

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Л.И. Маркитанова

ЗАЩИТА ОТ РАДИАЦИИ

Учебно-методическое пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2015

УДК 614.8 + 358.238

Маркитанова Л.И. Защита от радиации: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 39 с.

Рассматриваются опасности, возникающие при радиационном загрязнении окружающей среды. Систематизированы способы защиты персонала предприятий и населения от радиационного заражения.

Предназначено для самостоятельного изучения теоретического материала при подготовке бакалавров и магистров всех специальностей.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. О.Б. Цветков

**Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Института холода и биотехнологий**



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2015

© Маркитанова Л.И., 2015

СПИСОК ОСНОВНЫХ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Латинские

- D – поглощенная доза, Гр, рад
 D' – мощность поглощенной дозы, Гр/с, рад/ч
 H – эквивалентная доза, Зв, бэр
 N – число нераспавшихся радиоактивных ядер, существующих в момент времени t
 N_0 – первоначальное число радиоактивных ядер, существующих в момент, принятый за начало отсчета времени ($t_0 = 0$)
 n – показатель степени, характеризующий величину спада уровня радиации во времени и зависящий от изотопного состава радионуклидов
 S – расстояние от источника радиации до объекта экономики, км
 T – астрономическое время аварии, ч, мин, дата
 t – время, прошедшее с момента аварии до начала облучения, ч
 U – средняя скорость приземного ветра, м/с, км/ч
 V – средняя скорость ветра на высоте 10 м над уровнем земли, м/с

Греческие

- γ – гамма-излучение, гамма-кванты, гамма-фотоны
 λ – постоянная радиоактивного распада данного вида ядер, s^{-1}
 ν – частота излучения, Г
 τ – средняя продолжительность жизни атома радиоактивного элемента, с
 ω – выход активности, %

Русские

- A – активность или скорость радиоактивного распада, s^{-1}
 D – величина энергии ионизирующего излучения (доза), переданная массе вещества, Дж/кг
 $K_{осл}$ – коэффициент ослабления радиации
 P_t – уровень радиации или мощность экспозиционной дозы, Кл/кг·с или Р/ч на момент времени t , ч
 $T_{0,5}$ – период полураспада, с, ч, сутки, годы

ВВЕДЕНИЕ

Источником ионизирующих излучений могут служить различные радионуклиды *естественного* и *техногенного* происхождения. Естественные радионуклиды имеют земное (*терригенное*) происхождение, а также образуются под действием космического излучения, постоянно падающего на Землю от Солнца и из глубин космоса. Эти радионуклиды называют *космогенными*.

В результате освоения энергии атомного ядра были созданы ядерные реакторы, в которых происходит расщепление ядер урана-235 или плутония-239 на ядра более легких элементов. При работе ядерных реакторов образуются не существующие в природе радионуклиды более 40 элементов Периодической системы, которые называют *техногенными*.

Радиационной обстановкой называют совокупность последствий радиоактивного загрязнения (заражения) местности.

Радиоактивное загрязнение окружающей среды может произойти в результате испытаний или применения ядерного оружия; аварий судов, атомных электростанций и других радиационно-опасных объектов, имеющих ядерные энергетические установки; захоронения отходов ядерных энергетических установок, заводов по регенерации ядерного топлива и по производству ядерных боеприпасов, а также научно-исследовательских и медицинских центров; аварийных ситуаций различной степени во время транспортировки радиоактивных материалов и т. д.

Развитие мирной энергетики не обошлось без аварий. Глобальные аварии произошли на атомной электростанции (АЭС) «Три Майл Айленд» в США 28 марта 1979 года и на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года. В обоих случаях была разрушена активная зона реактора, однако во время аварии на блоке № 2 АЭС США практически все радиоактивные вещества были удержаны в защитной оболочке, а в результате Чернобыльской аварии в окружающую среду попало около 7,4 т радиоактивных веществ.

Ионизирующие излучения радиоактивных веществ вызывают нарушения полового и соматического развития детей и подростков, подавление репродуктивной функции, увеличение заболеваемости раком щитовидной железы, груди, легких, кожи, а при получении больших доз облучения – лучевую болезнь различной степени тяжести.

На основе научных исследований разработаны международные основные нормы безопасности при работе источников излучения и способы защиты от ионизирующих излучений. При организации объединенных наций (ООН) было создано в 1989 г. международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). В Российской Федерации (РФ) приняты федеральные законы: «О радиационной безопасности населения» №3–ФЗ от 09 января 1996 г.; «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» №52–ФЗ от 30 марта 1999 г. и др. В соответствии с нормами радиационной безопасности (НРБ–99) принимаются решения о проведении мероприятий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности персонала и населения.

Решение задач защиты населения в чрезвычайных ситуациях, его жизнеобеспечения и ликвидации негативных последствий этих ситуаций во многом зависит от своевременной и грамотной оценки радиационной обстановки на территории, попавшей в зону радиационного заражения как на первоначальных, так и на поздних стадиях аварии на АЭС.

Основные мероприятия по защите населения основаны на грамотном расчете, последующем выборе и выполнении режимов радиационной защиты населения.

Оценка радиационной обстановки при выбросе в окружающую среду радиоактивных веществ и выбор режимов радиационной защиты населения разработаны на базе документов, действующих в органах управления МЧС и ГО.

Пособие предназначено для решения задач по оценке радиационной обстановки. На основе анализа прогнозируемой и реально сложившейся обстановки рекомендуются варианты радиационной защиты персонала и населения в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов, изучающих такие дисциплины, как безопасность жизнедеятельности, экологический мониторинг, промышленная безопасность, гражданская оборона и др. Оно может быть полезно инженерам и использовано в работе специалистов по организации гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Оценка радиационной обстановки производится методом прогнозирования и по данным разведки, то есть данным радиационного дозиметрического контроля (РДК), проведенного на местности.

Оценка радиационной обстановки состоит из решения следующих задач:

- определение масштабов (зон) радиационного заражения;
- определение характера радиационного заражения, т. е. расчет доз или уровня радиации;
- анализ радиационной обстановки и выбор наиболее целесообразных вариантов действий, при которых исключается радиационное поражение персонала, бойцов ВС, ГО, МЧС, спецподразделений и населения.

Производство тепловой и электрической энергии на атомных электростанциях (АЭС) и атомных тепловых электростанциях (АТЭС) осуществляется с помощью энергетических ядерных реакторов. На Ленинградской атомной электростанции (ЛАЭС), расположенной в 80 км от Санкт-Петербурга, в настоящее время эксплуатируется реактор типа РБМК–1000 (реактор большой мощности канальный). Это гетерогенный ураново-графитный реактор канального типа со съемом тепла водой.

Чрезвычайная ситуация может возникнуть при нарушении нормального режима работы реактора, т. е. при возникновении аварийной ситуации.

Аварии на АЭС могут быть двух типов:

1. *Гипотетические аварии* происходят без разрушения ядерного реактора. Например, при оплавлении тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) или разрыве магистрального трубопровода, а также при нарушении герметичности технологической защиты реактора и аварийных ситуациях в системе циркуляции воды может произойти выход радиоактивного пара из первого контура через вентиляционную трубу высотой 80–150 м в окружающую среду. При гипотетической аварии на реакторе типа РБМК–1000 основной выход пара, содержащего РВ, происходит около 20 мин и практически завершается в течение 1 ч.

2. *Проектные крупномасштабные аварии (максимально–проектные)* происходят с разрушением ядерных реакторов.

Различают *режимы нормальной эксплуатации* источников излучения, *режимы радиационной защиты* персонала и населения на *ранней, промежуточной и поздней стадиях аварий*, приводящих к радиационному загрязнению местности. Поздняя стадия называется также *восстановительной*.

