходящего допустимые уровни, регламентированные Нормами радиационной безопасности (НРБ-69).

3. Основной целью мероприятий по защите населения в случае аварии должно быть сведение к минимуму количества облучённых людей и доз облучения, вызванных радиоактивным загрязнением местности.

4. На основании настоящих Указаний на каждом объекте, где имеются ядерные реакторы, должен быть составлен детальный план проведения аварийных мероприятий, согласованный с местными органами санитарно-эпидемиологической службы, другими заинтересованными организациями и утверждённый руководителем предприятия.

II. Факторы, определяющие радиационную опасность для населения, и меры защиты

5. Основным фактором радиационного воздействия на население в случае аварии ядерного реактора является бета-гамма-излучение продуктов деления урана. Вклад в дозу альфа-излучателей (при поступлении радиоактивных веществ внутрь организма) пренебрежимо мал и может не учитываться (если из-за особенностей реактора не происходит выброса значительных количеств плутония-239). При поступлении во внешнюю среду радиоактивных изотопов благородных газов (криптона и ксенона) радиационная опасность обусловлена только внешним излучением при прохождении радиоактивного облака.

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае выброса смеси продуктов деления наиболее вероятно, что основным компонентом, в первую очередь обусловливающим наибольшую опасность внутреннего облучения, явится йод-131, особенно в первые несколько недель после аварии.

6. Радиационная обстановка на территории, окружающей реактор, потерпевший аварию, и степень радиационной опасности для населения обусловливаются количеством и радиоизотопным составом выброшенных во внешнюю среду радиоактивных веществ, расстоянием от источника аварийного выброса до населённых пунктов, характером их застройки и плотностью заселения, метеорологическими, гидрологическими и почвенными характеристиками территории, метеорологическими условиями во время аварии, сезоном года, характером сельскохозяйственного использования территории, водоснабжения и питания населения.

7. В результате аварийного выброса в атмосферу возможны следующие виды радиационного воздействия на население (в порядке очерёдности):

- внешнее облучение при прохождении радиоактивного облака;
- внутреннее облучение за счет вдыхания радиоактивных продуктов деления;
- контактное облучение за счет радиоактивного загрязнения кожных покровов и одежды;
- внешнее облучение, обусловленное радиоактивным загрязнением поверхности земли, зданий, сооружений и т. п.;
- внутреннее облучение за счет потребления загрязненных продуктов питания и воды.

8. В зависимости от складывающейся обстановки для защиты населения от радиационного воздействия могут быть приняты следующие меры:

- ограничение пребывания населения на открытой местности (укрытие в домах и убежищах);
- максимально возможная герметизация жилых и служебных помещений (плотное закрытие дверей, окон, дымоходов и вентиляционных отверстий) на время формирования радиоактивного загрязнения территории;
- применение лекарственных препаратов, препятствующих накоплению биологически опасных радионуклидов в организме (например, йодная профилактика - прием внутрь препаратов стабильного йода) ;
- временная эвакуация населения;
- санитарная обработка лиц в случае загрязнения их одежды и кожных покровов радиоактивными веществами;
- простейшая обработка продуктов питания, поверхностно загрязненных радиоактивными веществами (обмыв, удаление поверхностного слоя и др.);

- исключение или ограничение употребления в пищу загрязненных продуктов питания;
- перевод молочнопродуктивного скота на незагрязненные пастбища или на незагрязненные фуражные корма.

9. Необходимость и достаточность проведения указанных мероприятий определяется в каждом конкретном случае на основании оценки характеризующих аварию данных и радиационной обстановки.

В таблицах I-8 приведены дозы внешнего и внутреннего облучения, требующие проведения мероприятий по защите населения в случае аварийного выброса радиоактивных продуктов деления во внешнюю среду, а также соответствующие этим дозам уровни загрязнения продуктов питания и молока.

10. Специальные меры защиты питьевой воды в плане аварийных мероприятий могут не предусматриваться.

11. В плане аварийных мероприятий должен предусматриваться экстренный контроль за радиоактивным загрязнением молока.

Контроль за радиоактивностью других пищевых продуктов местного производства в плане экстренных аварийных мероприятий не предусматривается. Решение об их использовании принимается позже на основании результатов санитарно-радиометрических исследований.

III. Планирование мероприятий по защите населения

12. План мероприятий по защите населения, как правило, должен предусматривать три этапа, зависящие от сроков их реализации.

13. Первый этап. Основной задачей первого этапа, длящегося несколько часов (не более 24 часов) с момента установления факта аварии, является экстренная оценка радиационной обстановки и ожидаемого масштаба аварии для определения и проведения первоочередных мероприятий, направленных на защиту населения.

Таблица I

Ожидаемые суммарные дозы внешнего и внутреннего облучения [1]

Меры защиты	Суммарная экспозиционная доза общего внешнего облучения, рад	Плотность загрязнения при контактном облучении кожи, част/мин·см^2	Суммарная поглощенная доза за счет ингаляции радиоактивного йода[2], рад	
			взрослые	дети [3]
Эвакуация	$\geqslant 75$	-	$\geqslant 450$	$\geqslant 225$
Временное укрытие в помещениях; ограничение пребывания на открытой местности; дезактивация кожных покровов и одежды; ограничение потребления загрязненных продуктов	75-25	$8 \cdot 10^5 - 1 \cdot 10^5$	450-150	225-75
Указанные выше мероприятия по защите населения не требуются	< 25	$< 1 \cdot 10^5$	< 150	< 75

1) Йодная профилактика проводится во всех случаях возможного облучения щитовидной железы.

2) Дозы внутреннего облучения при ингаляционном поступлении определяются по оцененным (прогнозированным) уровням радиоактивного загрязнения внешней среды.

3) Оценка дозы для детей производится применительно к возрасту 1 год, однако при выполнении мер защиты к группе "дети" относятся все лица, моложе 16 лет, а также беременные женщины и кормящие матери.

Таблица 2

Ожидаемые суммарные дозы внутреннего облучения за счет потребления загрязненных пищевых продуктов, рад

Меры защиты	Взрослые				Дети[1]			
	йод-131[2]	стронций-89	стронций-90	цезий-137	йод-131[2]	стронций-89	стронций-90	цезий-137
Ограничение потребления загрязненных продуктов	450-150	75-25	75-25	75-25	225-75	75-25	75-25	75-25
Указанные выше мероприятия по защите населения не требуются	<150	<25	<25	<25	<75	<25	<25	<25

1) Оценка дозы для детей производится применительно к возрасту 1 год; однако при выполнении мер защиты к группе "дети" относятся все лица, моложе 16 лет, а также беременные женщины и кормящие матери.

