



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

ПОСОБИЕ

**по одноименному курсу для студентов
всех специальностей заочной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2007

УДК 355.58(075.8)

ББК 68.9я73
З-40

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
заочного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 20.12.2005 г.)*

Автор-составитель: *Н. С. Крючек*

Рецензент: ст. преподаватель каф. «Автоматизированный электропривод»
ГГТУ им. П. О. Сухого *В. В. Шапоров*

Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : пособие по одноим. курсу для студентов всех специальностей заоч. формы обучения / авт.-сост. Н. С. Крючек. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 69 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-544-1.

Подготовлено в соответствии с программой курса «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность». Приведены понятие и классификация чрезвычайных ситуаций, характерных для Республики Беларусь. Рассмотрена система государственного управления, организация и способы защиты населения в чрезвычайных ситуациях; пути предотвращения и уменьшения последствий чрезвычайных ситуаций.

Предназначено для студентов заочной формы обучения. Может быть полезным также лицам, занимающимся вопросами защиты населения от неблагоприятных экологических воздействий, техногенных аварий и катастроф.

УДК 355.58(075.8)
ББК 68.9я73

ISBN 978-985-420-544-1

© Крючек Н. С., составление, 2007
© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2007

ВВЕДЕНИЕ

В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглась четвертая часть территории Республики Беларусь. Из зоны радиоактивного загрязнения эвакуировано более 130 тыс. человек. Ущерб, нанесенный катастрофой народному хозяйству республики по состоянию на 2005 г., составил 32 годовых бюджета республики 1985 г.

В пособии рассмотрены основы радиационной безопасности и радиационной защиты населения, оказавшегося на радиационно загрязненной территории. Нормирование радиационного воздействия изложено в соответствии с Нормами радиационной безопасности (НРБ–2000).

РАЗДЕЛ 1

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

1.1. Источники опасности и особенности защиты населения Республики Беларусь в чрезвычайных ситуациях

1.1.1. Термины и понятия о чрезвычайных ситуациях

Источник чрезвычайной ситуации – природное явление или процесс, техногенное происшествие, опасное инфекционное заболевание, в результате которого на определенной территории или акватории создается чрезвычайная ситуация.

Опасность – это вероятность тех или иных опасных процессов, явлений, техногенных происшествий, которые могут явиться причиной чрезвычайных или экстремальных событий.

Чрезвычайное событие – это событие природного или антропогенного происхождения, заключающееся в отклонении от нормы протекающих процессов или явлений и оказывающее отрицательное воздействие на жизнедеятельность людей, функционирование экономики, социальную сферу и природную среду.

Экстремальное событие – это событие в системе (социальной, техногенной и т. д.), связанное с отклонением параметров от принятых норм на опасную величину.

Экстремальная ситуация – это скачкообразный переход системы (техногенной, социальной и т. д.) из устойчивого состояния в неустойчивое в результате чрезмерного нарастания внутренней или внешней напряженности, что угрожает распаду этой системы.

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка, сложившаяся на определенной территории в результате аварии, катастрофы, опасного природного явления, стихийного бедствия, которые повлекли или могут повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности населения.

Экологическая катастрофа – это стихийное бедствие, крупная производственная или транспортная авария, которая приводит к неблагоприятным изменениям в среде обитания и наносит значительный экономический ущерб.

1.1.2. Источники жизни и опасности для человека, объектов экономики и экологической среды в Республике Беларусь

Наиболее характерными источниками опасности для населения, объектов экономики и экологической среды в Республике Беларусь являются:

1) *радиационная опасность*. Исходит от 4-х АЭС, расположенных за пределами республики (Игналинская, Смоленская, Чернобыльская, Ровенская). Опасность представляют радиоактивные вещества, которые используются более чем на 1000 предприятиях и организациях республики;

2) *химическая опасность*. Эту опасность представляют предприятия химической, нефтеперерабатывающей промышленности, промышленности минеральных удобрений, а также химические вещества, перевозимые автомобильным и железнодорожным транспортом, используемые в сельском хозяйстве. Железнодорожным транспортом через территорию республики ежемесячно перевозится от 400 до 1500 вагонов и цистерн с химически опасными веществами. В республике более 350 химически опасных объектов с общим запасом сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) около 40 тыс. тонн;

3) *пожаровзрывоопасность*. В республике имеется 90 складов и баз Министерства обороны с взрывчатыми веществами, более 120 взрывоопасных объектов других министерств и ведомств и более 150 крупных пожароопасных объектов республиканского назначения. Опасность представляют 8 млн га леса и около 2,5 млн га торфяников. На каждой АЗС в республике имеется от 250 до 500 тонн бензина, дизтоплива и других возгораемых веществ. Опасность представляют 22 предприятия газового хозяйства, 46 льноперерабатывающих, 24 деревообрабатывающих хозяйства, 24 предприятия по добыче торфа, 4 предприятия «Лакокраска»;

4) *биологическая опасность*. В республике имеется до 500 природных очагов сибирской язвы, природных очагов бешенства диких животных, очаги туляремии, геморогической лихорадки с почечным синдромом и псевдотуберкулезом; наблюдаются поражения сельскохозяйственных культур бурой ржавчиной, картофельной софкой, колорадским жуком, фитофторозом и др.;

5) *гидродинамическая опасность*. В Республике Беларусь общая протяженность дамб и плотин составляет более 850 км. Особая опас-

ность прорыва дамб и плотин в чрезвычайных ситуациях сохраняется в Брестской и Гомельской областях;

б) *опасность природных процессов и явлений*. Среди природных процессов наиболее опасны стихийные бедствия, такие как ураганы, наводнения, лесные и торфяные пожары, ливни, засухи, смерчи. Они ежегодно наносят народному хозяйству огромный ущерб, иногда и с человеческими жертвами;

7) *экологическая опасность*. Под экологической опасностью понимают вероятность ухудшения под влиянием природных факторов и хозяйственной деятельности человека показателей качества природной среды. В республике только средних и крупных предприятий около 2100, которые имеют 63 тыс. источников выбросов вредных веществ. В республике более 2,5 млн грузовых и легковых автомобилей, каждый из которых выбрасывает в воздух около 40 наименований вредных веществ. Ежегодно в водоемы выбрасывается более 1 млрд м³ сточных вод. Происходит загрязнение почвы, падает урожайность, изменяется климат, сохраняется опасность разрушения экосистем. Виды экологической опасности:

- социально-экологическая (ухудшается среда обитания);
- биосферно-экологическая (нарушается природное равновесие, деградируется ландшафт, исчезают отдельные виды растений);
- ресурсно-экологическая (потеря свойств возобновления ресурсов).

Экологическая опасность проявляется в глобальном экологическом кризисе, основными причинами которого являются:

- технология современного производства;
- экологическая неграмотность населения;
- отсутствие осознания человечеством угрозы своему существованию как виду.

1.1.3. Классификация ЧС

Чрезвычайные ситуации классифицируют по следующим основным признакам: 1) сфера возникновения (характер источника); 2) ведомственная принадлежность; 3) масштаб последствий; 4) скорость распространения.

По сфере возникновения (характеру источника) подразделяются на техногенные, природного характера, экологические (биолого-социальные), военно-политического характера (военные).

ЧС техногенного характера классифицируют по типам аварий и катастроф, возникающих на субъектах хозяйствования (в промышленности, на транспорте, коммунально-энергетических сетях и др.).

Под *аварией* понимается экстремальное событие техногенного происхождения или событие, являющееся следствием случайных внешних воздействий, приведших к выходу из строя, повреждению или разрушению технических устройств, транспортных средств, зданий, сооружений.

Производственная авария – это внезапная остановка работы или нарушение технологического процесса производства на промышленном предприятии, приведшая к повреждению или уничтожению материальных ценностей. Крупная производственная авария, повлекшая за собой трагические последствия (гибель людей) называется *катастрофой*. Причинами производственных аварий являются:

- отказ оборудования вследствие несовершенства конструкции, нарушения технологии изготовления и монтажа;
- ошибочные действия персонала или преднамеренные нарушения правил эксплуатации;
- внешние события (стихийные бедствия, падения летательных аппаратов, диверсии и др.).

К ЧС *природного характера* относят геологические, гидрологические, геофизические, метеорологические и морские природные явления, а также массовые заболевания.

К ЧС *экологического характера* относятся чрезвычайные ситуации, связанные с изменением суши, гидросферы, состава и свойств атмосферы, биосферы.

К ЧС *военно-политического характера* относятся войны, локальные и региональные конфликты, диверсии, террористические акты, применение ОМП в условиях войны.

По *ведомственной принадлежности*: ЧС, возникающие в строительстве, в промышленности, в жилищной и коммунально-бытовой сфере, на транспорте, в сельском и лесном хозяйстве.

По *масштабам последствий* в соответствии с Законом Республики Беларусь «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» чрезвычайные ситуации подразделяются на локальные, местные, региональные, республиканские (государственные) и трансграничные.

К *локальной* относится ЧС, в результате которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более 1-й тыс. минимальных заработных плат на день возникновения ЧС и зона которой не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

К *местной* относится ЧС, в результате которой пострадало от 10 до 50 человек; нарушены условия жизнедеятельности от 100 до 300 человек; материальный ущерб составляет от 1-й тыс. до 5 тыс. минимальных зарплат; зона не выходит за пределы населенного пункта, города, района.

К *региональной* относится ЧС, в результате которой пострадало свыше 50, но не более 500 человек; нарушены условия жизнедеятельности свыше 300, но не более 500 человек; материальный ущерб составляет свыше 5 тыс., но не более 500 тыс. минимальных зарплат; зона не выходит за пределы области.

К *республиканской (государственной)* относится ЧС, в результате которой пострадало более 500 человек; нарушены условия жизнедеятельности более 500 человек; материальный ущерб составляет более 500 тыс. минимальных зарплат на день возникновения ЧС; зона выходит за пределы более чем двух областей.

К *трансграничной* относится ЧС, поражающие факторы которой выходят за пределы Республики Беларусь, либо ЧС, которая произошла за рубежом и затрагивает территорию Республики Беларусь.

По *скорости распространения* ЧС подразделяются на:

- внезапные (взрывы, землетрясения, транспортные аварии);
- быстровозникающие (пожары, выброс СДЯВ и т. д.);
- умеренные (выброс РВ, половодья и т. д.);
- медленно распространяющиеся (эпидемии, засухи, эрозии почв и др. экологические изменения).