Ранняя стадия составляет несколько часов (с момента аварии до формирования следа радиоактивного облака) в зависимости от типа аварии, выхода активности, метеоусловий и может продолжаться до 10–30 суток.

Продолжительность промежуточной средней стадии зависит от спада радиации во времени и продолжается около 1 года.

Зонирование на поздней стадии радиационной аварии рассмотрено в «Нормах радиационной безопасности» (НРБ-99).

Биологические эффекты воздействия радиационного облучения на людей приводят к различным нарушениям функционирования организма, в том числе к тяжелым заболеваниям и даже летальному исходу.

Режим радиационной защиты населения – это порядок действия людей и применение средств и способов их защиты в зоне радиоактивного загрязнения с целью уменьшения возможных доз облучения. Режимы радиационной защиты предназначены для населения, занимающегося производственной деятельностью и проживающего на территории, загрязненной радиоактивными продуктами АЭС в случае аварии.

Выбор целесообразных способов радиационной защиты основан на данных о степени радиоактивного загрязнения местности, использовании защитных свойств инженерных сооружений, противорадиационных укрытий, транспорта, медицинских средств и средств индивидуальной защиты (СИЗ) органов дыхания и кожи.

Сигнал ГО «Внимание всем» является одновременно сигналом опасности возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС). Средства массовой информации (громкая связь, радио и др.) доводят до персонала и населения угрозу или наличие радиационной опасности. При этом выполняются мероприятия по безаварийной остановке предприятия, защите его персонала, пищевого сырья, продукции, оборудования и др.

2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. *Авария радиационная проектная или прогнозируемая* – это авария, для которой проектом или методом прогноза определены исходные и конечные состояния радиационной обстановки и предусмотрены системы безопасности.

2. *Вещество радиоактивное (РВ)* – вещество в любом агрегатном состоянии, содержащее радионуклиды.

3. *Взвешивающие коэффициенты (W)* – используемые в радиационной защите множители, учитывающие относительную эффективность различных видов излучений и различную чувствительность органов и тканей при возникновении биологических эффектов радиации.

4. *Вмешательство* – действие, направленное на снижение вероятности облучения, уровня и дозы радиации или неблагоприятных последствий облучения.

5. *Дезактивация* – удаление или снижение радиоактивного загрязнения какой-либо среды, поверхности, объема.

6. *Доза (Д)* – величина энергии ионизирующего излучения, переданная массе вещества, Дж/кг.

7. *Доза предотвращаемая* – прогнозируемая доза вследствие радиационной аварии, которая может быть предотвращена защитными мероприятиями.

8. *Загрязнение (заражение) радиационное (РЗ)* – присутствие РВ на поверхности или в объеме внутри материала, в воздухе, в теле человека, животных, растений или другом месте в количестве, превышающем безопасные предельно допустимые уровни.

9. *Зона наблюдения* – территория, на которой проводится радиационный контроль.

10. *Источник ионизирующего излучения* – РВ или устройство, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение.

11. *Коэффициент защищенности (С)* – отношение дозы облучения на открытой местности к дозе, полученной людьми при установленном режиме поведения, в течение одинакового времени (например, за сутки).

12. *Коэффициент безопасной защищенности (C_6)* – значение коэффициента защищенности при таком режиме поведения людей,

когда они за данный период времени, например, сутки, не получают дозу облучения выше допустимой.

13. *Место рабочее* – место постоянного или временного пребывания персонала для выполнения производственных функций в условиях воздействия ионизирующего излучения в течение более половины рабочего времени или двух часов непрерывно.

14. *Мощность дозы (уровень радиации)* – доза излучения за единицу времени, Дж/кг·с.

15. *Население* – все люди, исключая персонал во время работы с источниками радиации.

16. *Облучение* – воздействие на людей ионизирующего излучения.

17. *Облучение аварийное* – облучение в результате радиационной аварии.

18. *Облучение потенциальное* – облучение, которое может возникнуть в результате радиационной аварии.

19. *Облучение медицинское* – облучение пациентов в результате медицинского обследования или лечения.

20. *Облучение техногенное* – облучение от техногенных источников ионизирующих излучений, как в нормальных, так и в аварийных условиях, за исключением медицинского облучения.

21. *Персонал* – лица, непосредственно работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б).

22. *Предел дозы (допустимая доза)* – величина эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, полученная за год. Сохранение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.

23. *Радиационная авария* – потеря управления источником ионизирующих излучений, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями персонала, стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных допустимых норм или к радиационному загрязнению окружающей среды.

24. *Радиационно-дозиметрический контроль (РДК)* – получение информации о радиационной обстановке и уровнях облучения людей с помощью приборов радиометрического и дозиметрического контроля (разведки).

25. *Радиационно-опасный объект (РОО)* – объект экономики (предприятие, организация, АЭС и т. д.), на котором используются источники радиации.

26. *Радиационная безопасность населения* – состояние защищенности настоящего и будущего поколения людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующих излучений.

27. *Режим поведения людей* – продолжительность и условия жизнедеятельности людей, т. е. работы, передвижения и отдыха населения с использованием средств коллективной и индивидуальной защиты, повторяющиеся каждые сутки с определенной периодичностью в течение периода радиационной защиты (особого периода). Усредненным показателем режима поведения людей на загрязненной РВ местности является коэффициент защищенности.

28. *Режим радиационной защиты* – порядок действий персонала и населения, применение средств и способов коллективной, индивидуальной и медицинской защиты в зоне РЗ с целью уменьшения возможных доз облучения.

29. *Санитарно-защитная зона* – территория вокруг источника ионизирующего излучения, отделяющая зону жилой застройки от РОО.

30. *Средства индивидуальной защиты (СИЗ)* – средства защиты персонала и населения от внешнего облучения, поступления РВ внутрь организма и РЗ кожных покровов.

31. *Состояние приземного слоя воздуха* (до 10 м высоты от земной поверхности) или *вертикальная устойчивость атмосферы*:

– *изотермия* – равновесное состояние атмосферы, наблюдаемое в пасмурную погоду при наличии снежного покрова, а также как переходное состояние между инверсией и конвекцией при скорости ветра более 4 м/с;

– *инверсия* – устойчивое состояние атмосферы, при котором нижние слои холоднее верхних, что неблагоприятно для рассеивания зараженного РВ воздуха. Инверсия возникает при ясной погоде, обычно в ночное время, при скорости ветра менее 4 м/с;

– *конвекция* – неустойчивое состояние атмосферы, при котором нижние слои нагреты сильнее верхних, что способствует перемешиванию и рассеиванию слоев воздуха, зараженного РВ. Конвекция возникает при скорости ветра менее 4 м/с летом при ясной погоде, обычно днем.

3. НОРМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Требования федерального закона «О радиационной безопасности населения» № 3–ФЗ от 09.01.96 г. регламентируются СП 2.6.1. 758–99 «Нормы радиационной безопасности» (НРБ-99) и распространяются на следующие виды воздействия ионизирующего излучения на человека:

- в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников излучения;
- в результате радиационной аварии;
- от природных источников излучения;
- при медицинском облучении.

Для оценки радиационной обстановки и ожидаемых медицинских последствий, для обоснования защитных мероприятий и оценки их эффективности используется суммарная доза от всех видов облучения. Предел индивидуального пожизненного риска (R) в условиях нормальной эксплуатации для техногенного облучения персонала в течение года принимается округленно 10^{-3} , а для населения $5 \cdot 10^{-5}$. Уровень риска, который можно считать пренебрежимо малым, составляет 10^{-6} .