2) Йодная профилактика проводится во всех случаях возможного облучения щитовидной железы.

Таблица 3

Уровни загрязнения молока, рационов[1] и пастбищ, приводящие к накоплению указанных в таблице 2 доз

Меры защиты	Начальное содержание радионуклидов в рационе (кюри/сутки) или свежем молоке (кюри/л)				Начальная плотность загрязнения пастбища радионуклидом (кюри/м^2)			
	йод-131[2]	стронций-89	стронций-90	цезий-137	йод-131[2]	стронций-89	стронций-90	цезий-137
Ограничение потребления загрязненных продуктов	$6 \cdot 10^{-7} \pm 2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-5} \pm 1 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-7} \pm 2 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^{-5} \pm 1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-6} \pm 1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-3} \pm 4 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-5} \pm 1 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-5} \pm 2 \cdot 10^{-5}$
Указанные выше мероприятия по защите населения не требуются	$< 2 \cdot 10^{-7}$	$< 1 \cdot 10^{-5}$	$< 2 \cdot 10^{-7}$	$< 1 \cdot 10^{-5}$	$< 1 \cdot 10^{-6}$	$< 4 \cdot 10^{-4}$	$< 1 \cdot 10^{-5}$	$< 2 \cdot 10^{-5}$

1) Использование пищевых продуктов, загрязненных выше указанных величин, допускается, если общее потребление радионуклида с рационом за весь аварийный период не превысит (в микюри):
йод-131 - 7,5; стронций-89 - 750; стронций-90 - 30; цезий-137 - 900.

2) Йодная профилактика проводится во всех случаях возможного облучения щитовидной железы.

14. Первый этап должен предусматривать:

- экстренную оценку радиационной обстановки и масштабов аварии;
- информацию заинтересованных организаций и лиц (в том числе согласовавших план аварийных мероприятий) о факте аварии и ожидаемых масштабах ее;
- вызов персонала аварийных бригад;
- проведение мероприятий для ликвидации аварии и предотвращения поступления радиоактивных веществ во внешнюю среду с одновременным прекращением всех работ, не связанных с этими мероприятиями;
- оповещение населения в случае необходимости реализации мероприятий по безопасности, связанных с участием населения (см. разд. П).

15. План аварийных мероприятий вводится в действие после получения, экстренной проверки и подтверждения сигнала об аварии. Этот план вводится в действие лицом, ответственным за ликвидацию последствий аварии. Сигналом об аварии является сообщение дежурного оператора реактора или любого другого лица, обнаружившего ситуацию, которая расценивается им как аварийная. О наличии такого сигнала должен быть немедленно извещен начальник службы дозиметрии объекта или лицо, заменяющее его в данный момент.

16. Об аварии любого масштаба, в том числе и не требующей введения аварийного плана в действие, немедленно ставятся в известность радиологическая группа санитарно-эпидемиологической станции и местные советские и партийные органы.

17. Экстренная оценка радиационной обстановки производится лицом, ответственным за введение в действие аварийного плана на основании информации дозиметрического и другого характера и сравнении ее с вариантами аварийного плана.

18. Для экстренной оценки радиационной обстановки необходим следующий минимальный объем сведений:

- количественно-изотопный состав радиоактивных продуктов в реакторе в момент аварии;
- характер аварии, пути и длительность выброса радиоактивных веществ во внешнюю среду;
- коэффициенты высвобождения по наихудшим возможным условиям;
- метеорологические условия в момент аварии: направление и сила ветра на высоте выброса, погодные условия (все эти данные целесообразно иметь в аварийном плане в виде предварительно рассчитанных по наихудшим возможным условиям номограмм).

19. Дозиметрические измерения на местности, используемые для экстренной оценки опасности, проводятся для уточнения результатов предварительно проведенных расчетов, имеющихся в аварийном плане:

- измерение уровней гамма-излучения в заранее выбранных точках на местности на различных расстояниях и в разных направлениях от реактора;
- определение радиоактивности воздуха;
- измерение плотности загрязнения поверхности территории.

ПРИМЕЧАНИЕ. Исследования на местности могут быть ограничены только измерениями уровней гамма-излучения в случае, если имеются достоверные данные о том, что в составе аварийного выброса практически отсутствуют какие-либо радионуклиды, кроме изотопов благородных газов.

20. Маршруты подвижных дозиметрических групп, точки и методики проведения измерений заранее предусматриваются аварийным планом.

21. При проведении экстренного аварийного дозиметрического обследования территории, особенно в отсутствие полевого гамма-

спектрометра, отбираются пробы объектов внешней среды для лабораторных исследований, которые проводятся на втором этапе реализации аварийного плана.

Имеющиеся полевые гамма-спектрометры следует использовать на первом этапе.

ПРИМЕЧАНИЕ. При выборе точек измерения следует учитывать, что в случае выброса через трубу высотой 60-100 м максимум загрязнения воздуха и территории будет иметь место, как правило, на расстоянии 0,5-10 км от трубы; при выбросах на уровне земли максимум загрязнения будет непосредственно в месте выброса.

22. На основании расчетных данных и результатов прямых измерений на местности должны приниматься меры по защите населения от внешнего и внутреннего облучения, включая йодную профилактику и мероприятия, предусмотренные пунктом 10. Лица, которые по предварительным оценкам получили дозу тотального облучения более 100 рад или могут получить более 400 рад (для взрослого) или 200 рад (для ребенка) на щитовидную железу (за счет поступления внутрь йода-131), должны быть направлены на стационарное обследование в специализированное лечебное учреждение.

23. Второй этап. Задачей второго этапа, длящегося несколько суток (до 7-х суток) после обнаружения аварии, является уточнение радиационной обстановки и принятие дополнительных мер защиты населения, кроме тех, которые осуществлены на первом этапе.

24. Второй этап должен предусматривать:

- оценку ингаляционного поступления радиоактивных веществ в организм при непрекращающемся выбросе в атмосферу (при мгновенном выбросе оценка проводится только на первом этапе);
- оценку возможных доз внешнего облучения населения, прожи-

вающего на территории, подвергшейся загрязнению;

- оценку степени радиоактивного загрязнения объектов внешней среды, в том числе продуктов питания и особенно молока, а также жилых и служебных помещений;
- проведение йодной профилактики, если при наличии показаний она не была выполнена на первом этапе;
- медицинское освидетельствование персонала реактора и отдельных лиц из населения, подвергшихся внешнему облучению в дозе свыше 25 рад;
- исключение или ограничение употребления пищевых продуктов, имеющих уровни загрязнения выше указанных в таблице 8.