1.2. Чрезвычайные ситуации техногенного характера

1.2.1. Чрезвычайные ситуации, вызванные пожарами и взрывами

К пожаро- и взрывоопасным объектам экономики относятся большинство элементов хозяйственного комплекса страны. *Источниками пожаров и взрывов* являются:

- емкости с легковоспламеняющимися, горючими и ядовитыми веществами;
- склады взрывоопасных и сильно дымящих составов;
- взрывоопасные технологические установки и коммуникации;
- тепловые проявления химических реакций;
- искры от удара, трения, горящие и накаливаемые тела;
- электрические разряды;

– ударные волны (ядерный взрыв (ЯВ), взрывчатые вещества (ВВ) и др.);

– солнечная радиация, электромагнитные и другие излучения.

Пожар – неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей.

Взрыв – освобождение большого количества энергии в ограниченном объеме за короткий период времени, приводящее к образованию сильно нагретых газов с очень высоким давлением, расширение которых оказывает механическое воздействие на здания и сооружения хозяйственных объектов. Особую опасность для людей, объектов экономики несут ядерные взрывы, взрывы газо-воздушных и топливо-воздушных смесей, взрывчатые вещества.

По пожаровзрывоопасности хозяйственные объекты подразделяются на 5 категорий (А, Б, В, Г, Д):

– категория А (взрыво- и пожароопасные) – горючие газы, легковоспламеняющиеся горючие жидкости (ЛВГЖ) с температурой вспышки ниже $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$, с $\Delta P_{\phi} > 5\text{ кПа}$;

– категория Б (взрыво- и пожароопасные (продукты из нефти)) – горючие пыли, ЛВГЖ с температурой вспышки более $+28\text{ }^{\circ}\text{C}$, цеха приготовления древесной муки, размолочные отделения мельниц, цеха обработки синтетического каучука, изготовления сахарной пудры, склады киноплёнки и др.;

– категории В₁–В₄ (пожароопасные) – лесопильные, столярные, деревообрабатывающие и лесотарные цеха, открытые склады масла, масляное хозяйство предприятий, текстильное производство;

– категория Г – предприятия горячей обработки металлов и котельные;

– категория Д – предприятия холодной обработки металлов, склады по хранению негорючих материалов.

В соответствии с требованиями СНиП 2.09.01–85 все строительные материалы и конструкции делятся по возгораемости на группы:

– негорючие – под воздействием огня не воспламеняются, не тлеют, не обугливаются (камень, железобетон, металл);

– трудно сгораемые – с трудом воспламеняются, тлеют, обугливаются при наличии источника огня (асфальтобетон, гипсовые смеси и др.);

– возгораемые (сгораемые) – воспламеняются и тлеют (древесина, картон).

По степени огнестойкости сооружения подразделяют на:

- I и II степени огнестойкости – основные конструкции таких сооружений выполнены из негорючих материалов;
- III степени огнестойкости – строения с каменными стенами и деревянными оштукатуренными перекрытиями;
- IV степени – деревянные оштукатуренные дома;
- V степени – деревянные строения.

Пожары на промышленных объектах и населенных пунктах могут быть:

- 1) отдельные – пожар в отдельном здании и сооружении;
- 2) массовые – пожаром охвачено более 25 % зданий и сооружений, зона горения и тления в завалах;
- 3) огненный шторм – особый вид массовых пожаров, охватывающих в городах более 90 % зданий, характеризующийся наличием восходящего вверх столба продуктов сгорания.

1.2.2. Краткая характеристика ядерного оружия.

Очаг ядерного поражения

Ядерным оружием называются боеприпасы, действие которых основано на использовании внутриядерной энергии, выделяющейся при взрывных ядерных реакциях: делении, синтезе или того и другого одновременно. Ядерное оружие состоит из ядерных боеприпасов, средств доставки их к цели (носителей) и средств управления. В зависимости от вида реакций, при которых выделяется внутриядерная энергия, боеприпасы разделяются на ядерные (атомные), термоядерные, комбинированные, нейтронные.

Мощность ядерных боеприпасов принято измерять тротильным эквивалентом, т. е. массой обычного взрывчатого вещества тротила, энергия взрыва которого равна энергии взрыва данного ядерного боеприпаса. Тротильный эквивалент измеряется в тоннах, килотоннах и мегатоннах.

Масштабы возможных поражений зависят от мощности и вида взрыва, степени защищенности объекта, рельефа местности и метеоусловий.

Ядерные взрывы могут быть космические, высотные, воздушные, наземные, подводные, подземные.

Разновидность ядерного оружия – нейтронный боеприпас. Нейтронный боеприпас представляет собой малогабаритный термоядерный заряд мощностью не более 10 кт. Поражающее действие ней-

тронного боеприпаса определяется воздействием потока нейтронов и гамма-лучей. На образование проникающей радиации при взрыве нейтронного боеприпаса расходуется до 70 % энергии, за счет уменьшения ее расхода на другие поражающие факторы.

Поражающие факторы ядерного взрыва

Поражающими факторами ядерного взрыва являются: ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение местности и электромагнитный импульс.

Ударная волна возникает в результате сжатия окружающей среды (воздуха, воды или грунта) во время ядерного взрыва. В зависимости от того, в какой среде возникает и распространяется ударная волна – в воздухе, воде или грунте, ее называют соответственно воздушной волной, ударной волной в воде и сейсмозрывной волной в грунте. Воздушная ударная волна возникает при наземных и воздушных взрывах ядерного боеприпаса, на ее долю приходится до 50 % энергии взрыва. Она представляет собой область резкого сжатия воздуха, распространяющегося во все стороны от центра со сверхзвуковой скоростью.

Источником возникновения воздушной ударной волны является высокое давление в центре взрыва, достигающее 10^{14} Па.

Передняя граница сжатого слоя воздуха, характеризующаяся резким увеличением давления, называется фронтом ударной волны.

При движении ударной волны возникает фаза сжатия воздуха, где создается избыточное давление (разность между максимальным давлением во фронте ударной волны и нормальным атмосферным давлением), которое обладает поражающей и разрушающей способностью. По мере продвижения ударной волны давление за ней падает ниже атмосферного, создавая фазу разрежения. Непосредственно за фронтом ударной волны, в области сжатия движутся массы воздуха. Вследствие торможения масс воздуха, при встрече с преградой возникает давление скоростного напора.

Основными параметрами, определяющими поражающее действие ударной волны, являются:

– избыточное давление – ΔP_{ϕ} (измеряется в Па, кПа или кгс/см²);

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2 = 0,102 \text{ кгс/см}^2 = 1,02 \cdot 10^{-5} \text{ кгс/см}^2;$$

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 100 \text{ кПа};$$

– скоростной напор – $\Delta P_{\text{ск}}$ (измеряется в Па, кПа, кгс/см²);

– время действия избыточного давления – τ^+ (измеряется в сек.).

Эти параметры существенно меняются во времени, а также зависят от вида взрыва.

В результате воздействия ударной волны наземные здания и сооружения могут получить четыре степени разрушения:

- слабое ($\Delta P_{\phi} = 10\text{--}20$ кПа);
- среднее ($\Delta P_{\phi} = 20\text{--}30$ кПа);
- сильное ($\Delta P_{\phi} = 30\text{--}50$ кПа);
- полное ($\Delta P_{\phi} > 50$ кПа).

Здания и сооружения, получившие слабые и средние степени разрушений, восстанавливаются, а сильные и полные не восстанавливаются.

Наиболее стойки к ударной волне подземные энергетические сети. Газовые, водопроводные и канализационные подземные сети разрушаются при наземных взрывах вблизи его центра при давлениях 600–1500 кПа.

Поражения людей воздушной ударной волной вызываются как прямым действием, так и косвенно (летающими обломками зданий, осколками стекол и т. д.), при этом незащищенные люди получают травмы.

Степень травм определяется величиной избыточного давления: легкие – при $\Delta P_{\phi} = 20\text{--}40$ кПа, средние – при $\Delta P_{\phi} = 40\text{--}60$ кПа, тяжелые – при $\Delta P_{\phi} = 60\text{--}100$ кПа, крайне тяжелые – при ΔP_{ϕ} более 10 кПа.

Световое излучение

Световое излучение ядерного взрыва представляет собой поток лучистой энергии, включающей в себя ультрафиолетовые, инфракрасные и видимые лучи. На долю светового излучения расходуется 30 % энергии взрыва.

Источником светового излучения является светящаяся область взрыва, состоящая из раскаленных продуктов взрыва и воздуха, нагретых до высокой температуры.

Время существования светящейся области и ее размеры возрастают с увеличением мощности ядерного взрыва.

Основным параметром, определяющим поражающую способность светового излучения ядерного взрыва, является световой импульс.

Световой импульс (И) – это количество прямой световой энергии, падающей за время существования светящейся области на единицу площади поверхности, расположенной перпендикулярно свето-

вому потоку. Величина светового импульса измеряется в джоулях на 1 м^2 ($\text{Дж}/\text{м}^2$) или в калориях на 1 см^2 ($\text{кал}/\text{см}^2$).

$$1 \text{ кал}/\text{см}^2 \cong 4,2 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{м}^2 \cong 42 \text{ кДж}/\text{м}^2.$$

Поражение людей световым излучением выражается в появлении ожогов различных степеней открытых и защищенных одеждой участков кожи, а также в поражении глаз.

Световое излучение, воздействуя на здания и сооружения, в зависимости от свойств материалов, использованных при их строительстве, вызывает оплавление, обугливание и воспламенение материалов, что ведет к пожарам, о которых бегло указано в п. 1.2.1.

Проникающая радиация

Проникающая радиация представляет собой поток гамма-лучей и нейтронов, излучаемых из зоны ядерного взрыва в окружающую среду. Источником проникающей радиации является ядерная реакция и радиоактивный распад продуктов ядерного взрыва. На долю проникающей радиации приходится до 5 % энергии взрыва. Время действия ее не превышает 10–15 секунд с момента взрыва.

Поражающее действие проникающей радиации характеризуется величиной дозы излучения, т. е. количеством энергии радиоактивных излучений, поглощенной единицей массы облучаемой среды.

Проникающая радиация может вывести из строя оптические, электронные и электровакуумные приборы. Наиболее чувствительными к воздействию гамма-излучения являются диоды, транзисторы, интегральные схемы, а к воздействию нейтронного излучения – низкочастотные электронные приборы большой мощности, операционные усилители и др.

Радиоактивное заражение

Радиоактивное заражение местности возникает в результате выпадения радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва. На образование радиоактивного заражения местности расходуется до 10 % энергии взрыва.