В условиях *нормальной эксплуатации* источников излучения устанавливаются следующие категории облучаемых лиц:

- категория А, т. е. персонал, работающий на РОО непосредственно с РВ;
- категория Б, персонал, работающий на РОО в производственных условиях, исключающих работу с РВ;
- население, т. е. все остальное население, включая лиц из персонала, работающих на РОО, вне сферы и условий их производственной деятельности.

Для этих категорий населения установлены основные пределы доз облучения, приведенные в табл. 1.

Основные пределы доз облучения не включают в себя дозы от природного и медицинского облучения, а также дозы вследствие радиационных аварий. На эти виды облучения устанавливаются специальные ограничения.

Планируемое повышенное облучение персонала группы А при ликвидации или предотвращении *аварии* допускается для мужчин старше 30 лет лишь при их добровольном письменном согласии с

разрешения территориальных органов Госсанэпиднадзора в эффективной дозе до 100 мЗв в год или с разрешения федерального органа Госсанэпиднадзора в эффективной дозе до 200 мЗв в год.

Таблица 1

Основные пределы доз облучения

Категория населения	Эффективная годовая доза, E , мЗв/год	Максимальная мощность дозы	
		эквивалентной, H' , мкЗв/ч	экспозиционной, P , мкР/ч
Группа А	20 мЗв/год за любые последовательные 5 лет, но не более 50	6,0	600
Группа Б	1/4 значений группы А	1,4	140
Население	1 мЗв/год за любые последовательные 5 лет, но не более 5	0,6	60

Естественные источники радиации действуют на человека всю историю его существования. Максимальное годовое облучение населения с учетом естественных источников в соответствии с требованиями НРБ-99 не должно превышать 5 мЗв/год (табл.1). Отсюда рассчитаем предельно допустимую мощность дозы (мкЗв/ч), принимая в среднем 365 дней в году:

$$5 \text{ мЗв/год} = 5/365 \cdot 24 = 5,7 \cdot 10^{-4} \text{ мЗв/ч} = 0,57 \text{ мкЗв/ч} \approx 0,6 \text{ мкЗв/ч.}$$

Так как значение коэффициента относительной биологической активности β - и γ -излучений равны 1 ($W_R = 1$), а фактическое измерение уровня радиации на местности производится радиационно-дозиметрическими приборами по значению мощности экспозиционной дозы (Р/ч), то в табл. 1 приведены значения максимального уровня β - и γ -излучений (1 мкЗв = 100 мкР). При облучении организма другими видами ионизирующих облучений значения максимального уровня β - и γ -излучений делят на соответствующий взвешивающий коэффициент (табл. 1).

Во всех случаях обнаружения участков местности с уровнем радиации выше 0,6 мкЗв/ч нужно немедленно сообщить службе Госсанэпиднадзора.

Согласно рекомендациям Международной комиссии по радиационной защите и Всемирного общества здравоохранения (ВОЗ) радиационный уровень, соответствующий естественному фону 0,1 – 0,2 мкЗв/ч, принято считать нормальным, допустимым считают уровень 0,2 – 0,6 мкЗв/ч, а выше 0,6 – 1,2 мкЗв/ч с учетом эффекта экранирования – повышенным. Коэффициент экранирования (ослабления энергии излучений) каменных зданий равен 10, деревянных – 2, подвалов жилых домов – 40, инженерных защитных сооружений в зависимости от их характеристик 100, 1000 и более.

Соответствующие эффективной дозе 5 мЗв за год (при продолжительности работы 2000 ч/год, однофакторном воздействии и радиационном равновесии радионуклидов уранового и ториевого рядов в производственной пыли, принимая значение средней скорости дыхания 1,2 м³/ч) средние значения радиационных факторов в течение года составляют:

– мощность эффективной дозы γ -излучения на рабочем месте равна 2,5 мкЗв/ч;

– эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) в воздухе зоны дыхания в производственных условиях для радона (Rn) равна 310 Бк/м³, а тория (Th) – 68 Бк/м³;

– удельная активность (кБк/кг) в производственной пыли при среднегодовой общей запыленности (f , мг/м³) воздуха в зоне дыхания для загрязнения ураном (U^{238}) равна $40/f$, для загрязнения торием (Th^{232}) равна $27/f$.

Годовая доза облучения населения от всех природных и техногенных источников не должна превышать основные дозовые пределы облучения (табл. 1).

Проводят защитные мероприятия, если мощность эффективной дозы γ -излучения в помещениях превышает мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч. Если уровень радиации невозможно снизить до 0,6 мкЗв/ч (табл. 1), то жильцов переселяют в другое помещение.

Уровни вмешательства для проведения временной эвакуации населения в начале временного отселения составляют – 30 мЗв за месяц, а в конце – 10 мЗв за месяц.

При проведении противорадиационного вмешательства пределы доз (табл. 1) не применяются.

В соответствии с НРБ-99 допустимая эффективная доза облучения при аварии составляет 0,3 Зв.

Если предполагаемая доза излучения за двое суток достигает уровни радиации, представленные в табл. 2, то необходимы срочные меры защиты, в том числе медицинское вмешательство.

Таблица 2

Прогнозируемые уровни облучения за 2 суток, при которых необходимо срочное вмешательство

Орган или ткань	Поглощенная доза, D , Гр	Экспозиционная доза, X , Р
Все тело	1	100
Легкие	6	600
Кожа	3	300
Щитовидная железа	5	500
Хрусталик глаза	2	200
Гонады	3	300
Плод	0,1	10

При аварии, повлекшей за собой радиоактивное загрязнение обширной территории, на основании прогноза и контроля радиационной обстановки устанавливается зона радиационной аварии (табл. 3).

Таблица 3

Зоны радиационного заражения в зависимости от поглощенной дозы на внешней границе

Индекс и наименование зоны	Цвет внешней границы зоны	Мощность поглощенной дозы через 1 ч после аварии, D'_1 или P_1		Эквивалентная доза за первый год после аварии, H	
		мГр/ч	рад/ч	Зв	бэр
Г; зона чрезвычайно опасного РЗ	Черный	140	14	50	5000
В; зона опасного РЗ	Коричневый	42	4,2	15	1500
Б; зона сильного РЗ	Зеленый	14	1,4	5	500
А; зона умеренного РЗ	Синий	1,4	0,14	0,5	50
М; зона радиационной опасности	Красный	0,14	0,014	0,05	5

Примечание. Данные приведены для скорости ветра 25 км/ч при аварии на ядерном реакторе типа РБМК–1000.

В мирное время в пределах зоны М должно быть ограничено пребывание населения, поэтому проводится частичная эвакуация (детей, беременных женщин, лиц, получивших повышенные дозы облучения, инвалидов, лиц пожилого возраста и др.).

Предприятия в зоне М продолжают работать. Для персонала и населения должны выполняться специальные мероприятия по обеспечению радиационной безопасности. Осуществляется радиационно-дозиметрический контроль (РДК). Принимают следующие меры защиты:

- нахождение персонала и населения в защитных сооружениях;
- рассредоточение населения в ближайших пригородах;
- защита органов дыхания противогазами или респираторами;
- профилактический прием йодсодержащих препаратов;
- соблюдение режимов работы и отдыха;
- обеспечение отдыха неработающей смены за пределами зоны

РЗ или в защитных сооружениях;

- санитарная обработка персонала с дезактивацией одежды; дезактивация зданий, сооружений, полов, стен, оборудования в цехах и др.

При попадании предприятия в зоны А, Б, В, Г в случае аварии на ядерном реакторе персонал должен быть немедленно эвакуирован из зон РЗ, а предприятие должно прекратить производственную деятельность до проведения всеобъемлющих дезактивационных мероприятий. Население эвакуируют.