25. Оценка степени радиоактивного загрязнения внешней среды на втором этапе включает:

- уточнение границ и плотности загрязнения территории;
- определение уровней гамма-излучения в контрольных точках и их изменения во времени;
- определение степени радиоактивного загрязнения различных объектов внешней среды, главным образом молока, зеленых кормов и сена.

26. Определение уровней радиоактивности питьевой воды производится только в случае загрязнения местных источников водоснабжения.

27. Если данные лабораторных исследований и результаты бета-гамма-спектрометрических измерений на местности показывают отсутствие изотопов стронция и цезия, дальнейшие исследования могут проводиться только по йоду.

28. В первые несколько часов этого этапа проводится измерение загрязненности одежды и кожных покровов лиц, находившихся на открытой территории при высокой плотности радиоактивных выпадений,

и при необходимости - их санитарная обработка, а также определение загрязненности в жилых и служебных помещениях.

29. Основное внимание в этот период должно быть уделено контролю за радиоактивным загрязнением молока. Начальная оценка максимально возможного уровня загрязнения молока проводится по данным гамма-съемки местности и уровням радиоактивного загрязнения пастбищ (см. приложение Г). Со 2-х суток от момента аварии определение степени радиоактивного загрязнения молока проводится путем систематического отбора и исследования проб его.

30. Одновременно с выполнением задач, решаемых на втором этапе, должно проводиться уточнение решений, принятых и реализованных на первом этапе, если уровни опасности оказались переоцененными на первом этапе или снизились до пределов, не требующих принятия защитных мер.

31. Третий этап. Третий этап является переходным от аварийного состояния к нормальному. Он вступает в силу тогда, когда уже приняты все необходимые меры защиты населения, в том числе связанные с возможным использованием загрязненных пищевых продуктов.

32. Задачами третьего этапа являются:

- уточнение доз облучения отдельных лиц из населения за счет всех видов лучевого воздействия, с учетом режима жизни на всех этапах аварии;
- оценка степени загрязненности пищевых продуктов и выработка рекомендаций по их использованию;
- рекомендации по дальнейшему использованию сельскохозяйственных угодий;
- постепенная отмена введенных ограничений на аварийной территории и переход к обычной системе санитарно-дозиметрического контроля.

33. Дозиметрический и радиометрический контроль на этом этапе включает:

- определение в контрольных точках уровней гамма-излучения впредь до их снижения до величин, предусмотренных НРБ-69 для отдельных лиц из населения;
- определение уровней радиоактивного загрязнения продуктов питания населения, зеленых кормов, молока и молочных продуктов местного производства, зерновых, овощей и других продуктов растительного и животного происхождения, не предназначенных для немедленного использования населением или вывозящихся за пределы аварийной территории;
- определение плотности радиоактивного загрязнения почвы, в том числе и долгоживущими изотопами (стронций-90, цезий-137), независимо от первоначальных данных, указывавших на отсутствие этих изотопов в объектах внешней среды.

34. При расчете доз внешнего и внутреннего облучения должны приниматься во внимание максимально возможные, но реальные условия облучения, с учетом рационов питания местного населения и уровней загрязнения отдельных продуктов рациона.

35. За лицами, дозы тотального облучения которых превышают 50 рад, должно быть установлено диспансерное наблюдение. Порядок проведения такого наблюдения устанавливается Министерством здравоохранения СССР по представлению аварийной комиссии, которая должна указать количество таких лиц, их возрастно-половой состав, полученные ими дозы, место проживания и характер деятельности.

36. Выполнение плана аварийных мероприятий и ликвидация аварийного состояния территории оформляются заключительным актом, который подписывается представителями всех учреждений, согласовывавших его, и утверждается Исполкомом областного Совета депутатов трудящихся.

IУ. Исходные данные к составлению плана мероприятий

37. План аварийных мероприятий составляется, исходя из максимально возможной аварии на данном реакторе с учетом наиболее неблагоприятных условий (см. разд. П). Для ориентировочных расчетов масштабов опасности могут быть использованы данные, представленные в приложениях А-Е и И к настоящим Указаниям. Необходимые поправки в приведенные данные вводятся в каждом конкретном случае с учетом местных условий, могущих оказать влияние на объем планируемых мероприятий.

38. На основании данных о масштабах аварии определяется объем дозиметрического контроля, выполняемого на этапах реализации плана.

Объем контроля обусловливает число лиц, привлекаемых к работе в аварийных бригадах, виды и количество дозиметрической аппаратуры и оборудования для отбора проб, необходимые транспортные средства, маршруты подвижных подразделений аварийных бригад.

39. Состав аварийной бригады должен быть утвержден приказом руководителя объекта и доведен до сведения всех членов бригады. Одновременно должны быть определены персональные обязанности членов бригады, включающие:

- дозиметрические, радиометрические и спектрометрические измерения на местности;
- обеспечение населения препаратами для йодной профилактики;
- радиометрический контроль поверхностного загрязнения людей и проведения их санитарной обработки;
- отбор проб объектов внешней среды и их анализ на месте или в лаборатории с использованием экспресс-методов;
- доставку проб в лаборатории;

- проведение радиометрических, радиохимических и гамма-спектрометрических исследований в лаборатории;
- обработку и суммирование данных дозиметрических исследований;
- предоставление необходимой информации руководителю аварийных мероприятий;
- доставку пострадавших в ближайшее лечебное учреждение.

40. В зависимости от ожидаемого объема работ в состав аварийной бригады, по согласованию с руководителями соответствующих учреждений и предприятий, включаются их сотрудники.

41. Планом аварийных мероприятий должно быть предусмотрено привлечение дополнительного приписного транспорта, поступающего в распоряжение руководителя аварийных мероприятий.

42. Ожидаемый объем проводимых дозиметрических, радиометрических и других исследований должен быть обеспечен аппаратурой, реактивами и т. п. за счет предприятия, где имеется реактор, и учреждений, привлекаемых к проведению аварийных мероприятий. Необходимое количество, типы аппаратуры и другого оснащения должны быть отражены в плане.

43. В плане должно быть предусмотрено обеспечение бесперебойной двусторонней связи между подвижными подразделениями аварийных бригад и центром, руководящим проведением аварийных мероприятий.

У. Предварительные оценки для принятия решений

44. Решения о мерах защиты населения принимаются на основе дозиметрических и других необходимых данных, полученных непосредственно после установления факта аварии и введения в действие аварийного плана на первом этапе его реализации.

45. При принятии решений следует исходить из необходимости сведения к минимуму количества облученных лиц и дозы облучения, а также экономического ущерба, обусловленного радиоактивным загрязнением местности.

46. Решение об эвакуации населения при прогнозированном уровне внешнего облучения, превышающем 75 рад, принимается в том случае, если временные ограничения не могут обеспечить снижение экспозиционной дозы до указанного уровня или если они связаны с неменьшим ущербом, чем временная эвакуация (последнее может быть особенно существенно при длительном формировании дозы).