Выпадение радиоактивных осадков на поверхность земли является следствием двух одновременно протекающих процессов: распространения радиоактивного облака на высоте подъема по направлению ветра и оседания радиоактивных частиц под действием силы тяжести.

Источниками радиоактивного заражения местности являются продукты деления веществ, составляющих ядерное горючее; непро-реагировавшая часть ядерного заряда; наведенная радиоактивность.

Заражение местности радиоактивными веществами измеряется в рентгенах (Р) и характеризуется уровнем радиации в рентгенах в час (Р/ч). Уровень радиации показывает, какую дозу облучения (Д) может получить человек в единицу времени (t), находясь на зараженной местности.

Заражение предметов, техники, кожных покровов человека, продуктов питания измеряется в миллирентгенах в час (мР/ч) и позволяет оценить вредные биологические действия зараженных предметов при соприкосновении с ними человека.

Масштабы и степень радиоактивного заражения местности зависят от количества, мощности и вида ядерных взрывов, метеорологических условий и прежде всего от скорости и направления среднего ветра в пределах высоты подъема радиоактивного облака, а также от рельефа местности, типа грунта и растительности. По степени опасности заражения местность по следу облака взрыва принято делить на четыре зоны.

Таблица 1.1

Характеристика зон радиоактивного заражения

Обозначение	Название	Цвет на картах, схемах взрыва	Уровень радиации на 1ч после ядерного взрыва (Р/ч)	Доза полного распада (Р)	Площадь зоны (S)	Потери (в %)
А	Умеренное заражение	Синий	8	40	60	–
Б	Сильное заражение	Зеленый	80	400	20	50
В	Опасное заражение	Коричневый	240	1200	13	100
Г	Чрезвычайно опасное заражение	Черный	800	4000	7	100

Особенности поражающего фактора: заражение огромных территорий (при локальных выпадениях до сотен километров в длину, при полуглобальных – несколько тысяч километров, при глобальных – десятки тысяч километров); скрытое действие радиоактивных веществ; отсут-

ствии внешних признаков заражения; сохранение поражающих свойств длительное время; изменение интенсивности заражения за счет постоянного распада радиоактивных веществ.

Установлено, что полное семикратное увеличение времени после ядерного взрыва приводит к снижению уровней радиации в 10 раз.

Электромагнитный импульс

Ядерные взрывы в атмосфере и в более высоких слоях приводят к возникновению мощных электромагнитных полей. Эти поля ввиду их кратковременного существования принято называть электромагнитным импульсом (ЭМИ). Причиной возникновения ЭМИ является взаимодействие жесткого гамма-излучения с атомами газов воздуха, вследствие чего из них выбиваются электроны и хаотически разлетаются в среде положительно заряженных газов. В результате образуется район атмосферы с электромагнитным полем высокого напряжения. Основным параметром этого поля является электрическая напряженность.

Поражающее действие ЭМИ обусловлено возникновением напряжений и токов в проводниках различной протяженности, расположенных в воздухе, земле, на технике и других объектах.

Очаг ядерного поражения

Очагом ядерного поражения называется территория, в пределах которой в результате ядерных ударов противника произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений, разрушения и повреждения зданий и сооружений.

Внешней границей очага ядерного поражения считается условная линия на местности, где избыточное давление во фронте воздушной ударной волны считается 10 кПа.

Площадь очага ядерного поражения можно принять за площадь круга и вычислить по формуле:

$$S = \pi R^2, \text{ где } R - \text{ радиус поражения, км.}$$

Размеры очага зависят от мощности и вида ядерного взрыва, характера застройки, рельефа местности и др.

Очаг ядерного поражения делят на 4 зоны: полных, сильных, средних и слабых разрушений.

Зона разрушения – это территория, в пределах которой однотипные здания и сооружения получают одинаковую степень разрушения.

Зона полных разрушений – характеризуется избыточным давлением во фронте ударной волны $\Delta P_{\phi} \geq 50$ кПа.

Зона сильных разрушений – характеризуется избыточным давлением $\Delta P_{\phi} = 50\text{--}30$ кПа.

Зона средних разрушений – характеризуется избыточным давлением во фронте ударной волны $P_{\phi} = 30\text{--}20$ кПа.

Зона слабых разрушений – характеризуется избыточным давлением во фронте ударной волны $\Delta P_{\phi} = 20\text{--}10$ кПа.

1.3. Основные свойства сдЯВ, влияние их на человека и защита от них

Сильнодействующее ядовитое вещество (СДЯВ) – это химическое вещество, применяемое в народном хозяйстве, которое при выливе или выбросе может приводить к загрязнению воздуха на уровне поражающих концентраций. Рассмотрим характеристики некоторых наиболее распространенных в народном хозяйстве СДЯВ, характер их воздействия на человека и защиту от них.

Хлор – зеленовато-желтый газ с резким запахом. Порог восприятия – 0,003 мг/л, ПДК в рабочей зоне – 0,001 мг/л, поражающая концентрация при экспозиции 1 час – 0,01 мг/л, смертельная – 0,1 мг/л при экспозиции 1 час. Хлор в 2,5 раза тяжелее воздуха. При испарении на воздухе жидкий хлор образует с водяными парами белый туман (1 кг жидкого хлора образует 316 л газа). Температура кипения – 34,6 °С, следовательно, даже зимой хлор находится в газообразном состоянии. Легко сжижается при давлении $5 \cdot 10^3$ – $7 \cdot 10^3$ кПа (5–7 атм) в темную желто-зеленую жидкость. Хлор растворим в воде: в одном объеме воды растворяется почти два его объема. Обладает хорошей химической активностью, образует соединения почти со всеми химическими элементами. Используется в производстве хлорорганических соединений (винилхлорида, хлоропренового каучука и др.). В больших количествах применяется для беления тканей и бумажной массы, обеззараживания питьевой воды, как дезинфицирующее средство. Степень токсичности – 4.

Влияние на человека – поражает легкие, раздражает слизистые и кожу, вызывает ожоги слизистых, дыхательных путей, глаз, кожи.

Первые признаки отравления – резкая грудная боль, резь в глазах, слезотечение, сухой кашель, рвота, нарушение координации, одышка.

Защита: промышленные фильтрующие противогазы марки «В» и «М», гражданские противогазы ГП-5, ГП-7 (ГП-5М, ГП-7В), детские противогазы и камеры защитные детские.

Аммиак – бесцветный газ с запахом нашатырного спирта. Легче воздуха, хорошо растворим в воде. Сухая смесь аммиака с воздухом (4 : 3) способна взрываться. Затвердевает при температуре -78°C , сжижается при -34°C . Порог восприятия – 0,037 мг/л; ПДК в воздухе населенных пунктов среднесуточная 0,0002 мг/л, в воздухе рабочей зоны – 0,02 мг/л. Поражающая концентрация при одночасовой экспозиции 0,2 мг/л, смертельная при 30-минутной экспозиции 7 мг/л. Аммиак находит применение в медицине, при производстве удобрений и др. Степень токсичности – 4.

Влияние на человека – сильно раздражает слизистые оболочки и кожные покровы, вызывает слезотечение. При острых отравлениях поражаются глаза, дыхательные пути, возникает одышка и воспаление легких.

Признаки поражения – насморк, кашель, затруднение дыхания, удушье, нарушается частота пульса. Жидкий аммиак приводит к обморожению кожи, жжению.

Защита: фильтрующие промышленные противогазы марки «К» и «М», при смеси аммиака с сероводородом – марки «КД». При очень высоких концентрациях – изолирующие противогазы и защитная одежда.

Первая помощь – свежий воздух, вдыхание теплых водяных паров 10- процентного раствора ментола в хлороформе, теплое молоко с содой, немедленное обмывание пораженных участков кожи чистой водой, наложение примочек из 5-процентного раствора уксусной, соляной или лимонной кислоты.

Синильная кислота (нитрилмуравьиной кислоты, цианистый водород HCN) – бесцветная летучая жидкость с запахом горького миндаля. Температура плавления $-13,3^{\circ}\text{C}$, кипения $+25,7^{\circ}\text{C}$. Хорошо растворима в воде. ПДК в воздухе населенных пунктов равна 0,01 мг/м³, в рабочем помещении предприятия – 0,03 мг/м³. Применяется для получения хлорциана, акрилонитрила, аминокислот, акрилатов, необходимых для производства пластмасс, а также как средство борьбы с вредителями сельского хозяйства (фумиганты). Степень токсичности – 2.

Влияние на человека – вызывает паралич дыхания. При отравлении ощущается запах и вкус горького миндаля, металлический привкус во рту; возникает чувство жжения в горле, нёбо и язык теря-

ют чувствительность, появляется шум в голове, слюнотечение, тошнота и рвота.

Защита: гражданские противогазы типа ГП-5, ГП-5М, ГП-7, ГП-7В, детские противогазы и камера защитная детская (КЗД).

Сероводород – бесцветный газ с неприятным запахом, затвердевает при $T = -85,5^{\circ}\text{C}$, снижается при $T = 60,3^{\circ}\text{C}$. Тяжелее воздуха в 1,7 раза, в смесях с воздухом от 4 до 45 объемных процентов взрывоопасен. ПДК среднесуточная и максимальная разовая $0,008 \text{ мг/м}^3$, в рабочих помещениях – 10 мг/м^3 . Применяется в производстве серной кислоты, серы, сульфидов, сероорганических соединений. Степень токсичности – 2.

Влияние на человека – раздражает слизистые оболочки, вызывает головную боль, тошноту, рвоту, боли в груди, ощущение удушья, жжение в глазах, слезотечение, холодный пот, понос, боли при мочеиспускании, учащенное сердцебиение.

Защита: промышленные фильтрующие противогазы марок «В», «М», «КД»; ватно-марлевая повязка, полотенце, носовой платок, смоченные 2-процентным раствором питьевой соды, гражданские фильтрующие противогазы для взрослых и детей, КЗД.

1.4. Экологические последствия заражения атмосферы и местности СДЯВ

1.4.1. Зона заражения и очаги химического поражения СДЯВ

При аварии на объекте, имеющем СДЯВ, образуется зона химического заражения, внутри которого могут возникнуть очаги химического поражения. Зона заражения СДЯВ – это территория, на которой концентрация СДЯВ достигает значений, опасных для жизни людей. Она включает место непосредственного разлива ядовитых веществ и территорию, над которой распространились пары ядовитых веществ в поражающих концентрациях. В зависимости от количества вылившегося ядовитого вещества в зоне химического заражения может возникнуть один или несколько очагов химического поражения (ОХП).

ОХП СДЯВ – это территория, на которой в результате воздействия ядовитых химических веществ произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений.