Производственный персонал предприятий и члены их семей могут получить в случае возникновения аварийных ситуаций на радиационно-опасных объектах (РОО) следующие виды радиационного воздействия:

- внутреннее облучение органов за счет вдыхания зараженного РВ воздуха;

- внешнее облучение при появлении облака, зараженного РВ, и при распаде РВ, выпавших на поверхность земли, воды, зданий, одежды и др.;

- контактное облучение кожных покровов и одежды.

С момента подачи сигнала оповещения гражданской обороны «Внимание всем» (звуки сирен, гудки и др.) и объявления по радио, громкой связи или другим средствам массовой информации сигнала «Радиационная опасность» во время прохождения радиоактивного

облака над территорией объекта или населенного пункта **персонал и все население должны находиться в герметичных помещениях или защитных сооружениях не менее четырех часов.**

На разных стадиях аварии вмешательство регулируется зонированием загрязненных территорий, основанным на величине эффективной дозы, которая может быть получена жителями за год при отсутствии мер радиационной защиты.

Критерии для принятия неотложных решений в начальный период радиационной аварии представлены в табл. 4.

Таблица 4

Меры защиты в начальный период радиационной аварии

Меры защиты	Предотвращаемая поглощенная доза за первые 10 сут., D , мГр, при облучении			
	всего тела		кожи, легких, щитовидной железы	
	Зона А	Зона Б	Зона А	Зона Б
Укрытие в защитных сооружениях	5	50	50	500
Йодная профилактика для щитовидной железы:				
	взрослые	–	–	250
дети	–	–	100	1000
Эвакуация населения	50	500	500	5000
Эвакуация детей и др.	10	50	200	500

Приведем пример зонирования территории на поздней, восстановительной стадии радиационной аварии и необходимые меры защиты населения и работающего персонала, в том числе бойцов подразделений ГО.

Радиационный дозиметрический контроль (РДК), а также медицинские (МЗ) и другие необходимые меры защиты приведены в табл. 5.

Зона радиационного контроля ограничивается уровнем радиации 1 мЗв/год.

На территории, где эффективная доза за год не превышает этот уровень, хозяйственная деятельность, природопользование и проживание населения по радиационному фактору не ограничивается.

Таблица 5

**Зоны радиационного заражения местности
на поздней стадии аварии**

Наименование зоны	Эффективная доза E , мЗв/год	Мероприятия
Зона отчуждения	Более 50	Постоянное проживание не допускается. Хозяйственная деятельность и природопользование регулируются специальными мерами. Осуществляется РДК и МЗ персонала.
Зона отселения	50–20	Въезд на территорию для постоянного проживания не разрешен. Запрещено постоянное проживание лиц репродуктивного возраста и детей. Проводят РДК и МЗ населения и персонала.
Зона ограниченного проживания населения	20–5	Разрешен добровольный въезд на указанную территорию после разъяснения риска для здоровья при постоянном проживании. Проводят РДК и МЗ населения и персонала.
Зона радиационного контроля	5–1	Разрешено постоянное проживание и обычная хозяйственная деятельность. Проводят РДК населения и персонала.

4. РАДИАЦИОННАЯ ДОЗИМЕТРИЯ

Для количественной оценки действия излучения на облучаемый объект в радиационной дозиметрии введено понятие «доза». Доза (D) – величина энергии ионизирующего излучения, переданная массе вещества (Дж/кг).

Излучение вызывает ионизацию воздуха. Доза γ -излучения, вызывающая образование в 1 см^3 сухого атмосферного воздуха при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ($101,3 \text{ кПа}$) пар ионов каждого знака в количестве $2,079 \cdot 10^9$, которые несут заряд в одну единицу электростатического количества электричества, имеет величину один рентген (Р). Это внесистемная единица. В единицах СИ за единицу измерения принята величина 1 Кл/кг . Экспозиционная доза (X) – это доза, вызывающая образование в 1 кг сухого воздуха при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $101,3 \text{ кПа}$ такого количества пар ионов каждого знака, что они несут заряд в 1 кулон . $1 \text{ Кл/кг} \approx 3882 \text{ Р}$. Экспозиционную дозу определяют, измеряя уровень радиации дозиметрическими приборами (см. разд. 6, 8, 10).

Поглощенная доза (D) – это величина энергии ионизирующего излучения любого вида (α -, β -, γ -, n^1), поглощенного единицей массы вещества. В единицах СИ за единицу измерения принят 1 грей (Гр). $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Внесистемная единица *radiation absorbed dose* – рад. Это такая доза радиации, при которой масса тела в 1 г поглощает 100 эрг энергии ионизирующих излучений. $1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г}$.

Поскольку $1 \text{ Дж} = 10^7 \text{ эрг}$, то $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$.

Между поглощенной и экспозиционной дозами существует линейная зависимость:

$$X = K D, \quad (1)$$

где K – коэффициент пропорциональности, равный $34 \text{ Кл/кг}\cdot\text{Гр}$ или $0,876 \text{ Р/рад}$.

При одинаковых поглощенных дозах различные виды излучений, действуя на живые организмы, вызывают различные биологические эффекты. Это учитывают с помощью взвешивающих коэффициентов (W_R) относительной биологической эффективности различных видов излучения (табл. 6).

Поглощенная доза, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент действия радиации, называется эквивалентной дозой (H).

$$H = W_R D. \quad (2)$$

При воздействии различных видов излучения с различными взвешивающими коэффициентами эквивалентная доза определяется как сумма эквивалентных доз для этих видов излучения:

$$H_T = \sum H. \quad (3)$$

Единицей измерения эквивалентной дозы в системе СИ является 1 зиверт (1 Зв = 1 Дж/кг), внесистемной единицей – 1 бэр. 1 бэр = 100 эрг/г. Таким образом, 1 Зв = 100 бэр.

Таблица 6

**Значения коэффициента относительной биологической активности
различных видов ионизирующих излучений (W_R)**

Вид излучения	W_R , Зв/Гр
Электроны (β -излучение) и мюоны любых энергий	1
Фотоны любых энергий, в том числе рентгеновское и γ -излучение	1
Нейтроны (${}_0n^1$) с энергией менее 10 кэВ и более 20 МэВ	5
Нейтроны (${}_0n^1$) с энергией 10 – 100 кэВ и 2 – 20 МэВ	10
Нейтроны (${}_0n^1$) с энергией от 100 кэВ до 2 МэВ	20
Протоны (${}_1p^1$) с энергией более 2 МэВ, кроме протонов отдачи	5
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20

Различные органы живого биологического организма обладают разной чувствительностью к ионизирующим излучениям (радиочувствительностью).

Доза эффективная (E , Зв) – величина, характеризующая риск возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет собой сумму произведений эквивалентных доз в органах и тканях, умноженную на соответствующие взвешивающие коэффициенты (W_T) – табл. 7.

$$E = \sum (H_T W_T). \quad (4)$$

Единица измерения эффективной дозы – зиверт (Зв).

Таблица 7

**Коэффициенты радиационного риска (W_T) для тканей и органов
при равномерном облучении всего тела человека**

Ткани и органы тела	W_T , Зв/Гр
Гонады (семенники и яичники)	0,20
Красный костный мозг	0,12
Толстый кишечник	0,12
Легкие	0,12
Желудок	0,12
Грудная железа	0,05
Печень	0,05
Мочевой пузырь	0,03
Пищевод	0,03
Щитовидная железа	0,03
Кожа	0,01
Клетки костных поверхностей	0,01
Другие ткани и органы (головной мозг, почки, селезенка и др.)	0,11
Итого	1,00

Единицы измерения различных доз, принятые в радиационной дозиметрии, представлены в табл. 8.