47. Решение об эвакуации детей при прогнозированном уровне облучения щитовидной железы, превышающем 225 рад, принимается только в том случае, когда своевременное снабжение этой группы населения препаратами стабильного йода не может быть выполнено (до накопления соответствующей концентрации радиоактивного йода в воздухе), а временная эвакуация может быть осуществлена раньше, чем фармакологическая йодная профилактика.

Приложение А

СОДЕРЖАНИЕ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ УРАНА-235 В РЕАКТОРЕ НА ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНАХ

В таблицах 1А-3А приведена количественная характеристика продуктов деления, представляющих наибольшую опасность при загрязнении местности в результате аварийного выброса из реактора. Содержание в реакторе йода-131 и стронция-89 дано в зависимости от длительности облучения урана-235 тепловыми нейтронами (при непрерывной работе реактора на постоянной мощности) и времени охлаждения после облучения. В таблице 3А представлено накопление стронция-90 и цезия-137, распад которых несущественнпри выдержке в пределах 5 лет. Количество продуктов деления выражено в кюри на 1 квт мощности реактора.

Таблица IA

Содержание йода-I3I (кюри/квт) в реакторе

Длительность облучения, сутки	Время охлаждения после облучения, сутки									
	0	I	2	5	I0	20	45	90	I80	360
0,3	0,5I	0,50	0,49	0,40	0,26	0,II	$I,3 \cdot I0^{-2}$	$2,6 \cdot I0^{-4}$	$I,I \cdot I0^{-7}$	$2,I \cdot I0^{-I4}$
0,5	0,93	0,92	0,89	0,78	0,47	0,20	$2,3 \cdot I0^{-2}$	$4,8 \cdot I0^{-4}$	$2,I \cdot I0^{-7}$	$3,9 \cdot I0^{-I4}$
I,0	I,9	I,9	I,8	I,5	0,9	0,4I	$4,7 \cdot I0^{-2}$	$9,8 \cdot I0^{-4}$	$4,2 \cdot I0^{-7}$	$7,9 \cdot I0^{-I4}$
2,0	3,8	3,7	3,6	3,0	I,9	0,82	$9,5 \cdot I0^{-2}$	$2,0 \cdot I0^{-3}$	$8,4 \cdot I0^{-7}$	$I,6 \cdot I0^{-I3}$
5,0	9,I	9,0	8,7	7,I	4,6	2,0	0,23	$4,7 \cdot I0^{-3}$	$2,0 \cdot I0^{-6}$	$3,8 \cdot I0^{-I3}$
I0,0	I5,0	I5,0	I5,0	I2,0	7,9	3,3	0,39	$8,0 \cdot I0^{-3}$	$3,4 \cdot I0^{-6}$	$6,4 \cdot I0^{-I3}$
20,0	2I,0	2I,0	20,0	I6,0	II,0	4,5	0,52	$I,I \cdot I0^{-2}$	$4,6 \cdot I0^{-6}$	$8,7 \cdot I0^{-I3}$
>45,0	25,0	24,0	23,0	I9,0	I2,0	5,3	0,6I	$I,3 \cdot I0^{-2}$	$5,4 \cdot I0^{-6}$	$I,0 \cdot I0^{-I2}$

Таблица 2А

Содержание стронция-89 (кюри/квт) в реакторе

Длительность облучения, сутки	Время охлаждения, сутки								
	0	I0	20	45	90	I80	360	720	I080
I0	4,7	4,2	3,6	2,6	I,5	0,45	$4,3 \cdot I0^{-2}$	$3,8 \cdot I0^{-4}$	$3,9 \cdot I0^{-6}$
20	8,9	7,8	6,8	4,9	2,7	0,8	$8,0 \cdot I0^{-2}$	$7,2 \cdot I0^{-4}$	$7,4 \cdot I0^{-6}$
45	I7,I	I5,0	I3,2	9,5	5,3	I,6	0,I6	$I,4 \cdot I0^{-3}$	$I,4 \cdot I0^{-5}$
90	26,7	23,4	20,5	I4,8	8,2	2,5	0,24	$2,2 \cdot I0^{-3}$	$2,2 \cdot I0^{-5}$
I80	34,9	30,6	26,8	I9,4	I0,6	3,3	0,32	$2,8 \cdot I0^{-3}$	$2,9 \cdot I0^{-5}$
360	38,2	33,5	29,4	2I,2	II,8	3,6	0,35	$3,I \cdot I0^{-3}$	$3,2 \cdot I0^{-5}$
720	38,5	33,8	29,7	2I,4	II,9	3,7	0,35	$3,I \cdot I0^{-3}$	$3,2 \cdot I0^{-5}$

Таблица 3А

Содержание
стронция-90 и цезия-137 (кюри/квт) в реакторе

Длительность облучения, сутки	Стронций-90	Цезий-137
10	$4,2 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$
20	$8,4 \cdot 10^{-2}$	$5,2 \cdot 10^{-2}$
45	0,17	0,13
90	0,33	0,21
180	0,71	0,52
360	1,4	1,1
720	2,8	2,1
1080	4,1	3,2
1800	6,6	5,2

Приложение Б

МАКСИМАЛЬНЫЕ МАСШТАБЫ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ

Расчетные данные, приведенные в этом приложении, предназначены для оценки наихудшей возможной аварийной ситуации (и соответственно максимальных масштабов экстренного дозиметрического контроля внешней среды и мероприятий по защите населения), для составления аварийного плана и выполнения на первом этапе прогноза радиационной обстановки.

На рис. 1Б-3Б по оси ординат слева отложена характеристика аварийного выброса - количество йода-131, высвобождаемое в атмосферу при аварии (Q), т. е.

$$Q = K \cdot Q_p ,$$

где Q_p - активность йода-131, содержащегося в реакторе в начальный момент аварийного выброса, K - коэффициент высвобождения, т. е. максимальная доля от всего содержания йода в реакторе, которая может быть выброшена в атмосферу при наихудшей аварии. По оси ординат справа отложены соответствующие величины эквивалентной мощности реактора, т. е. мощность реактора при 100%-ном выбросе ($K = 1$) йода, достигшего своего равновесного уровня

$$N_{экв} = K \cdot N ,$$

где N - истинная тепловая мощность реактора.

По оси абсцисс отложены максимальные расстояния по направлению рассеяния выброса, на которых могут иметь место загрязнения. Сверху обозначены соответствующие максимальные площади загрязнения.