Важной характеристикой очагов поражения, образуемых СДЯВ, является продолжительность существования участков непосредствен-

ного вылива (выброса) веществ, т. е. стойкость заражения. Данная величина определяется временем самодегазации СДЯВ.

Размеры зоны ХЗ СДЯВ характеризуются глубиной распространения облака с поражающими концентрациями (G), шириной ($Ш$), площадью заражения (S). На глубину распространения СДЯВ на местности в значительной степени влияют растительный покров (кустарники, лес), плотность застройки и рельеф местности (овраги, лощины), что способствует застою зараженного воздуха и увеличению длительности заражения (особенно при отсутствии или слабом ветре). С увеличением скорости ветра зараженное облако быстро рассеивается. При повышении температуры почвы и воздуха испарение СДЯВ ускоряется, но при этом увеличивается концентрация. На глубину распространения СДЯВ и на их концентрацию в воздух значительно влияют вертикальные потоки воздуха (инверсия, изотермия, конвекция).

1.4.2. Организация и проведение мероприятий на химически опасных объектах со СДЯВ по защите персонала и населения

Безопасность химически опасных объектов зависит от многих факторов:

- физико-химических свойств сырья, полуфабрикатов и продуктов;
- характера технологического процесса, конструкции и надежности оборудования;
- условий хранения и транспортировки химических веществ;
- состояния контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации;
- эффективности средств противоаварийной защиты;
- других инженерно-технических средств и мероприятий.

Кроме того, на безопасность в значительной степени влияют уровень организации профилактической работы по предотвращению аварий, своевременность и качество планово-предупредительных ремонтных работ, подготовленность персонала, системы надзора за состоянием технических средств противоаварийной защиты.

Одной из основных мер защиты от СДЯВ является 100-процентное обеспечение персонала предприятий необходимыми средствами индивидуальной защиты (изолирующими и фильтрующими противогазами, используемых для защиты населения, промышленными противогазами – по типу СДЯВ на объекте).

При организации защиты населения от воздействия СДЯВ следует учитывать то, что гражданские фильтрующие противогазы (ГП-5, ГП-7,

ПДФ-Д и др.) не защищают человека от таких СДЯВ, как аммиак, двуокись азота, окись этилена, хлористого метила, окись углерода и аэрозолей (пыль, дым, туман). Для защиты от перечисленных СДЯВ необходимо использовать промышленные противогазы марок К, КД, СО, МД, А, БКФ и др.; гражданские противогазы могут использоваться в комплектах с патронами ДПГ-1, ДПГ-3, при этом защита обеспечивается в течение 30 минут и более.

1.5. Чрезвычайные ситуации экологического характера

1.5.1. Классификация ЧС экологического характера

По происхождению экологические ЧС делятся на:

- а) ЧС, вызванные естественными аномалиями в природной среде;
- б) ЧС, вызванные антропогенными экологическими загрязнениями природной среды и потреблением ресурсов;
- в) ЧС, вызванные некоторыми опасными природными, техногенными, биологическими и социальными событиями или явлениями.

ЧС экологического характера антропогенного происхождения подразделяют по характеру загрязнений; масштабам последствий; формам и тяжести последствий; по местам и средам жизни.

По характеру загрязнений делятся на ЧС, вызванные физическим, химическим, биологическим, информационным, комбинированным загрязнением природной среды.

По масштабам последствий ЧС экологического характера делятся на глобальные, региональные, локальные, точечные.

По формам и тяжести последствий подразделяют на три зоны (определены законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды» (1992): зона чрезвычайной экологической ситуации; зона экологического бедствия; зона экологической катастрофы.

Зона чрезвычайной экологической ситуации – ареал, в пределах которого в результате хозяйственной или иной деятельности, разрушительного действия стихийных сил природы происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей среде, угрожающие здоровью людей, состоянию естественных экологических систем, природному генетическому фонду.

Зона экологического бедствия – ареал, в пределах которого в результате хозяйственной или иной деятельности, разрушительного действия стихийных сил природы произошли глубокие необратимые изменения среды, ведущие к существенному ухудшению здоровья на-

селения, нарушению природного равновесия, разрушению естественных экологических систем, деградации почв, флоры и фауны.

Зона экологической катастрофы – переход состояния природы от катастрофической фазы к коллапсу, что делает территорию непригодной для жизни человека.

По местам и средам жизни ЧС экологического характера бывают:

1) ЧС, связанные с изменением суши (почв, недр). Они включают:
– катастрофические просадки, оползни, обвалы земной поверхности из-за выработки недр при добыче полезных ископаемых и другой деятельности человека;

– наличие тяжелых металлов, в т. ч. радионуклидов и других вредных веществ в почве сверх ПДК;

– интенсивная деградация почв, опустошение на обширных территориях из-за эрозии, заселения, заболачивания;

– кризисные ситуации, связанные с истощением не возобновляемых ресурсов;

– критические ситуации, связанные с переполнением хранилищ (свалок) промышленными и бытовыми отходами и загрязнением ОС;

2) ЧС, связанные с изменением состава и свойств атмосферы.

Они включают:

– резкие изменения погоды и климата;

– повышение ПДК вредных примесей в атмосфере;

– температурные инверсии над городами;

– острый кислородный голод в городах;

– значительное превышение уровней городского шума;

– образование обширной зоны кислотных осадков;

– разрушение озонового слоя атмосферы;

3) ЧС, связанные с изменением состояния гидросферы. Они включают:

– резкая нехватка питьевой воды вследствие истощения вод или их загрязнения;

– истощение водных ресурсов, необходимых для хозяйственно-бытового водоснабжения и обеспечения технологических процессов;

– нарушение хозяйственной деятельности и экологического равновесия вследствие загрязнения зон внутренних водоемов (морей);

4) ЧС, связанные с изменением состояния биосферы, включают:

– исчезновение видов животных и растений, чувствительных к изменениям условий обитания;

- гибель растительности на обширной территории;
- резкое изменение способности биосферы к воспроизводству возобновляемых ресурсов;
- массовая гибель животных.

1.5.2. Чрезвычайные и экстремальные ситуации для человека, вызванные естественными и антропогенными экологическими факторами

Современный человек в процессе своей деятельности, в быту, на отдыхе может встретиться с рядом трудностей, возникающих в результате его взаимодействия с окружающей средой. Эти трудности могут быть различные по характеру и степени тяжести, представлять угрозу жизни, здоровью и имуществу, характеризоваться как чрезвычайные и экстремальные ситуации. Чрезвычайные и экстремальных ситуации для человека могут вызываться как естественными, так и антропогенными экологическими факторами.

К естественным экологическим факторам относят:

- потоки ионизирующих частиц;
- электромагнитные или иные излучения космического, солнечного, земного и околоземного происхождения;
- факторы природной среды (температура и влажность воздуха, солнечная радиация, осадки, давление атмосферы, стихийные бедствия, рельеф местности, флора и фауна);
- факторы физико-экологического воздействия (холод, жара, голод, жажда, переутомление, экоотравление, физическая боль).

Эти факторы при определенных обстоятельствах приобретают для человека особое значение. Степень неблагоприятного их воздействия на человека может привести к развитию заболевания, стресса, потери трудоспособности, жизненной активности. Следует отметить, что в ходе эволюции живые организмы, в т. ч. и человек, адаптировались к некоторым из этих факторов, определенным образом включили их в процессы своей жизнедеятельности.

Антропогенные экологические факторы – это факторы техногенного происхождения, которые представляют собой, прежде всего, отходы производства, являющиеся источниками загрязнений окружающей природной среды. Образование отходов обусловлено рядом причин, среди них: несовершенство технологий и оборудования; несоблюдение технологических регламентов; неполнота химических реакций и протекание побочных процессов; изменение качества и усло-

вий подготовки сырья; несоответствие оборудования характеру протекающих процессов; рост масштабов производства, его концентрация на ограниченной территории.

По агрегатному состоянию отходы подразделяются на твердые (порошки, пыли, затвердевшие массы); жидкие (растворенные соли, щелочи, кислоты, взвешенные частицы); газообразные (дымы, газы, пары любых смесей).

Практически все химические отходы являются токсичными, а воздействие на человека, животных и растительность зависит от дозы вещества, с которой соприкасается человек или природная среда.

1.6. Стихийные бедствия и чрезвычайные ситуации биологического характера

6.1. Краткая характеристика стихийных бедствий, характерных для Республики Беларусь

Стихийные бедствия – опасные природные явления, которые вызывают катастрофические ситуации, характеризующиеся внезапным нарушением жизнедеятельности населения, разрушением и уничтожением материальных ценностей, поражением или гибелью людей.

Стихийные бедствия или ЧС природного характера классифицируются:

1) геологические природные явления (оползень, обвал, абразия, эрозия, просадка зеленой поверхности);

2) гидрологические природные явления (наводнение, сель, снежная лавина, ранний ледостав, низкий уровень воды). Наводнения включают половодье, паводок, заторы, зажоры, нагоны;

3) морские природные явления (волнения, тропические циклоны, цунами, сложная ледовая обстановка, изменение уровня моря);

4) массовые заболевания (эпидемия, эпизоотия, эпифитотия);

5) метеорологические природные явления (сильный ветер, сильный дождь, сильный снегопад, сильный гололед, сильный мороз, сильный туман, сильная метель, сильная жара, крупный град, суховей, заморозок, пыльная буря, природные пожары).

Сильный ветер – бури, ураганы, тайфун, штормы, вихри, шквалы, смерчи – при скорости ветра более 25 м/с.

Сильный дождь – при количестве осадков 50 мм и более в течение 12 часов и менее.

Сильный снегопад – при количестве осадков 20 мм и более в течение ≤ 12 часов.

Сильная метель – при скорости ветра ≥ 15 м/с.

Сильный туман – при видимости 100 м и менее.

Суховой при сохранении в течение 3–5 суток температуры $+ 25$ °С и более и при ветре более 5 м/с.

Заморозок – при понижении температуры воздуха и на почве в вегетационный период до 0 °С и менее.

Крупный град – при диаметре градин 20 мм и более.

Природные пожары – лесные, торфяные, степные, полевые, тундровые. Наиболее опасными для Республики Беларусь являются наводнения, ураганы, оползни, пожары.

Рассмотрим характеристики некоторых видов стихийных бедствий, наиболее характерных для Республики Беларусь.