Таблица 8

Единицы измерения радиационных доз

Объект облучения	Название дозы	Единицы измерения		Взаимосвязь единиц измерения
		в системе СИ	вне системы	
Воздух или окружающая среда	Экспозиционная доза, X	кулон на килограмм, Кл/кг	Рентген, Р	1 Кл/кг = = 3882 Р
Неживые объекты	Поглощенная доза, D	грей, Гр 1 Гр = 1 Дж/кг	рад	1 Гр = 100 рад
Биологические организмы	Эквивалентная доза, H	зиверт, Зв 1 Зв = 1 Дж/кг	бэр	1 Зв = 100 бэр
Организмы, органы, ткани	Эффективная доза, E	зиверт, Зв	–	–

Мощность дозы или уровень радиации – это спад дозы радиации с течением времени, т. е. первая производная от дозы по времени. Единицы измерения мощности доз или уровня радиации представлены в табл. 9.

Таблица 9

Единицы измерения мощности дозы (уровня радиации)

Мощность дозы	Единицы измерения		Взаимосвязь единиц измерения
	в системе СИ	вне системы	
Экспозиционной, X' или P_t	Кл/кг·с	Р/ч	1 Кл/кг·с $\approx 1,4 \cdot 10^7$ Р/ч 1 Р/ч $\approx 7,15 \cdot 10^{-8}$ Кл/кг·с
Поглощенной, D'	Гр/с	рад/ч	1 Гр/с $\approx 3,6 \cdot 10^5$ рад/ч 1 рад/ч $\approx 2,78 \cdot 10^{-6}$ Гр/с
Эквивалентной, H'	Зв/с	бэр/ч	1 Зв $\approx 3,6 \cdot 10^5$ бэр/ч 1 бэр/ч $\approx 2,78 \cdot 10^{-6}$ Зв/с
Эффективной, E'	Зв/с	–	–

Изменение (спад) уровней радиации на радиоактивно зараженной местности в общем виде характеризуется зависимостью:

$$P_t = P_0 (t/t_0)^{-n}, \quad (5)$$

где P_t и P_0 – уровень радиации в момент времени t и t_0 после чрезвычайной ситуации (ЧС), связанной с радиационным загрязнением, Кл/кг·с или Р/ч (рентген в час). $1\text{Р/ч} = 7,16 \cdot 10^{-8}$ Кл/кг·с; n – показатель степени, характеризующий величину спада радиации во времени и зависящий от изотопного состава радионуклидов (при ядерном взрыве $n = 1,2$; при гипотетической аварии на ядерном реакторе $n = 0,5$; при аварии с разрушением реактора и выходом активности в окружающую среду $n = 0,4$).

Учитывая, что коэффициент относительной биологической активности γ -излучения равен 1, измерив уровень радиации на местности и зная закон спада радиации во времени (уравнение 5), можно рассчитать поглощенную дозу (D , рад), полученную человеком за время пребывания на местности ($\Delta t = t_k - t_n$):

– для ядерного взрыва ($n = 1,2$)

$$D = 5 (P_n t_n - P_k t_k); \quad (6)$$

– для гипотетической аварии ($n = 0,5$)

$$D = 2 (P_k t_k - P_n t_n); \quad (7)$$

– для аварии с разрушением ядерного реактора и выходом активности в окружающую среду ($n = 0,4$)

$$D = 1,7 (P_k t_k - P_n t_n), \quad (8)$$

где P_n и P_k – уровни радиации в начале (t_n) и в конце (t_k) времени пребывания на местности (как правило, это время начала и окончания работ в зоне РЗ).

Классификация дозиметров

Простейшие дозиметрические приборы (ДП) радиационной разведки – *индикаторы* имеют световую или звуковую сигнализацию и позволяют обнаружить β - и γ -излучение, а также ориентировочно установить мощность дозы, т. е. оценить, возрастает или уменьшается уровень радиации. Датчиком служат газоразрядные счетчики. К этой группе приборов относятся индикаторы ДП–63, ДП–63А, ДП–64.

Данные о степени радиоактивного загрязнения местности, зданий, сооружений, оборудования и персонала получают, измеряя уровень радиации, т. е. мощность экспозиционной поглощенной дозы излучения с помощью ДП – *рентгенометров*. Датчиком служат ионизационные камеры или газоразрядные счетчики. К этой группе приборов относятся общевоинской рентгенометр типа «Кактус», а также ДП–2, ДП–3, ДП–3Б, ДП–5А, ДП–5Б, ДП–5В и др.

Измерение активности радиоактивных веществ (РВ), плотности потока ионизирующих излучений, удельной, объемной, поверхностной активности различных объектов для определения норм потребления продуктов питания, необходимости и полноты проведения дезактивации и санитарной обработки производят с помощью *радиометров*. Радиометры измеряют небольшие уровни γ -излучения и радиоактивное заражение поверхности оборудования, одежды, оружия и воздуха, главным образом α - и β -частицами. Датчиками радиометров являются газоразрядные и сцинтилляционные счетчики. Это базовые универсальные приборы

ДП-12, β-, γ-радиометр «Луч-А», «Тисс», радиометрические установки ДП-100М, ДП-100АДМ и др.

Для определения суммарной дозы α-, β-, γ- и нейтронного облучения, получаемой личным составом при ликвидации аварий или работе персонала на радиационно-опасных объектах, используют *дозиметры*. По типу датчиков различают приборы с ионизационными камерами, с использованием цилиндрических или торцевых газоразрядных, сцинтилляционных счетчиков и счетчиков на фотосопротивлениях. Комплектами индивидуальных дозиметров являются ДК-02, ДП-22В, ДП-24, ИД-1, ИД-11 и др.

Рентгенометр ДП-5В (рис. 1; 2) предназначен для измерения уровней радиации и радиоактивного загрязнения различных поверхностей по γ-излучению и позволяет обнаружить β-излучение.

Прибор состоит из измерительного пульта и блока детектирования, соединенного с пультом гибким кабелем. Контрольный стронциево-иттриевый источник β-излучения для проверки работоспособности ДП установлен в поворотном экране блока детектирования. В комплект прибора входят упаковочный ящик, футляр с ремнями, удлинительная штанга, три элемента питания КБ-1, переходное приспособление для подключения к внешним источникам постоянного тока напряжением 24 В, телефон и эксплуатационная документация. Воспринимающим γ-излучение устройством (датчиком) являются два газоразрядных счетчика типа СБМ-20 и СИ-3БГ в блоке детектирования. Диапазон измерений прибором γ-излучения от 0,05 мР/ч до 200 Р/ч, что достигается наличием шести поддиапазонов измерений (табл. 10).

Таблица 10

Диапазон измерений уровней радиации

Поддиапазон	Положение переключателя	Шкала	Пределы и единицы измерения	Время отсчета, с
I	200	0 – 200	5 – 200 Р/ч	10
II	x 1000	0 – 5	500 – 5000 мР/ч	10
III	x 100	0 – 5	50 – 500 мР/ч	30
IV	x 10	0 – 5	5 – 50 мР/ч	45
V	x 1	0 – 5	0,5 – 5 мР/ч	45
VI	x 0,1	0 – 5	0,05 – 0,5 мР/ч	45

Масса прибора – 3,2 кг, с упаковочным ящиком – 7,6 кг.