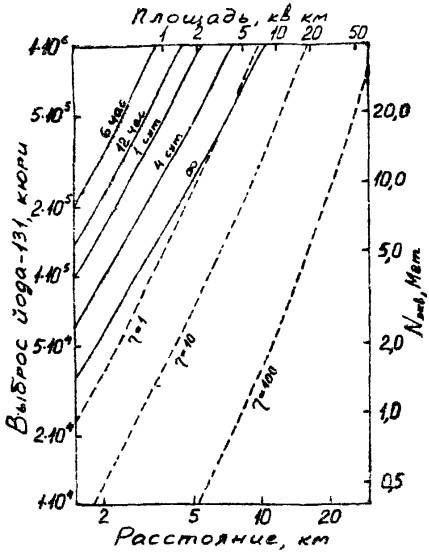


Рис. 16. Масштабы опасности внешнего облучения (экспозиционная доза 25 рад).

Сплошные кривые - масштабы загрязнения, создающего на открытой территории экспозиционную дозу 25 рад на высоте 1 м от поверхности земли за счет гамма-излучения радиоактивных изотопов йода, выпавших на территорию. Приведены кривые, соответствующие накоплению этой дозы за различное время t, исчисляемое с начального момента выброса (t = 6 часов, 12 часов, 1 сутки, 4 суток, ∞). В домах обычного типа дозы будут в 3-10 раз меньше, чем на открытой территории (см. приложение И).

Штриховые кривые - масштабы загрязнения, создающего на открытой территории дозу 25 рад на высоте 1 м от поверхности земли за счет гамма-излучения радиоактивных благородных газов и галогенов при прохождении облака радиоактивного выброса из реактора. Предполагается, что коэффициент высвобождения (K) может быть значительно меньшим, чем таковой благородных газов ($K_{б.г}$), поэтому приведены три кривые, соответствующие отношениям $\eta = K_{б.г}/K$ = 1, 10, 100.

Данные, приведенные на рис. 1Б-3Б, рассчитаны на комбинацию неблагоприятных характеристик факторов, обусловливающих опасность, в том числе:

- мгновенный (т. е. практически кратковременный) выброс в атмосферу;
- малая высота начального подъёма выброса;
- неблагоприятные условия атмосферной диффузии.

Продолжительность выброса и главным образом более благоприятные условия атмосферной диффузии уменьшают масштабы загрязнения.

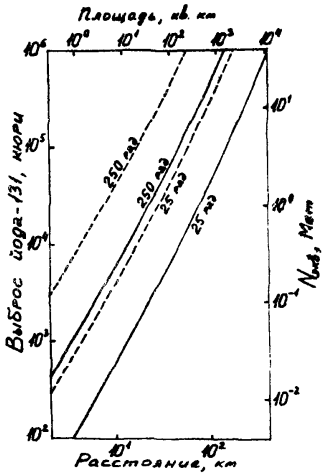


Рис. 2Б. Масштабы загрязнения воздуха, создающего указанную на рисунке ингаляционную опасность для лиц, находящихся на открытой территории во время прохождения радиоактивного облака. Указаны дозы на щитовидную железу ребёнка в возрасте I года (——) и взрослого человека (- - -).

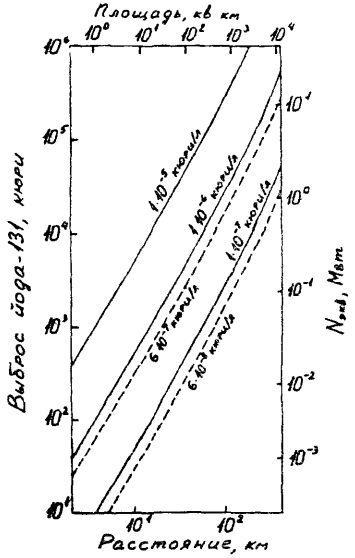


Рис. 3Б. Масштабы загрязнения коровьего молока йодом-131.

Расчет произведен в предположении пастбищного откорма коров в зоне загрязнения. Приведены максимальные величины пиковых концентраций йода-131 в молоке, которые будут иметь место на 5-е сутки после начала потребления коровами загрязненного корма (см. приложение Г, рис. 1Г). Реальная загрязненность молока может быть меньше, она зависит от сезона года, системы откорма (структуры рациона) коров и пр.

Приложение В

ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОАКТИВНЫМ ЙОДОМ

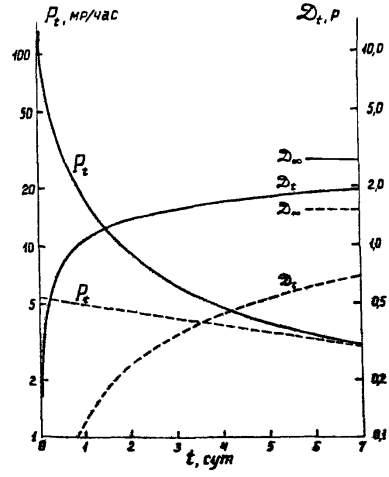


Рис. 1В. Изменение во времени мощности экспозиционной дозы (P_t) и накопленной экспозиционной дозы ($\mathcal{D}_t$) на высоте 1 м от поверхности территории, загрязненной радиоактивным йодом.

t - время, исчисляемое с момента аварийной остановки реактора. Приведенные значения P_t и $\mathcal{D}_t$ соответствуют начальной (т. е. при $t = 0$) плотности загрязнения 1 мкюри йода-131 на 1 $м^2$ территории.

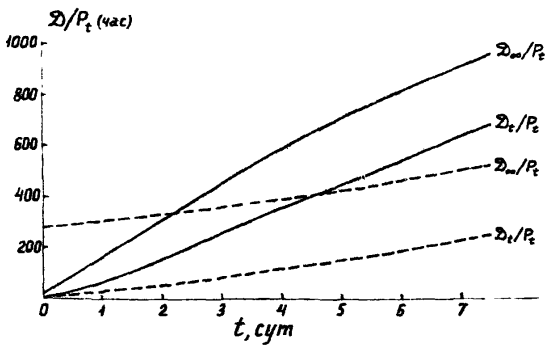


Рис. 2В. Отношение дозы, накопленной за время полного распада ($\mathcal{D}_\infty$), и дозы, накопленной к моменту измерения ($\mathcal{D}_t$), к мощности дозы гамма-излучения в момент измерения (P_t).

Приведенные на рис. 1В и 2В кривые соответствуют мгновенному (кратковременному) выбросу равновесной смеси радиоактивных изотопов йода (сплошные кривые) либо одного только йода-131 (штриховые кривые).