1. Наводнение – затопление значительной части суши в результате подъема воды выше обычного. Причины наводнений: обильные дожди, быстрое таяние снега, заторы и зажоры льда на реках, ветровые нагоны воды в устье рек, а также гидродинамические аварии – прорывы плотин, дамб, шлюзов и т. д. Наводнения создают угрозу жизни и здоровью людей и животных, разрушают здания, сооружения, коммуникации, уничтожают посевы, портят оборудование.

2. Ураган, тайфун, шторм, смерч, буря – чрезвычайно быстрое и сильное, нередко катастрофическое движение воздуха. Скорость ветра при урагане 120–320 км/ч, шторма 80–110 км/ч. Скорость движения воздуха в воронке смерча 600–1300 км/ч. Ураган проходит расстояния в тысячи км при ширине до 500 км. Размеры смерчевого облака в поперечнике составляет 5–10 км, высота до 5 км. Смерч поднимает в воздух на сотни метров животных, людей, небольшие строения, сносит мосты и др. Чаще всего на территории РБ возникают вихревые бури (пыльные, снежные и шквальные). Наиболее опасны шквальные бури. Характерной чертой таких бурь является почти мгновенное их образование, крайне непродолжительное действие (несколько минут). Так, в течение 10 минут скорость ветра в буре изменяется от 3 м/с до 31 м/с.

3. Оползни – скользящее смещение земляных масс под действием собственного веса. В Беларуси происходят чаще всего по берегам рек и озер из-за избыточного насыщения глинистых пород подземными водами. Приводят к катастрофическим последствиям: разрушают постройки, сооружения, участки железных и автомобильных дорог, линий электропередач и связи, коммунально-энергетических сетей, образуют провалы в грунте.

4. Пожары – стихийное распространение огня, вышедшего из-под контроля человека. Может вспыхнуть в населенных пунктах, на хозяйственных объектах, в лесах, на торфяниках и транспорте. Пожары наносят огромный ущерб народному хозяйству, здоровью людей, их нормальной жизнедеятельности. В 90 % случаев возникновения пожара по данным пожарной службы области и республики виновен человек и только менее 10 % – природные ситуации.

1.6.2. Особо опасные инфекционные болезни людей

Инфекционные (заразные) болезни занимают особое место среди других заболеваний человека и животных. Важнейшей особенностью является их заразительность, т. е. возможность передачи от больного человека или животного здоровому. Многие из болезней, например, грипп, чума, холера, сибирская язва и др., способны к массовому (эпидемическому) распространению.

По признаку локализации все инфекционные болезни делят на четные группы:

1) кишечные инфекции – характеризуются кишечной локализацией возбудителя инфекции на всем протяжении инфекционного процесса или в отдельные его периоды. К этой группе относят брюшной тиф, холеру, дизентерию, сальмонеллез и др.;

2) инфекции дыхательных путей – характеризуются локализацией возбудителей инфекции в разных отделах дыхательных путей. Для этой группы характерен «капельный» механизм передачи. В группу входят грипп, дифтерия, туберкулез, ангина, миннелит, корь, оспа, скарлатина, коклюш. Микробы попадают в воздух со слюной или слизью при разговоре, чихании, кашле больного (наибольшая концентрация микробов на расстоянии 2–3 м от больного). При стихийных бедствиях, крупных авариях и катастрофах происходит скопление людей, нарушаются нормы и правила общежития, что приводит к массовым заболеваниям гриппом, дифтерией и др.;

3) кровяные инфекции. Естественная передача их возбудителей осуществляется кровососущими членистоногими паразитами (вши, комары, клещи и др.). К группе относят малярию, сыпной тиф, лихорадку, энцефалит и др.;

4) инфекции наружных покровов (кожи, слизистых оболочек, включая рановые инфекции). В эту группу входит около 35 % всех инфекционных болезней. Наиболее характерными из них являются чесотка, лишай, молочница, конъюнктивит, столбняк, ящур, сифилис, гонорея, сибирская язва и др.

1.6.3. Пути распространения и признаки основных инфекционных заболеваний

Различают несколько путей распространения инфекционных заболеваний: 1) контактный (прямое соприкосновение больного со здоровым человеком); 2) контактно-бытовой (передача инфекции через предметы домашнего обихода – белье, посуду и т. д.); 3) воздушно-капельный (при разговоре, чихании); 4) водный (передача острой дизентерии, холеры, брюшного тифа может происходить водным путем, например, при купании); 5) с пищевыми продуктами (особенно брюцеллез, сальмонеллез).

Наиболее типичными признаками инфекционных заболеваний являются озноб, жар, повышение температуры. Кроме этого, возникает головная боль, боли в мышцах и суставах, недомогание, общая слабость, разбитость, иногда тошнота, рвота, нарушается сон, ухудшается аппетит. При менингококковой инфекции и тифе появляется сыпь, при гриппе и других острых респираторных заболеваниях – чихание, кашель, першение в горле; ангина и дифтерия вызывают боли в горле при глотании; дизентерия – понос; рвота и понос – признаки холеры и сальмонеллеза.

1.6.4. Особо опасные инфекционные болезни животных

Все инфекционные болезни животных делятся на пять групп:

1) алиментарные инфекции – передаются через почву, корм, воду; включают сибирскую язву, ящур, сап, бруцеллез;

2) респираторные инфекции – поражаются слизистые оболочки дыхательных путей и легких, включают парагрипп, экзотическую пневмонию, оспу овец и коз, чума плотоядных;

3) трансмиссивные инфекции – передаются кровососущими членистоногими, включают энцефаломиелиты, туляремии, инфекционную анемию лошадей.

4) инфекции, передающиеся через наружные покровы, включают столбняк, бешенство, оспу коров;

5) инфекции с невыясненными путями заражения.

Распространение инфекционных болезней животных происходит в форме эпизоотий, панзоотий, энзоотий.

Эпизоотия – одновременное прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни среди большого числа одного или многих видов сельскохозяйственных животных.

Панзоотия – массовое одновременное распространение инфекционной болезни сельскохозяйственных животных с высоким уровнем заболеваемости на большой территории (несколько регионов, стран).

Энзоотия – одновременное распространение инфекционной заболеваемости сельскохозяйственных животных в определенной местности, хозяйстве.

1.6.5. Биологическое оружие. Экологические последствия заражения атмосферы и местности биологическим оружием

Биологическое оружие (БО) – это специальные боеприпасы и боевые приборы со средствами доставки, снаряженные биологическими средствами.

Особенности БО:

– контагиозность (способность передаваться от человека к человеку, от животного к человеку);

– способность вызывать массовые заболевания людей и животных (эпидемии);

– сильное психологическое действие, появление страха заболевания и паники;

– большая продолжительность действия (возможность консервации);

– трудность обнаружения (обнаружение возбудителя и его концентрация требует несколько часов);

– продолжительный скрытый (инкубационный) период действия (до нескольких суток);

– способность болезнетворных микробов (токсинов) проникать в негерметичные сооружения вместе с воздухом и заражать людей и животных;

– высокая токсичность, т. е. мощность поражающего действия, например, 1 см³ суспензии вируса пситтакоза содержит 20 млрд заражающих доз для человека.

Средства применения: боевые части ракет, авиабомбы, снаряды, мины, фугасы, выливные и распылительные приборы, контейнеры с зараженными переносчиками.

Поражающая сила БО зависит от биологических свойств примененного возбудителя; иммунитета и условий жизни людей; уровня санитарной культуры населения; от времени года и др.

Основные способы применения: аэрозольный (через воздух); трансмиссивный (клещи, вши, насекомые, грызуны); диверсионный.

Признаки применения:

- появление полосы дыма или тумана на пути движения самолета;
- глухой взрыв боеприпаса;
- наличие на местности осколков специальных бомб, ракет, снарядов, мин и др.;
- появление скопления насекомых, клещей, грызунов, необычных для данной местности.

Зона биологического заражения и очаг биологического поражения

В результате применения противником биологического оружия и распространения на местности болезнетворных бактерий и токсинов могут образоваться зоны биологического заражения и очаги биологического поражения.

Зона биологического заражения – это район местности (акватории) или область воздушного пространства, зараженные биологическими возбудителями заболеваний в опасных для населения пределах. Зону заражения характеризуют виды бактерицидных средств, размеры, расположение по отношению к объектам, время образования, степень опасности и ее изменение со временем. Размеры зоны заражения от вида боеприпасов, способа применения и метеоусловий.

Очаг биологического поражения – это территория, в пределах которой в результате воздействия бактериологического оружия противника произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений.

Очаг биологического поражения характеризуется видом примененных бактериальных средств, количеством пораженных людей, животных и растений, продолжительностью сохранения поражающих свойств возбудителей болезней. Границы очага устанавливаются формированиями медицинской службы и службы защиты животных и растений, на основе обобщения данных, полученных от наблюдательных постов, разведывательных звеньев, групп, эпидемиологических станций.

При возникновении очага биологического поражения устанавливается карантин или обсервация.

Карантин – это система противоэпидемических и режимно-ограничительных мероприятий, направленных на полную изоляцию всего очага поражения и ликвидацию в нем инфекционных заболеваний.

Вокруг зоны карантина устанавливается вооруженная охрана, организуется комендантская служба и патрулирование, регулируется движение. Запрещается въезд в зону карантина и выезд из нее, вывоз имущества из зоны карантина, вход и выход людей. Объекты, оказавшиеся в зоне карантина и продолжающие свою производственную деятельность, переходят на особый режим работы со строгим выполнением противоэпидемических мероприятий. Снабжение людей в зоне производится через специальные пункты под строгим контролем медицинской службы. В зоне карантина прекращается работа в учебных заведениях, зрелищных учреждениях, на рынках и базарах.

Режим обсервации вводится, когда установлено, что вид возбудителя не относится к особо опасным инфекционным болезням.

Обсервация – это специальные мероприятия, предотвращающие распространение инфекции в другие районы. Эти мероприятия включают ограничения въезда и выезда, вывоза имущества без предварительного обеззараживания, усиливается медицинский контроль за питанием и водоснабжением.

1.7. Организация защиты населения, объектов хозяйствования и природной среды в ЧС

1.7.1. Государственная система предупреждения и ликвидации ЧС

В Республике Беларусь создана Государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (ГСЧС). Она объединяет:

- республиканский орган государственного управления по ЧС;
- другие республиканские органы государственного управления по ЧС;
- местные исполнительные и распорядительные органы;
- предприятия, учреждения и организации независимо от их организационно-правовых форм, в полномочия которых входит решение вопросов по защите населения и территорий от ЧС.