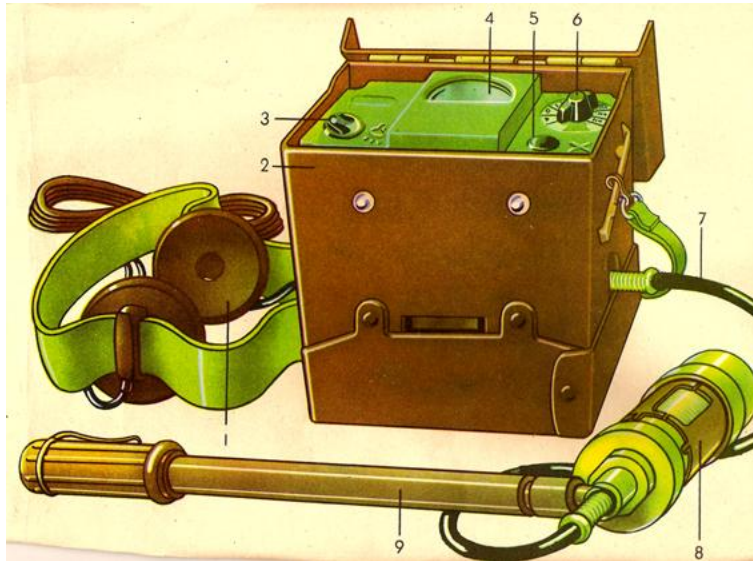


Рис. 1. Измеритель мощности дозы (рентгенометр) ДП – 5В:
 1 – телефон; 2 – футляр; 3 – тумблер подсвета шкалы микроамперметра;
 4 – шкала; 5 – кнопка сброса показаний; 6 – переключатель поддиапазонов;
 7 – кабель; 8 – блок детектирования (зонд); 9 – штанга

Блок детектирования (рис. 2) имеет окно и металлический поворотный экран с фиксацией положения:

Г – окно закрыто, измеряется только γ -излучение;

Б – окно открыто, измеряется γ - и β -излучение;

К – контрольный источник β -излучения, устанавливается против окна.

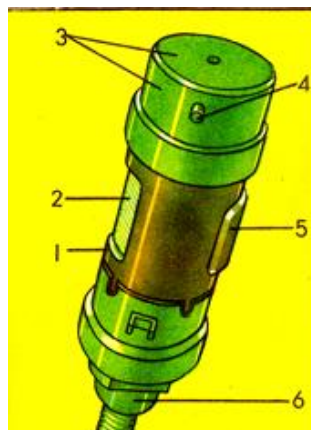


Рис. 2. Блок детектирования (зонд):
 1 – поворотный экран; 2 – окно; 3 – стальной корпус; 4 – опорные
 выступы; 5 – контрольный источник; 6 – гайка

Извлекъ прибор из ящика, открыть крышку футляра, вынуть измерительный пульт с блоком детектирования. Убедиться в отсутствии

механических повреждений. Установить переключатель в положение 0 (выключено, рис. 3). Вставить в отсек питания элементы КБ-1, соблюдая полярность (рис. 4). Крышку отсека закрыть с помощью отвертки. Включить ДП-5В, поставив ручку переключателя в положение «Режим», плавно вращая ручку по часовой стрелке (контроль режима), установить показания микроамперметра на метке шкалы (черный треугольник, рис. 5).

Проверка работоспособности с помощью контрольного радиоактивного источника (рис. 6) осуществляется в следующей последовательности: металлический поворотный экран фиксируется в положении К, при этом источник β -излучения автоматически устанавливается против окна блока детектирования; подключается телефон и переключатель поддиапазонов последовательно переводится из положения II в положение VI. При этом в телефоне должны быть щелчки, а стрелка микроамперметра может не отклоняться на II и III, но отклонится на IV (снять показание по верхней шкале и умножить его на 10, сравнить с записью в формуляре; допускается погрешность не более 30 %) и зашкаливать на V и VI поддиапазонах.



Рис. 3. Переключатель в положении 0 (выключено)

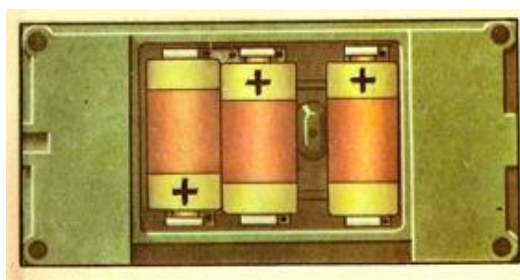


Рис. 4. Подключение элементов питания

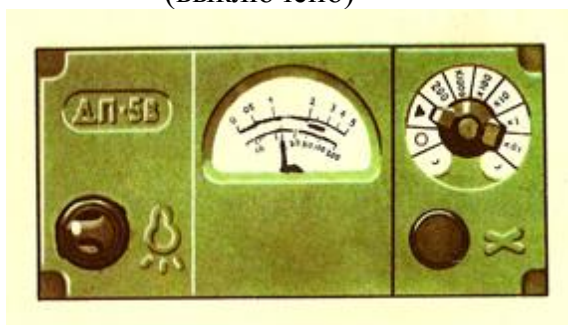


Рис. 5. Контроль режима



Рис. 6. Проверка работоспособности рентгенометра ДП – 5В

5. ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ОПОВЕЩЕНИИ О РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ

При получении сигнала «радиационная опасность» население должно выполнить следующие действия:

– немедленно укрыться в жилых или производственных зданиях, подвалах, приспособленных или специально оборудованных убежищах;

– герметизировать помещение: закрыть форточки, окна, вентиляционные люки, отдушины, уплотнить рамы и оконные проемы, предотвращая попадание радиоактивной пыли;

– создать запас питьевой воды в закрытых емкостях. Подготовить раствор мыла и синтетических моющих средств для дезактивации, затем перекрыть водопроводный кран;

– после специального оповещения (во время прохождения радиоактивного облака) провести йодную профилактику, т. е. принять йодистый калий (если есть набор АИ–2, то из него) или несколько капель разбавленного молоком или водой спиртового раствора йода. Йодистый калий принимают после еды с чаем или водой 1 раз в день по 1 таблетке (0,125 г) в течение 7 дней. Раствор йода принимают 3 раза в день в течение 7 дней по 3–5 капель на стакан воды. Не допускать передозировки и учитывать переносимость препарата.

– начать подготовку к возможной эвакуации. Подготовить документы, деньги, предметы первой необходимости, лекарства, необходимый минимум белья и одежды, запас консервированных продуктов на 2–3 дня, несколько ватно-марлевых повязок. Все хорошо упаковать в плотные полиэтиленовые пакеты. Следить за сообщениями средств массовой информации.

В случае возможного нахождения в зоне РЗ, необходимо соблюдать следующие правила радиационной безопасности и личной гигиены:

1) не пить воду из открытых источников и водопровода после объявления радиационной опасности, накрыть колодцы и другие водные источники надежной крышей;

2) использовать в пищу только консервированные продукты, хранившиеся в закрытых помещениях, холодильниках и не подвергавшиеся РЗ;

3) не есть овощи, которые росли в открытом грунте в зоне РЗ, не пить молоко от коров, которые пасутся на загрязненных РВ лугах. То же самое касается яиц и других продуктов сельского хозяйства;

4) принимать пищу только в закрытых помещениях, тщательно мыть руки с мылом перед едой и полоскать рот 0,5-процентным раствором питьевой соды;

5) как можно меньше находиться на открытой местности. При необходимости передвижения использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ);

б) переобуваться и переодеваться, входя в тамбур. «Грязную» одежду и обувь в жилое помещение не вносить. Дезактивировать в специально оборудованном месте.

В качестве СИЗОД (средств индивидуальной защиты органов дыхания) рот и нос можно закрывать ватно-марлевой, тканевой или марлевой повязкой, смоченной водой, либо полотенцем, платком, куском ткани.