Приложение Г

ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОЛОКА И СРОЧНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ НАСЕЛЕНИЯ

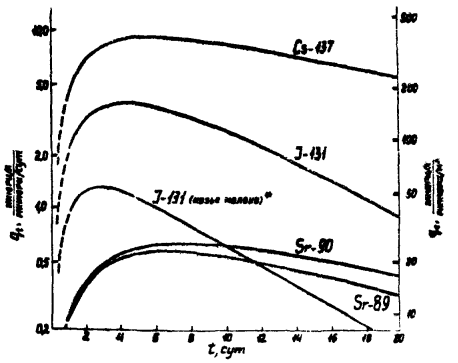


Рис. 1Г. Концентрация радионуклидов в коровьем (йод-131, стронций-89, стронций-90, цезий-137) и козьем (йод-131) молоке ($Q_{f\,t}$) после разового загрязнения пастбища.

Представленные на рисунке II кривые показывают относительное изменение Q_t в том случае, когда уменьшение загрязненности пастбищного корма происходит только за счет радиоактивного распада и естественной дезактивации пастбища (вымывание, выветривание и обновление травяного покрова). В абсолютных величинах кривые дают графическое изображение загрязненности молока в момент удоя t после разового загрязнения пастбища при начальной ($t = 0$, практически в I-е сутки) загрязненности пастбищного корма I мккюри/сутки. Значения Q_t отложены по оси ординат слева.

По оси ординат справа отложены величины Q_t, соответствующие начальной плотности выпадения радионуклида на территорию I мккюри/м^2 (I кюри/км^2) в том случае, если на поедаемой части пастбищного покрова первоначально задерживается 25% выпавшей активности и одна корова потребляет за сутки подножный корм со 160 м^2 пастбища (коза - с 50 м^2).

Указанные на рисунке значения нужно умножить на 100 для Q_t, в $\frac{\text{нкюри/л}}{\text{мккюри/сутки}}$, на 30-для Q_t, в $\frac{\text{нкюри/л}}{\text{мккюри/м}^2}$.

В том случае, если откорм животных на загрязненном пастбище начинается через некоторое время после его загрязнения, этот момент времени и следует принять за $t = 0$, а под начальной загрязненностью пастбища (территории) или корма следует понимать загрязнение в это же время (т. е. время начала откорма животных на данном пастбище).

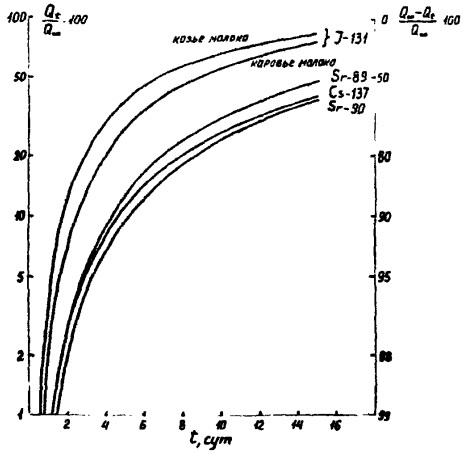


Рис. 2Г.Приведенные кривые, иллюстрируют эффективность мероприятий по защите населения от инкорпорирования радионуклидов, содержащихся в молоке, в зависимости от времени прекращения потребления свежего загрязненного молока. Подразумевается ежесуточное потребление человеком постоянного объема молока, свеженадоенного от коров (коз), содержащихся на загрязненном пастбище.

В том случае, если откорм животных на загрязненном пастбище начинается через некоторое время после его загрязнения, этот момент времени и следует принять за $t = 0$, а под начальной загрязненностью пастбища (территории) или корма следует понимать загрязнение в это же время (т. е. время начала откорма животных на данном пастбище).

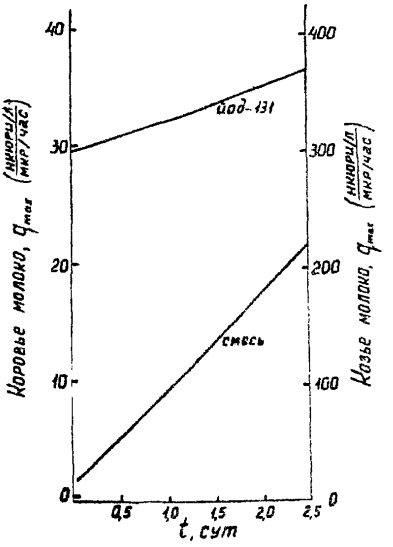


Рис. 3Г. Ориентировочная оценка максимального уровня загрязнения молока йодом-131 ($q_{макс}$) по мощности дозы гамма-излучения, измеренной на высоте 1 м над пастбищем, загрязненным йодом-131 или равновесной (при $t = 0$) смесью радиоактивных изотопов йода.

Q_∞ - количество радионуклида, инкорпорируемое человеком при ежедневном потреблении загрязненного молока до практически полной его дезактивации за счет уменьшения активности корма; q_t - количество радионуклида, инкорпорируемое человеком при потреблении молока в течение t суток после загрязнения пастбища. Таким образом, по оси ординат слева отложена величина, для которой Q_∞ составляет 100%. Справа по оси ординат отложена эффективность мероприятия как доля потенциального загрязнения человека (или потенциальной дозы облучения), которая будет исключена, если в момент t прекратить потребление загрязненного молока.

Приложение Д

МОЩНОСТИ ДОЗ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ И КОНЦЕНТРАЦИЯ ЙОДА-131 В МОЛОКЕ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ТЕРРИТОРИИ СМЕСЬЮ ПРОДУКТОВ ДЕЛЕНИЯ

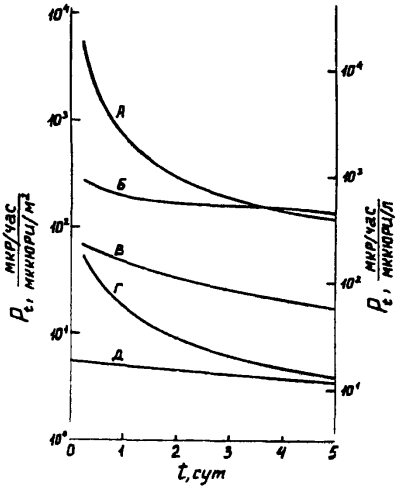


Рис. 1Д. Изменение во времени мощности дозы гамма-излучения (P_t) на высоте 1 м от поверхности территории (пастбища), загрязненной различными смесями продуктов деления.

t - время с момента аварии (выброса). Абсолютные значения P_t, приведенные по оси ординат слева, соответствуют начальной (т. е. при $t = 0$) плотности загрязнения

I мккюри йода-131 на I $м^2$ территории. Справа по оси ординат приведены величины P_t, соответствующие максимальной концентрации йода-131, - $I \cdot 10^{-6}$ кюри/л в коровьем молоке и $I \cdot 10^{-5}$ кюри/л в козьем молоке, при тех же допущениях, что приведены в пояснениях к рис. IГ в приложении Г.