Функции республиканского органа государственного управления по ЧС исполняет Министерство по ЧС. Другими республиканскими органами государственного управления по ЧС являются МВД, Минздрав, Минпром, Минприроды, Минэнерго и другие министерства и ведомства, в подчинении которых имеются потенциально опасные объекты. Республиканский орган государственного управления по ЧС (МЧС) осуществляет государственное управление и координацию

деятельности других республиканских органов государственного управления в области защиты населения и территорий от ЧС.

При отраслевых министерствах, госкомитетах, областных, районных и городских исполнительных комитетах, а также на субъектах хозяйствования созданы комиссии по чрезвычайным ситуациям. Комиссии по ЧС возглавляются первыми заместителями организаций.

Полномочия органов системы предупреждения и ликвидации ЧС в области защиты населения и территорий от ЧС определены Законом Республики Беларусь «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» (1998). Система органов и подразделений по ЧС, их задачи определены Законом Республики Беларусь «Об органах и подразделениях по ЧС» (2002). Органы и подразделения по ЧС Республики Беларусь являются составной частью системы национальной безопасности Республики Беларусь и осуществляют деятельность в области предупреждения и ликвидации ЧС природного и техногенного характера, обеспечения пожарной, промышленной и радиационной безопасности, а также гражданской обороной.

В телефонных сетях для передачи сообщения о ЧС устанавливается единый номер 01.

1.7.2. Гражданская оборона Республики Беларусь, ее структура и задачи

Составной частью системы обеспечения безопасности населения, действующей в Республике Беларусь, является гражданская оборона. Систему гражданской обороны (ГО) составляют:

- органы государственной власти и управления всех уровней, которые выполняют, наряду с другими, функции, связанные с безопасностью и защитой населения, предупреждением ЧС и реагированием на них;

- органы повседневного управления по обеспечению защиты населения;

- силы и средства, предназначенные для решения задач ГО;

- фонды и резервы финансовых, медицинских и материально-технических ресурсов, предусмотренных на случай ЧС;

- системы связи, оповещения, управления и информационного обеспечения. ГО Республики Беларусь подчинена МЧС Республики Беларусь и действует в составе органов и подразделений по ЧС; ГО организуется по территориально-производственному принципу.

Руководство ГО Республики Беларусь осуществляет правительство Республики Беларусь. Начальник ГО Республики Беларусь – премьер-министр. В областях, районах городах начальниками ГО являются руководители местных исполнительных и распорядительных органов. В отраслевых министерствах, государственных комитетах, подчиненных Правительству, в учреждениях и организациях, а также на субъектах хозяйствования начальниками ГО являются руководители этих структур. Повседневное руководство системой ГО осуществляют штабы ГО, действующие в составе областных и Минского городского управления по ЧС, городских и районных отделов по ЧС, секторов по ЧС на предприятиях.

Для наблюдения и контроля за состоянием природной среды и потенциально-опасных объектов, для выполнения инженерно-технических, медицинских и других специальных мероприятий ГО, подготовки для этого сил и средств, а также для обеспечения действий сил ГО и хода ликвидации последствий ЧС мирного и военного времени создаются службы ГО.

Для решения задач ГО на объектах могут быть созданы следующие службы: оповещения и связи, охраны общественного порядка (ООП), убежищ и укрытий, Р и ХЗ, противопожарной защиты, аварийно-техническая, медицинская, транспортная, материально-технического снабжения, энергоснабжения и светомаскировки. Базой для создания служб являются реально существующие структурные подразделения (отделы) на объектах.

1.7.3. Силы и средства ликвидации последствий ЧС

Ликвидация ЧС осуществляется силами и средствами организаций, местных исполнительных и распорядительных органов, республиканских органов государственного управления под руководством соответствующих комиссий по ЧС.

Средства ликвидации последствий ЧС:

1) машины и механизмы, применяемые для выполнения основного объема АС и ДНР (бульдозеры, краны, тракторы, пожарные насосы и др.);

2) механизированный инструмент и простейшие средства механизации (пневматический и электрифицированный инструмент, бензорезы, керосинорезы, домкраты, тали, лебедки и др.);

3) средства, обеспечивающие транспортировку основных машин и механизмов (тягачи, прицепы, баржи, паромы, понтоны и др.);

4) ремонтные и обслуживающие средства (ремонтные мастерские, станции обслуживания, бензо- и водозаправщики, осветительные станции и приборы и др.).

Силы ликвидации последствий ЧС:

- 1) органы и подразделения по ЧС, МЧС;
- 2) невоенизированные формирования ГО;
- 3) учреждения и подразделения экстренной медицинской помощи Минздрава;
- 4) штатные аварийно-спасательные, аварийно-восстановительные подразделения и формирования республиканских органов государственного управления, подчиненных правительству;
- 5) учреждения ветеринарной службы и станции защиты растений Минсельхозпрода;
- 6) территориальные и объектовые аварийно-спасательные формирования общей готовности;
- 7) специализированные формирования химически опасных объектов.

1.7.4. Права и обязанности граждан в области защиты населения и территорий от ЧС

Права и обязанности граждан в области защиты населения и территорий от ЧС определены законом Республики Беларусь «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера» (1998).

Граждане Республики Беларусь в области защиты населения и территорий от ЧС имеют право на защиту жизни, здоровья и личного имущества; на использование в соответствии с планами ликвидации ЧС средств коллективной и индивидуальной защиты и других средств, предназначенных для защиты населения; на информацию о риске, которому они могут подвергнуться и о мерах необходимой безопасности; обращаться лично или направлять индивидуальных или коллективных обращения в органы власти всех степеней по вопросам защиты от ЧС; участвовать в мероприятиях по предупреждению и ликвидации ЧС; на возмещение ущерба здоровью и имуществу вследствие ЧС; на бесплатное медицинское обслуживание, компенсации и льготы за проживание и работу в зонах ЧС; на бесплатное государственное страхование, получение компенсаций и льгот за ущерб, причиненный их здоровью при исполнении обязанностей в ходе ликвидации ЧС; на пенсионное обеспечение в случае потери трудоспособности; на пенсионное обес-

печение в случае потери кормильца, принимающего участие в ликвидации ЧС.

Граждане Республики Беларусь в области защиты населения и территорий от ЧС обязаны соблюдать законодательство в области защиты населения и территорий от ЧС; соблюдать меры безопасности, дисциплину во всех сферах деятельности и в быту, которые могут привести к возникновению ЧС; изучать основные способы защиты от ЧС, приемы оказания первой медицинской помощи, правила использования средств защиты; выполнять установленные правила поведения при угрозе и возникновении ЧС; оказывать при необходимости содействие в проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР).

1.7.5. Факторы, представляющие опасность для жизни и здоровья человека

Возможные экстремальные факторы, воздействующие на человека, можно разделить на следующие:

1) *механические факторы*. Это, прежде всего, механические травмы. Ежегодно в мире получают тяжелые травмы более 10 млн чел., более 250 тыс. гибнет (в транспортных катастрофах, при авариях на промышленных объектах, стихийных бедствиях, в криминальной обстановке, от бытовых травм и на производстве);

2) *физические факторы*: подъем на большие высоты, работа под землей и водой, воздействие космоса (длительная невесомость), продолжительное пребывание в замкнутом пространстве, длительный шум, вибрации, влияние различных физических полей, воздействие ионизирующих излучений;

3) *термические факторы*: воздействие высоких температур от палящих лучей Солнца, при пожарах, взрывах и др.;

4) *химические факторы*: органические и неорганические вещества, промышленные и бытовые яды, пестициды и тяжелые металлы;

5) *биологические факторы*: микробы, грибки, токсины, ядовитые насекомые, вызывающие тяжелые заболевания и смерть;

6) *социальные факторы*: бытовые и общественные конфликты (плохие жилищные условия, безработица, тяжелые условия труда, нехватка продуктов питания, различные стрессы и др.), социально-политические, межнациональные и морально-нравственные конфликты;

7) *природные катастрофы*: землетрясения, извержения вулканов, ураганы, бури, смерчи, оползни и др.;

8) *неблагоприятные климатические условия*: резкие перепады давления и температуры воздуха, суховеи, засухи, заморозки и др.;

9) *факторы экологического характера*: изменение состояния суши, почвы, недр, атмосферы, гидросферы, биосферы;

10) *технологические катастрофы*: аварии и катастрофы на производстве и их последствия.

1.8. Основы устойчивости работы объектов в чрезвычайных ситуациях. Факторы, влияющие на устойчивость

Различают понятия: устойчивость объекта и устойчивость его работы.

Под устойчивостью работы промышленного объекта понимают способность объекта выпускать установленные виды продукции в объемах и номенклатуре, предусмотренных соответствующими планами в условиях ЧС, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

Для объектов, не связанных с производством материальных ценностей (транспорт, связь и др.), устойчивость определяется его способностью выполнять свои функции.

Под устойчивостью технической системы понимается возможность сохранения ее работоспособности при ЧС.

В мирное время особое внимание следует обращать на надежность функционирования опасных производств и технологий. Для обеспечения надежности функционирования опасных производств и технологий на хозяйственных объектах следует выполнять следующие требования:

- при проектировании объектов повышенной опасности четко прорабатывать их противоаварийную и противопожарную защиту, не допуская отступлений от нормативных требований;

- при выборе площадки для строительства учитывать преобладающие ветры и рельеф местности;

- предусматривать меры по предупреждению и снижению взрыво- и пожароопасности технологических процессов;

- определять эксплуатационные параметры, от которых зависит вероятность ЧС;

- создавать надежную систему эвакуации;

- оснащать опасные производства надежными системами контроля процессов;

- совершенствовать систему управления процессами борьбы со взрывами и пожарами;
- создавать вневедомственные службы для проведения консультаций и надзора за состоянием безопасности производства.

Для решения задач повышения устойчивости работы промышленного объекта в условиях ЧС важное значение имеет проведение оценки устойчивости работы.

Оценка устойчивости работы объекта производится последовательно применительно к воздействию каждого поражающего фактора. Устойчивость элемента объекта будет характеризоваться практическим значением того или иного поражающего фактора, при котором данный элемент объекта не разрушается, не выходит из строя.

В качестве критериев оценки физической устойчивости приняты:

- при воздействии воздушной ударной волны – избыточное давление, при котором элементы объекта не разрушаются, или получают слабые и средние степени разрушения;
- при воздействии светового излучения – максимальное значение тепловых (световых) импульсов, при которых не происходит загорания и возникновения пожаров;
- при воздействии радиоактивных излучений на людей – максимально допустимая доза облучения, которая не приводит к потере трудоспособности.

Наиболее уязвим тот элемент, для которого критический параметр ($P_{кр}$) наименьший по сравнению с другими элементами объекта.