СИЗ кожи – это плотная одежда, головные уборы, накидки, перчатки, резиновые сапоги и др. Снимать СИЗ кожи и дезактивировать вне помещений следует со всеми мерами предосторожности.

Памятка формированиям гражданской обороны, работающим в зоне радиоактивного заражения:

РВ не имеют ни цвета, ни запаха, ни вкуса и при попадании на кожу или внутрь организма могут вызвать серьезные заболевания.

Поражающее действие РВ происходит следующими путями:

– внешним облучением в период пребывания на зараженной местности;

– наружным заражением при попадании РВ на кожу (лучевые ожоги);

– внутренним заражением при попадании РВ внутрь организма с воздухом, пищей и водой.

Меры безопасности:

– при проведении дезактивации и передвижении на открытом транспорте, а также при работах в условиях запыленности обязательно использовать СИЗ (защитный костюм Л-1, защитные перчатки и резиновые сапоги, противогаз или респиратор);

– по окончании работы необходимо пройти РДК и санитарную обработку;

– в зонах проведения работ категорически запрещается принимать пищу, воду и курить;

– перед приемом пищи следует вымыть лицо, руки и открытые поверхности кожи с мылом, прополоскать рот водой из фляги;

– принимать пищу только на пунктах питания, пить воду только из фляги, флягу с водой и посуду содержать в чистоте;

– предметы личной гигиены хранить в местах, защищенных от пыли, в целлофановых или полиэтиленовых пакетах;

– по приказу командиров в особых случаях принять радиоактивное средство из аптечки АИ–2;

– при работе на местности, зараженной РВ, запрещается снимать или расстегивать СИЗ, ложиться и садиться на землю, купаться в открытых водоемах. **Категорически запрещается принимать в пищу продукты, выращенные на загрязненном грунте.**

Разработка плана основных мероприятий гражданской обороны, проводимых на объектах экономики с получением сигнала оповещения об аварии на АЭС

В каждом структурном подразделении ОЭ заблаговременно разрабатывается план основных мероприятий ГО. Пример такого плана приведен ниже.

УТВЕРЖДАЮ
Начальник цеха

« » _____ 2015 г.

План основных мероприятий, проводимых в цехе хлебозавода с получением сигнала оповещения об аварии на АЭС

Таблица 11

№ п/п	Перечень мероприятий	Срок исполнения	Кто исполняет и контролирует
1	2	3	4
1	Герметизация помещений цеха: а) закрыть окна, двери, герметизировать щели; б) закрыть вентиляционные люки, отдушины, дымоходы и другие пути проникновения воздуха в помещение; в) герметично укрепить на форточки ткань, не пропускающую пыль.	Работа 1-й очереди. Срок назначает начальник цеха, исходя из обстановки.	Сотрудники цеха под руководством мастеров. Контролирует зам. начальника цеха

№ п/п	Перечень мероприятий	Срок исполнения	Кто исполняет и контролирует
1	2	3	4
2	Герметизация продуктов питания и питьевой воды, находящейся в цехе: а) продукты завернуть в пергамент (целлофан), уложить в мешки из прорезиненной ткани или полиэтилена, в ящики, бочки, кастрюли с плотно пригнанными крышками или в холодильник; б) кипяченую воду залить в бутылки, банки, термосы и другие сосуды с притертыми крышками	Работа 2-й очереди. Срок назначает начальник цеха.	Сотрудники цеха в местах для хранения воды и личных продуктов под контролем лица, ответственного за ГО и мастера
3	Проведение йодной профилактики: а) прием таблеток йодида калия по 0,125 г один раз в сутки после еды, или б) прием 3–4 капель на стакан молока или воды 5 %-го спиртового раствора йода.	Распоряжение начальника ГО, в течение суток	Сотрудники цеха проводят самостоятельно. Контролирует мастер.
4	Подготовка простейших СИЗ: а) для органов дыхания нужно сделать по два комплекта ватно-марлевых повязок (один носят при себе, второй находится на рабочем месте); б) для кожи – подобрать из рабочей или повседневной одежды плащи, накидки, комбинезоны, брюки, куртки из брезентовой, прорезиненной или синтетической плотной ткани; – пропитать мыльно-масляной эмульсией или раствором моющих средств пальто, спортивные костюмы, брюки и т. п, затем высушить, не отжимая; – приготовить резиновую обувь и перчатки.	Работа 3-й очереди. Срок назначает начальник цеха. Надевают при выходе из помещения или при плохой герметизации помещения.	Сотрудники цеха проводят самостоятельно. Один комплект держат в цехе, другой – дома. Контролирует мастер.

№ п/п	Перечень мероприятий	Срок исполнения	Кто исполняет и контролирует
1	2	3	4
5	Объявление режима радиационной защиты рабочих и служащих хлебозавода при РЗ местности. Режим учитывает время нахождения сотрудников на работе, в транспорте, местах проживания и т. д.	После распоряжения начальника ГО, на определенное количество суток. Объявляется ежедневно.	Весь персонал как при нахождении на работе, так и вне ее. Контроль на работе осуществляет начальник ГО и старший мастер.

Ответственный за ГО и ПБ цеха:

—————(подпись)

СОГЛАСОВАНО

Председатель комиссии по ЧС хлебозавода,

директор (гл. инженер) ————— (подпись)

Выполнение основных мероприятий ГО в цехе обеспечит надежную защиту персонала от получения доз радиации сверх допустимых пределов и устойчивую работу предприятия в сложившейся чрезвычайной ситуации (ЧС).

6. ПРОТИВОРАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА

Противорадиационная защита в условиях гражданской обороны (ГО) – это комплекс мероприятий, направленных на защиту населения, личного состава сил ГО и других лиц от вредного воздействия ионизирующих излучений для сохранения их жизни, здоровья и трудоспособности.

Важным элементом защиты является:

- своевременное оповещение о радиационной опасности;
- снижение воздействия радиационных факторов за счет защитных свойств инженерных сооружений, экранирования, эвакуации и т. п.;
- повышение устойчивости организма к радиации с помощью своевременного приема радиопротекторов (медицинских препаратов).

Необходимые мероприятия должны быть заранее спланированы и подготовлены.

При возникновении ЧС они должны быть чрезвычайно быстро реализованы. Это требует безусловной готовности всех служб и подразделений, быстроту получения экстренной информации, в том числе организацию радиационного и дозиметрического контроля (РДК). Необходима квалифицированная оценка сложившейся радиационной обстановки. Для этого необходимо правильно рассчитать возможные дозы облучения при работе на зараженной РВ местности или в зданиях, при эвакуации населения из зоны РЗ, определить допустимую продолжительность пребывания людей в зоне РЗ, время спада радиации, выбрать режимы радиационной защиты и т. д.

Планируемые меры защиты:

1. *Укрытие* в инженерных защитных сооружениях, противорадиационных укрытиях, приспособленных убежищах, подвалах и жилых домах. Коэффициенты ослабления проникающей радиации, т. е. гамма-нейтронного потока, рассчитываются по уравнению 9, зависят от класса защитных сооружений и представлены в табл. 12.

Коэффициент ослабления *проникающей радиации*, т. е. гамма-нейтронного потока, зависит от класса защитных сооружений и представлен в табл. 12:

$$K_{\text{осл}} = D_{\text{о.м}} / D_{\text{з.с}}, \quad (9)$$

где $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления радиации защитным сооружением; $D_{\text{о.м}}$ и $D_{\text{з.с}}$ – поглощенная доза внешней радиации при нахождении человека на открытой местности и в защитном сооружении, соответственно.