А - смесь продуктов деления предварительно необлученного урана, выброшенная в атмосферу при аварии вследствие критичности системы; Б - нормальная смесь продуктов деления, накопившихся при 300-суточной непрерывной работе реактора; В - радиоактивные изотопы йода, теллура и цезия в пропорциях, соответствующих накоплению за 300 суток непрерывной работы реактора.

Для сравнения приведены кривые Г и Д, соответствующие выбросу равновесной смеси радиоактивных изотопов йода и одного только йода-131, т. е. те же кривые, что приведены на рис. IВ в приложении В.

Приложение Е

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПО РАДИОМЕТРИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Соотношения, приведенные в таблицах IE и 2E и на рис. IE и 2E, справедливы только при разовом загрязнении воздуха, открытых продуктов питания и пастбищного корма.

Пояснения к таблице IE.

Максимальное загрязнение открытых продуктов питания имеет место тотчас же после выпадения радионуклидов на территорию. Загрязнение молока по цепочке воздух - трава (пастбище) - корова (коза) - молоко максимально на 2-8-е сутки откорма животных на загрязненном пастбище (см. приложение Г, рис. IГ). Основной величиной для расчета дозы является общее потребление радионуклида с пищей. При расчете по максимальному загрязнению подразумевается последующее убывание активности рациона за счет распада (йод-131, стронций-89), естественной дезактивации пастбищ (молоко), убывания и преднамеренной дезактивации загрязненных открытых продуктов.

Цифры третьего и пятого столбцов, выраженные в единицах нкюри/л, дают оценку опасности (дозы облучения) при ежедневном потреблении I л загрязненного молока.

Пояснения к таблице 2E.

Соотношения между интегрированной по времени ингаляции концентрацией радиоактивного йода в воздухе и дозой облучения даны в трех вариантах:

а) при наличии в воздухе практически только одного радиоактивного изотопа йода - йода-131;

Таблица IE

Соотношение между дозой облучения и загрязнением открытых продуктов питания или молока

Радионуклид	Доза облучения I рад	Взрослые		Дети в возрасте до одного года	
		максимальное загрязнение, нкюри/сутки (нкюри/л)	общее или разовое потребление, мккюри	максимальное загрязнение, нкюри/сутки (нкюри/л)	общее или разовое потребление, мккюри
Йод-131	На щитовидную железу	38	0,54	2,3	0,032
Стронций-89	На костный мозг	2900	75,0	870,0	10,0
Стронций-90	За первый год на костный мозг	210	7,0	50,0	I,7
Цезий-137	На все тело	500	16,0	360,0	II,5

Таблица 2Е

Ингаляционная опасность загрязнения воздуха радиоактивным йодом

Радиоизотопы выброса	Объект измерения	Концентрация в воздухе, соответствующая дозе I рад на щитовидную железу (нкюри·час/л)	
		взрослые	дети в возрасте одного года
Йод-131	Йод-131	0,84	0,13
Равновесная смесь	Йод-131	0,52	0,08
	Суммарная бета-активность изотопов йода через 0-1 час после остановки реактора	4,0	0,6
	То же, через 10 часов	2,0	0,3
Смесь, обогащенная короткоживущими изотопами	Йод-131	0,05	0,008
	Суммарная бета-активность изотопов йода	См. рис. 1Е и 2Е	

б) при выбросе равновесной смеси радиоактивных изотопов йода (т. е. когда йод-131 и короткоживущие изотопы накопились в реакторе до радиоактивного равновесия);

в) при выбросе смеси радиоактивного йода, накопленного за относительно короткое время работы реактора (при делении предварительно необлученного топлива или после длительной остановки реактора, когда йод-131 распался).

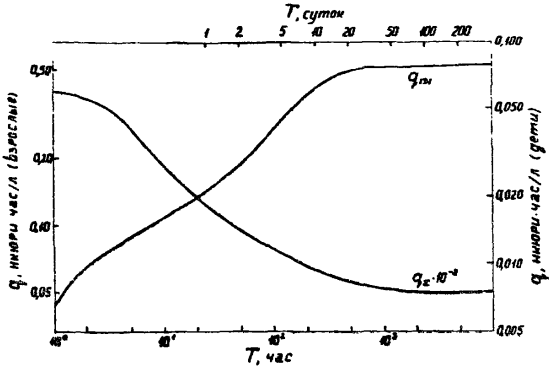


Рис. 1Е. Концентрации в воздухе йода-131 (Q_{131}) и смеси радиоактивных изотопов йода (Q_{Σ}), соответствующие дозе I рад на щитовидную железу в результате вдыхания смеси радиоактивных изотопов йода в начальный момент после накопления их в реакторе в течение Т часов непрерывной работы реактора на постоянной мощности.

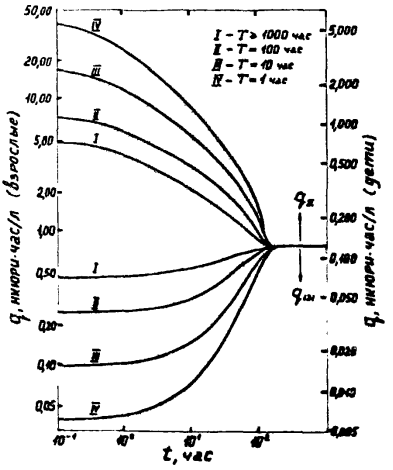


Рис. 2Е. Концентрации в воздухе йода-131 ($q_{\gamma 131}$) и смеси радиоактивных изотопов йода ($q_{\gamma\Sigma}$), соответствующие дозе I рад на щитовидную железу, в результате вдыхания смеси радиоактивных изотопов йода через t часов после накопления их в реакторе в течение T часов.

Приложение Ж

ИНСТРУКЦИЯ[1] ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЙОДНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ В СЛУЧАЕ АВАРИИ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

§ I. Общие положения

I. При некоторых авариях на ядерных реакторах возникает опасность поступления радиоактивных изотопов йода в организм лиц, работающих на объекте, и населения, проживающего в зоне аварийного загрязнения.

2. Наиболее эффективным, экономически целесообразным и простым в реализации методом защиты щитовидной железы от радиоактивных изотопов йода, избирательно накапливающихся в этом органе, является прием внутрь лекарственных препаратов стабильного йода (йодная профилактика).

3. Максимальный защитный эффект (снижение дозы облучения щитовидной железы примерно в I00 раз) может быть достигнут в случае предварительного или одновременного с поступлением радиоактивного йода приема его стабильного аналога.