На устойчивость работы объекта могут влиять различные факторы, хотя не каждый из них может стать причиной возникновения источника ЧС. Они могут быть как внутренними, так и внешними.

Внутренними факторами являются:

- степень защиты производственного персонала, членов их семей от поражений при воздействии источников ЧС;
- физическая устойчивость инженерно-технического комплекса к поражающим факторам чрезвычайных ситуаций;
- планировка и застройка территории объекта;
- технологический процесс и возможность перевода с мирного на военное положение;
- размеры территории и характер объекта;
- наличие своих источников энергоснабжения;
- виды выпускаемой продукции;
- система безопасности производства;

- уровень применяемой научно-технической технологии;
 - численность и профессиональная квалификация персонала;
 - заработная плата, текучесть кадров;
 - система производственного менеджмента, маркетинга и их надежность;
 - трудовая и производственная дисциплина;
 - обученность производственного персонала действиям в ЧС;
 - возможность работы объекта в аварийных режимах;
 - готовность объекта к восстановлению производства в случае его нарушения в результате ЧС;
 - наличие и защищенное хранение запасов материальных средств, комплектующих изделий, топлива и сырья;
 - надежность систем управления, оповещения и связи.
- Внешними факторами являются:*
- район расположения объекта;
 - системы энергоснабжения;
 - надежность производственных и кооперативных связей;
 - используемые природные ресурсы;
 - конъюнктура рынка, положительный торговый баланс;
 - эффективность системы общего менеджмента;
 - источники финансирования, налоговая система, доступ к внешним кредитным ресурсам, отсутствие инвестиций;
 - международная и внутривластная обстановка;
 - источники ЧС, характерные для данной территории.

1.9. Прогнозирование и предупреждение чрезвычайных ситуаций

1.9.1. Понятие прогнозирования и предупреждения ЧС

Прогнозирование ЧС – опережающее отражение вероятности возникновения и развития ЧС на основе анализа возможных причин ее возникновения, ее источника в прошлом и настоящем. Прогнозирование может носить долгосрочный, краткосрочный и оперативный характер. *Долгосрочный прогноз* основывается на имеющихся статистических данных о возможных последствиях ЧС (хорошо изучены и определены сейсмические районы, границы возможного затопления при наводнениях, выявлены промышленные объекты, аварии на которых могут привести к большим разрушениям, поражениям людей, заражению местности). Краткосрочный прогноз составляется на 12–15 суток, определяет более точное время возникновения ЧС. *Оперативный*

прогноз проводится после возникновения ЧС в целях определения более точных ее масштабов и последствий, принятия решений на ведение АСиДНР.

При прогнозировании обстановки в зависимости от вида ЧС определяются: границы зон разрушения, затопления и пожаров; радиационного, химического и биологического заражения; возможных очагов поражения; определяются возможные потери среди населения и ущерб, наносимый ЧС населению и хозяйственным объектам.

Предупреждение ЧС – совокупность мер законодательного, экономического, административного, технического и иного характера, осуществляемых в рамках единой государственной политики на республиканском, областном и местном уровнях, направленных на выявление и изучение причин возникновения ЧС и условий, им способствующих, на разработку и реализацию мер, обеспечивающих их устранение или нейтрализацию.

1.9.2. Прогнозирование стихийных бедствий

Прогнозирование стихийных бедствий (СБ) заключается в определении вероятности возникновения и развития их, оценке масштабов и возможных последствий их проявления.

Прогнозирование СБ осуществляется на основе: 1) изучения перемещения воздушных масс; 2) обнаружения и определение маршрута движения циклона; 3) изменения нормального хода атмосферного давления; 4) учета закономерностей природных процессов (цикличность, пространственная приуроченность); 5) анализа и оценки кучво-дождевых облаков; 6) оценки состояния погоды; 7) количества и скорости таяния снега весной, глубины промерзания грунта и др. признаков.

Прогноз землетрясений Республика Беларусь получает из других стран.

При прогнозировании пожарной обстановки учитывают состояние погоды, условия развития пожаров, степень посещаемости людьми леса, состояние лесов и торфяников, растительности и почв пожароопасных районов, характер местности, наличие источников воды.

1.9.3. Прогнозирование техногенных ЧС

Прогнозирование техногенных ЧС – опережающее отражение вероятности появления и развития техногенных ЧС и их последствий на основе оценки риска возникновения пожаров, взрывов, аварий и катастроф.

Прогнозирование техногенных ЧС основано на оценке технического состояния оборудования и техники, оценке человеческого фактора и факторов окружающей среды. При прогнозировании определяются источники опасности, приводящие к возникновению техногенных ЧС, которыми являются источники энергии, процессы и условия эксплуатации оборудования. Источники энергии – обычное топливо, ВВ, зараженные конденсаторы, емкости под давлением, пружинные механизмы и др. Процессы и условия – разгон, коррозия, нагрев, охлаждение, влажность и др. При изучении аварий, их причин и последствий используются методы математической статистики, теории надежности, логические и описательные приемы. По результатам прогноза строятся диаграммы, графы (дерево событий; дерево отказов). При прогнозировании учитывается опыт эксплуатации оборудования, уровень подготовки персонала, конструктивные особенности.

1.9.4. Экологическое прогнозирование

Экологическое прогнозирование – это научное предвидение возможного состояния природных экологических систем, определяемого естественными и антропогенными экологическими факторами. ЧС экологического характера выявляются и прогнозируются при проведении мониторинга окружающей среды государственными структурами. Оценка экологического состояния окружающей среды проводится с помощью измерительных приборов (измерение параметров ОС) и биоиндикаторов. Биоиндикаторы – это живые организмы, по наличию и поведению которых можно судить о степени изменений ОС. Особенностью биоиндикаторов является то, что они суммируют все без исключения биологически важные данные о загрязнениях, указывают на скорость происходящих изменений, позволяют судить о вредности тех или иных веществ для живой природы и человека.

В Республика Беларусь законодательно установлены допустимые нормы большинства экологических загрязнений, в частности ПДК, ПДВ. ПДК вредных веществ в атмосфере рассматриваются для двух случаев: среднесуточные (ПДК_{сс}) и максимальноразовые (ПДК_{мр}). Концентрация вредного вещества в атмосфере (мг/л) не должна превышать $C < \text{ПДК}_{\text{сс}}$; $C > \text{ПДК}_{\text{мр}}$, где C – концентрация. Если в воздухе одновременно присутствует несколько вредных веществ, то должно выполняться требование:

$$C_1/\text{ПДК}_{\text{сс}1} + C_2/\text{ПДК}_{\text{сс}2} + \dots + C_n/\text{ПДК}_{\text{сс}n} \leq 1.$$

1.9.5. Биологическое прогнозирование

Биологическое прогнозирование осуществляется при проведении биологического мониторинга государственными учреждениями (научно-исследовательскими). Биологическое прогнозирование включает: прогнозирование эпидемий, эпизоотий, эпифитоций.

Прогнозирование эпидемий – определение вероятности возникновения, масштабов развития эпидемий и их последствий с целью разработки и обоснования мероприятий по предупреждению распространения инфекционных болезней среди населения, снижению общей инфекционной заболеваемости людей и ликвидации социально-экономических последствий, вызванных эпидемиями.

Определение прогнозирования эпизоотий и эпифитоций аналогично определению прогнозирования эпидемий, заменив понятие «эпидемия» на понятие «эпизоотия» и «эпифитоция».

В процессе прогнозирования особое внимание уделяется изучению новых, ранее неизвестных заболеваний, изучается способность микробов видоизменяться при воздействии на них новых медицинских препаратов.

1.9.6. Оповещение населения о ЧС

Основным способом оповещения населения о ЧС как мирного, так и военного времени в настоящее время является передача речевой информации с использованием государственных сетей радио-, теле- и проводного вещания. С целью привлечения внимания населения перед передачей речевой информации включаются сирены, производственные гудки и другие сигнальные средства, что означает передачу предупредительного сигнала «Внимание всем!» Услышав этот сигнал, каждый должен включить радио и телеприемник, радиотрансляционный громкоговоритель и прослушать экстренное сообщение, передаваемое со штаба ГО. В экстренном сообщении (речевой информации) будет оповещено население возникшей (угрозе возникновения) ЧС и порядок действия населения в этой ситуации. Необходимо точно, быстро и без паники выполнить все указания, передаваемые в экстренном сообщении.

В настоящее время система ГО Республика Беларусь имеет автоматизированную систему централизованного оповещения (АСЦО). Система позволяет включать сирены, производственные гудки и другие сигнальные устройства, передавать речевую информацию с использованием государственных сетей радио- и телевещания, циркулярно оповещать должностных лиц по служебным и квартирным телефонам.

1.10. Основные способы защиты населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

1.10.1. Основные принципы и способы защиты населения в ЧС

Защита населения в ЧС представляет собой комплекс мероприятий, направленных на исключение или ослабление неблагоприятного воздействия ЧС. Эффективность защиты достигается на основе учета принципов обеспечения безопасности населения и территорий от ЧС и наилучшего использования всех способов и средств.

Основные принципы защиты населения и территорий от ЧС определены Законом Республики Беларусь «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера». Они следующие:

1) заблаговременность проведения мероприятий, направленных на предупреждение ЧС, а также на максимально возможное снижение размеров ущерба и потерь в случае их возникновения;

2) планирование и осуществление мероприятий по защите населения и территорий от ЧС с учетом экономических, природных и иных характеристик, особенностей территорий и степени опасности ЧС;

3) необходимая достаточность и максимально возможное использование сил и средств при определении объема и содержания мероприятий по защите населения и территорий от ЧС.

Принципы обеспечения безопасности по признаку их реализации условно делятся на три группы: заблаговременная подготовка; дифференцированный подход; комплексность мероприятий.

Заблаговременная подготовка предполагает накопление коллективных и индивидуальных средств защиты от опасных и вредных факторов и поддержание их в готовности к использованию.

Дифференцированный подход выражается в том, что характер и объем защитных мероприятий устанавливается в зависимости от вида источников опасных и вредных факторов.

Комплексность мероприятий заключается в эффективном применении основных способов защиты и их согласованном осуществлении с другими мероприятиями, обеспечивающими надежную защиту населения в ЧС.

Основные способы защиты: укрытие населения в защитных сооружениях (ЗС); организация и проведение эвакуационных мероприятий; применение населением средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Другие мероприятия в комплексе с основными способами защиты, обеспечивающие надежную защиту населения: оповещение населения об угрозе ЧС; обучение населения способам защиты и действиям по сигналам оповещения; защита продовольствия, воды, фуража от РВ, ОВ, БС, СДЯВ; организация и ведение разведки, наблюдения и лабораторного контроля; дозиметрический и химический контроль; организация медицинского и других видов обеспечения; обеспечение жизнедеятельности населения.