Таблица 12

**Коэффициенты ослабления радиации
защитными сооружениями, $K_{\text{осл}}$**

Тип укрытия	Коэффициент ослабления, $K_{\text{осл}}$	Тип укрытия	Коэффициент ослабления, $K_{\text{осл}}$
<i>Промышленные здания</i>		<i>Инженерные защитные сооружения</i>	
1-этажные	6	Открытые щели	3
Подвал	40		
3-этажные и выше	7	Открытые щели	20
Подвал	400	(дезактивированные)	
<i>Жилые каменные дома</i>		Перекрытые щели	40
1-этажные	10	Противорадиационные	100 и более
Подвал	40	укрытия (ПРУ)	
2-этажные	15	Убежища	1000 и более
Подвал	100		
3-этажные	20	<i>Транспортные средства</i>	
Подвал	400		
5-этажные	27	Автомобили, автобусы,	2
Подвал	400	троллейбусы, трамваи	
<i>Жилые деревянные дома</i>		Железнодорожные	2
		вагоны грузовые	
		(крытые)	
1-этажные	2	Железнодорожные	3
Подвал	7	пассажирские вагоны	
2-этажные	8	<i>Открытое положение</i>	1
Подвал	12	<i>на местности</i>	

2. *Проведение йодной профилактики.* Коэффициент ослабления дозы внутреннего облучения (K_I) зависит от времени приема йодида калия после начала облучения (табл. 13) и рассчитывается по уравнению 10.

$$K_I = D/D_I, \quad (10)$$

где K_I – коэффициент ослабления дозы внутреннего облучения; D и D_I – дозы внутреннего облучения, полученные без йодной профилактики и после приема йодида калия, соответственно.

Таблица 13

Коэффициент ослабления дозы внутреннего облучения

Время приема йодида калия	Во время прохождения радиационного облака	Через 2 ч	Через 6 ч
Коэффициент ослабления дозы внутреннего облучения, K_I	90	10	2

3. *Эвакуация.* Время начала выпадения РВ на подстилающую поверхность и, следовательно, начала формирования следа радиоактивного облака на местности ($t_{сл}$, ч) в зависимости от метеорологических условий и расстояния до АЭС составляет от 0,5 ч при нахождении ОЭ на расстоянии 10 км до 46 ч на расстоянии 500 км (табл. 14). Эвакуация может быть экстренной (безотлагательной), общей или частичной. Время начала выпадения РВ на подстилающую поверхность и, следовательно, начала формирования следа радиоактивного облака на местности ($t_{сл}$, ч) в зависимости от метеорологических условий представлено в табл. 14.

Таблица 14

Время начала формирования следа после аварии $t_{сл}$, ч

Расстояние от АЭС X , км	Класс вертикальной устойчивости атмосферы				
	Конвекция	Изотермия		Инверсия	
	Скорость ветра U , м/с				
	2	5	10	5	10
5	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1
10	1,0	0,5	0,3	0,5	0,3
20	2,0	1,0	0,5	1,0	0,5
30	3,0	1,5	0,8	1,5	0,8
40	4,0	2,0	1,0	2,0	1,0

Расстояние от АЭС X , км	Класс вертикальной устойчивости атмосферы				
	Конвекция	Изотермия		Инверсия	
		Скорость ветра U , м/с			
	2	5	10	5	10
50	5,0	2,5	1,2	2,5	1,3
60	6,5	3,0	1,5	3,0	1,6
70	7,5	3,5	1,8	3,5	1,8
80	8,0	4,0	2,0	4,0	2,2
100	9,5	5,0	2,5	5,0	3,0
150	14,0	7,5	3,5	8,0	4,0
200	19,0	10,0	5,0	10,2	5,3
250	23,0	12,0	6,0	13,0	6,5
300	28,0	15,0	7,5	16,0	8,0
350	32,0	17,0	9,0	18,0	9,0
400	37,0	19,0	10,0	21,0	11,0
450	41,0	22,0	11,0	23,0	12,0
500	46,0	24,0	12,0	26,0	13,0

Таким образом, времени для оповещения населения и персонала ОЭ и укрытия при необходимости в защитных сооружениях достаточно. Зона радиационной аварии устанавливается на основании прогноза и контроля радиационной обстановки при ЧС, повлекшей РЗ обширной территории.

4. Проведение радиационно-дозиметрического контроля представлено в главе 4.

5. Применение средств индивидуальной защиты представлено в главе 5.

Выполнение основных мероприятий ГО обеспечит надежную защиту персонала, населения и формирований гражданской обороны от получения доз радиации сверх допустимых пределов и устойчивую работу предприятий в сложившейся чрезвычайной ситуации (ЧС).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гречушкин И.В., Панфилов И.В., Якушкин Г.В.** Современные средства поражения: Учеб. пособие. – СПб.: СПб УМЦ ГОЧСиПБ, 2007. – 73 с.
2. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / С.А. Буланенков, С.И. Воронов, П.П. Губченко и др.; Под общ. ред. М.И. Фалеева. – Калуга: ГУП «Облиздат», 2001. – 480 с.
3. **Максимов М.Т., Оджагов Г.О.** Радиоактивные загрязнения и их измерение: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 304 с.
4. **Маркитанова Л.И., Маркитанова А.А.** Ликвидация и утилизация радиоактивных отходов // Известия Санкт-Петербургского университета низкотемпературных и пищевых технологий. 2008. № 10.
5. **Маркитанова Л.И., Маркитанова А.А.** Дозиметрический контроль радиационной обстановки: Метод. указания к лабораторным работам по курсу «Безопасность жизнедеятельности», раздел «Гражданская оборона и чрезвычайные ситуации» для студентов всех специальностей всех форм обучения. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 29 с.
6. **Маркитанова Л.И., Маркитанова А.А.** Оценка радиационной обстановки и выбор режимов радиационной защиты: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2008. – 143 с.
7. **Маркитанова Л.И.** Характеристика радиационных поражений и защита от радиации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2014. № 1.
8. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. – 116 с.
9. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП ОРБ–99) – М.: Минздрав России, 2000.

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ОСНОВНЫХ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	6
2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	8
3. НОРМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	11
4. РАДИАЦИОННАЯ ДОЗИМЕТРИЯ.....	18
5. ДЕЙСТВИЯ ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ОПОВЕЩЕНИИ О РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ	26
6. ПРОТИВОРАДИАЦИОННАЯ ЗАЩИТА	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	35

Маркитанова Лидия Ивановна

ЗАЩИТА ОТ РАДИАЦИИ
Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Титульный редактор
Т.В. Белянкина

Компьютерная верстка
Н.В. Гуральник

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

Печатается
в авторской редакции

Подписано в печать 30.09.2015. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 2,33. Печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 2,25
Тираж 100 экз. Заказ № С 67

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации №2209 от 17 августа 2011г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931 года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним из ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

В институте обучается более 6500 студентов и аспирантов. Коллектив преподавателей и сотрудников составляет около 900 человек, из них 82 доктора наук, профессора; реализуется более 40 образовательных программ.

Действуют 6 факультетов:

- холодильной техники;
- пищевой инженерии и автоматизации;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;
- экономики и экологического менеджмента;
- заочного обучения.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и трансформаторов; повышение эффективности холодильных установок; газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение; машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассообмен в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло- и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

В институте создан информационно-технологический комплекс, включающий в себя технопарк, инжиниринговый центр, проектно-конструкторское бюро, центр компетенции «Холодильщик», научно-образовательную лабораторию инновационных технологий. На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются журнал «Вестник Международной академии холода» и электронные научные журналы «Холодильная техника и кондиционирование», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре по 11 специальностям.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

www.ihbt.edu.ru
www.gunipt.edu.ru