4. Защитный эффект препарата значительно снижается в случае его приема более чем через 2 часа после поступления в организм радиоактивного йода. Однако и в этом случае прием стабильного йода эффективно защищает щитовидную железу от облучения повторными поступлениями радиоактивного йода.

5. Однократный прием указанных ниже (§ 2) количеств йодистого калия обеспечивает высокий защитный эффект в течение 24 часов.

---

[1] Инструкция разработана Л. А. Ильиным, Г. В. Архангельской и И. А. Лихтаревым. Утверждена 29 декабря 1967 г. Зам. Министра здравоохранения СССР А. И. Бурназяном.

Для поддержания такого уровня защиты в условиях длительного поступления в организм радиоактивного йода необходимы повторные приемы препарата (см. пп. 16 и 25).

6. Организационные мероприятия по защите щитовидной железы от изотопов радиоактивного йода должны быть направлены на возможно быстрейшее обеспечение защищаемых контингентов таблетками йодистого калия или его заменителями.

7. Проведение йодной профилактики является обязательным мероприятием для персонала ядерного реактора при возникновении аварии.

8. Необходимость проведения йодной профилактики населению определяется лицом (органом), ответственным за организацию и осуществление защитных мероприятий по ликвидации последствий аварии, на основании учета и анализа конкретной обстановки.

9. Мероприятия по йодной профилактике являются одним из звеньев в общем комплексе мер по защите персонала объекта и населения, оказавшегося в зоне аварийного загрязнения.

§ 2. Дозировки йодистого калия

10. Лица , на которые распространяются защитные мероприятия, должны принимать таблетки йодистого калия в следующих дозировках на один прием:

а) взрослым и детям старше 5 лет - 0,25 г;

б) детям в возрасте 2-5 лет - 0,125 г;

в) детям в возрасте до 2 лет, в том числе детям грудного возраста, находящимся на искусственном вскармливании, - 0,04 г;

г) детям, находящимся на грудном вскармливании, обеспечивается защита стабильным йодом, поступающим с молоком матери, принявшей 0,25 г йодистого калия.

II. Во избежание раздражения желудочно-кишечного тракта таблетку рекомендуется запить водой, киселем, сладким чаем и т. п.

I2. Для детей в дополнение к п. II таблетку перед приемом следует истолочь и растворить в небольшом количестве киселя, сладкого чая, сока.

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае отсутствия таблетированного препарата йодистого калия можно использовать его порошкообразный препарат в дозировках, приведенных в п. I0.

I3. В отсутствие йодистого калия допускается использование других препаратов стабильного йода (табл. IЖ) в соответствующих дозировках.

Таблица IЖ

Дозировки йодсодержащих препаратов на один прием взрослым и детям

Название препарата	Содержание стабильного йода, %	Дозы на прием		
		взрослым и детям старше 5 лет	детям в возрасте 2-5 лет	детям в возрасте до 2 лет
Сайодин по 0,5 г	24	2 таблетки	I таблетка	I/2 таблетки
Йод-гиперсол	2,8	I,5 чайной ложки	Неполная чайная ложка	I/2 чайной ложки
Раствор йодистого калия (натрия) I0,0:200,0	3,8	Чайная ложка	I/2 чайной ложки	I/4 чайной ложки

§ 3. Тактика применения йодистого калия

14. Персонал ядерного реактора первый прием таблетки йодистого калия осуществляет сразу после возникновения аварии, не ожидая получения уточненных данных о размере аварии.

15. Первый прием йодистого калия населению следует начать сразу после получения соответствующих указаний на этот счет.

16. Таблетки йодистого калия следует принимать I раз в день, в течение срока, указанного в п. 25.

§ 4. Противопоказания к приему препаратов стабильного йода

17. В период аварийной обстановки противопоказаний к приему препаратов стабильного йода нет.

§ 5. Форма выпуска препарата и хранение

18. Йодистый калий для целей защиты щитовидной железы выпускается в виде таблеток, состоящих из химически чистого йодистого калия (по 0,25; 0,125; 0,04 г), талька, применяемого в качестве связующего вещества (не более 3%), и сахарной пудры, служащей наполнителем (не более 20% от веса таблетки).

19. Таблетки хранятся в запечатанных тубах или флаконах темного стекла в защищенном от света прохладном месте.

20. Внутри тубы или флакона помещается этикетка-инструкция следующего содержания:

ЙОДИСТЫЙ КАЛИЙ. Для взрослых и детей старше 5 лет. Принимать I раз в день (повторный прием натощак). Запивать I/2 стакана воды (чая, киселя и т. п.)

или

ЙОДИСТЫЙ КАЛИЙ. Для детей в возрасте 2-5 лет. Принимать I раз в день. Таблетку растолочь в I/4 стакана киселя, сока, чая.

21. Срок хранения таблеток - 3 года.

22. Разрушившиеся или пожелтевшие таблетки считать негодными к употреблению.

§ 6. Организационные мероприятия

23. Мероприятия по йодной профилактике должны входить в виде самостоятельного раздела в общий план по ликвидации последствий аварии на ядерном реакторе.

24. План должен предусматривать:

а) необходимый запас йодистого калия из расчета на худший, но реальный вариант аварии, требующий проведения йодной профилактики всем работникам объекта и населению, оказавшемуся в зоне аварийного загрязнения;

б) места хранения и рассредоточения запасов йодистого калия;

в) список лиц, ответственных за проведение йодной профилактики и сохранность запасов.

25. Ориентировочный срок длительности йодной профилактики - I4 дней. Председатель аварийной комиссии может сократить или удлинить этот срок, руководствуясь содержанием радиоактивного йода в объектах внешней среды (в воздухе).

В частности, в случае кратковременной (несколько часов) ингаляционной опасности достаточно разового приема указанных дозировок йодистого калия (см. п. 5).

26. Рекомендуемые дозировки препарата и тактика их приема распространяются на случаи предусмотренной опасности при проведении ремонтных работ.

27. Положения настоящей Инструкции распространяются на предприятия всех ведомств, имеющих стационарные ядерные реакторы любого типа и назначения.

Д-77629 Заказ 390 Тираж 1000

Приложение И

ОСЛАБЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА

Таблица 1И

Помещение	Коэффициенты защиты[x)]
Дом деревянный	3
Дом каменный	10[xx)]
Подвалы (без наружных стен)	10-100
Автомобиль	2
Ж/д вагон пассажирский	3
Ж/д вагон грузовой	2

x) Коэффициент защиты обозначает относительное снижение величины облучения, получаемого человеком в защищенном месте, по сравнению с облучением, получаемым на открытой территории.

xx) В центральных участках верхних этажей, кроме последнего, многоэтажных зданий коэффициент защиты в несколько раз больше указанного.

gost.e-ecolog.ru