1.10.2. Организация эвакуационных мероприятий и их обеспечение

Сущность способа защиты населения путем эвакуации заключается в перемещении людей, материальных запасов и продовольственных фондов из населенных пунктов и районов, имеющих наибольшую вероятность поражения, в загородную зону, где воздействие поражающих факторов меньше.

Эвакуация – это комплекс мероприятий по организованному вывозу и выводу из крупных городов в заблаговременно назначенные населенные пункты рабочих и служащих, нетрудоспособного и незанятого в производстве населения, а также населения, проживающего в зонах возможного катастрофического затопления.

На всей территории страны принят производственно-территориальный принцип организации и проведения эвакуационных мероприятий.

Способы эвакуации: общий; комбинированный (основной способ); заблаговременный.

Современный уровень развития средств нападения и поражения, возможность внезапного применения противником ядерного оружия требуют искать такие методы проведения эвакуационных мероприятий, которые позволили бы их завершить в минимальные сроки. Этому требованию наиболее полно отвечает комбинированный способ эвакуации, сущность которого состоит в том, что массовый вывод пешим порядком населения из городов сочетается с вывозом всеми видами имеющегося транспорта свободного от воинских и срочных народно-хозяйственных перевозок.

Для планирования, организации и проведения эвакуационных мероприятий создаются эвакуационные органы, которыми являются:

– эвакуационные комиссии (областные, городские, районные, объектовые;

- эвакуационные комиссии сельских районов;
- СЭП (сборные эвакуационные пункты);
- ПЭП (приемные эвакуационные пункты);
- ППЭ (промежуточные пункты эвакуаций).

Кроме этого, к эвакуационным органам относятся начальники пеших марш-рутов, пеших колонн, эвакуационных поездов, старшие автомобильных колонн.

Эвакуационные комиссии создаются по решению соответствующих исполнительных комитетов.

Эвакуация населения в мирное время может проводиться:

- из населенных пунктов, где расположены потенциально опасные объекты при угрозе или возникновении аварии (катастрофы) на них;
- за пределы 100-километровой зоны от АЭС в случае аварии на ней;
- из территорий, примыкающих к магистральным газовым трубопроводам;
- из районов стихийных бедствий при их угрозе или возникновении (землетрясение, наводнение, оползни, ураганы, пожары).

Безопасный район представляет собой территорию, расположенную за пределами района ЧС.

1.10.3. Укрытие населения в защитных сооружениях

Защитные сооружения (ЗС) – это инженерные сооружения, специально предназначенные для защиты населения от современных средств массового поражения (ЯО, ХО, ВО, СДЯВ, обычных средств поражения), а также от возможных вторичных поражающих факторов, возникающих в ЧС.

ЗС классифицируются: а) по назначению (для укрытия населения и размещения пунктов управления); б) по расположению (встроенные, отдельно стоящие); в) по срокам строительства (заблаговременно построенные со стационарным оборудованием и быстровозводимые (БВУ) с упрощенным оборудованием; г) по защитным свойствам (убежище, ПРУ).

Для укрытия населения в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени в пределах зоны возможных сильных разрушений используются убежища, а на остальной территории – противорадиационные укрытия (ПРУ). Кроме этого, населением могут быть использованы простейшие укрытия (открытые и перекрытые щели, блиндажи, окопы, подземные переходы и т. д.).

Убежище – это инженерное сооружение, защищающее людей от всех средств массового поражения (ЯО, ХО, БО, высоких температур и вредных газов в зонах пожаров, СДЯВ и др.)

ПРУ – это инженерное сооружение, надежно защищающее людей от ионизирующих излучений, а также от воздействия светового излучения ЯО и других средств поражения.

Простейшие укрытия строятся в виде открытых и перекрытых щелей из расчета одно укрытие на 20–40 человек. Открытая щель снижает радиус поражения людей от ударной волны, светового излучения и проникающей радиации в 1,5–2,0 раза по сравнению с нахождением людей на открытой местности. Перекрытая щель полностью защищает людей от светового излучения, снижает радиус поражения от ударной волны в 2,5–3,0 раза, а от проникающей радиации и радиоактивного заражения при толщине грунтовой отсыпки поверх перекрытия 60–70 см – в 200–300 раз.

1.10.4. Средства индивидуальной защиты

В комплексе защитных мероприятий важное значение имеет обеспечение населения средствами индивидуальной защиты (СИЗ) и практическое обучение правильному и умелому пользованию ими.

СИЗ предназначены для защиты населения от попадания внутрь организма и на кожу ОВ, РВ, БС, СДЯВ. По назначению подразделяются на средства защиты органов дыхания; средства защиты кожи.

По принципу защиты подразделяются на фильтрующие, изолирующие; по способу изготовления – изготовленные промышленностью (табельные); простейшие (подручные), изготавливаемые населением.

СИЗ промышленного изготовления накапливаются из расчета на все население территории по нормам: для личного состава формирований – 110 %; для персонала объекта экономики – 105 %; для остального населения – 100 %.

Выдача СИЗ населению производится через соответствующие пункты на объектах (для работающих) или на пунктах выдачи СИЗ ЖЭУ, ЖЭК, домоуправления (для неработающего населения).

1.10.5. Основы организации и проведения АСидНР

Весь комплекс первоочередных работ в очаге поражения принято делить на аварийно спасательные и другие неотложные работы.

Аварийно спасательными называются работы, которые ведутся в очагах поражения, зонах катастрофического затопления, а также

в районах стихийных бедствий с целью спасения людей и оказания им необходимой помощи.

Содержание работ:

- 1) разведка очагов поражения и маршрутов выдвижения к ним;
- 2) локализация и тушение пожаров на путях движения формирований и участках работ;
- 3) розыск пораженных и извлечение их из завалов, поврежденных и горящих зданий, загазованных, затопленных и задымленных помещений;
- 4) подача воздуха в заваленные ЗС с поврежденной вентиляцией;
- 5) вскрытие заваленных и поврежденных защитных сооружений;
- 6) спасение находящихся в них людей;
- 7) оказание помощи пораженным и эвакуация их в лечебные учреждения;
- 8) вывод (вывоз) населения из опасных мест в безопасные районы;
- 9) спасение людей и имущества из зон затопления;
- 10) проведение санитарной обработки людей и обеззараживания их одежды, сооружений и техники.

Другие неотложные работы – это работы, проводимые с целью создания условий для обеспечения успешного, безопасного ведения спасательных работ, а также предотвращений дальнейших разрушений и потерь, вызванных вторичными факторами поражения в ЧС.

Они включают:

- прокладку колонных путей и устройство проездов в завалах и на зараженных участках;
- локализацию аварий на коммунально-энергетических и технологических сетях;
- устранение опасности дальнейшего разрушения поврежденных зданий и сооружений;
- обнаружение, обезвреживание и уничтожение не взорвавшихся боеприпасов в обычном снаряжении и других взрывоопасных предметов;
- ремонт и восстановление поврежденных ЗС для их повторного использования.

Кроме этого предусматривается: проведение санитарной очистки очагов поражения; обеспечение пострадавшего населения продуктами питания и предметами первой необходимости; утилизация зараженного продовольствия; сбор материальных ценностей, их эвакуация и хранение.

1.10.6. Организация и ведение АСидНР в очагах поражения

В очаге химического поражения

Очаг химического поражения – это территория, в пределах которой в результате воздействия химического оружия противника произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений.

К спасательным работам в очаге химического поражения относятся:

- химическая и медицинская разведка;
- оказание первой медицинской помощи и эвакуация пораженных в безопасные места;
- дегазация дорог и проходов на маршрутах действия сил ГО и вывоза пораженных;
- проведение санитарной обработки людей, а также обеззараживание техники и сооружений.

Одновременно с выполнением этих работ осуществляется локализация аварий, прекращение распространения отравляющих или сильнодействующих ядовитых веществ.

В очаге биологического (бактериологического) поражения

Очаг биологического бактериологического поражения – это территория, в пределах которой в результате воздействия бактериологического оружия противника произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных животных и растений. В очаге проводятся следующие работы:

- ведение биологической разведки и индикация бактериальных средств;
- установление карантинного режима или обсервации;
- санитарная экспертиза;
- контроль зараженности продовольствия, пищевого сырья, воды и фуража, их обеззараживание;
- использование средств коллективной и индивидуальной защиты;
- проведение противоэпидемических, санитарно-гигиенических, специальных профилактических, ветеринарно-санитарных мероприятий (предохранительных прививки, дезинфекция и др.);
- проведение санитарно-разъяснительной работы.

При установлении факта применения противником биологического оружия и при возникновении инфекционных болезней среди

людей и сельскохозяйственных животных в очаге поражения устанавливается карантин, а в прилегающих районах вводится режим обсервации.

В очаге радиоактивного заражения

Радиоактивное заражение (РЗ) является следствием аварий на радиационно-опасных объектах, аварий транспортных средств, перевозящих РВ, аварий на ядерных энергетических установках, ядерных взрывов.

В очаге РЗ организуются и проводятся следующие работы:

- оповещение о радиоактивном заражении;
- прогнозирование возможной радиационной обстановки;
- организуется радиационная разведка, наблюдение и лабораторный контроль;
- на период формирования радиоактивного следа население укрывается в защитных сооружениях и зданиях безвыходно;
- при необходимости проводится эвакуация населения из зон РЗ;
- организуется охрана жилых зданий и имущества в местах эвакуации;
- организуются и проводятся работы по ликвидации последствий РЗ;
- организуется медицинское обследование населения;
- на границах зон заражения создаются пункты специальной обработки (ПУСО);
- после завершения дезактивации, при допустимых уровнях РЗ местности проводится реэвакуация населения;
- проводится йодная профилактика.

РАЗДЕЛ 2 ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Цели, задачи и основные принципы радиационной безопасности

Радиационная безопасность (РБ) является составной частью экологической безопасности и включает в себя комплекс научно-обоснованных мероприятий по обеспечению защиты человека и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения (ИИ).

Главной целью радиационной безопасности является охрана здоровья людей от воздействия ИИ путем соблюдения основных принципов и норм радиационной безопасности без необоснованных ограничений полезной деятельности при использовании излучения в различных областях хозяйства, в науке и медицине.

В задачи радиационной безопасности входят:

- 1) разработка критериев по оценке опасности ИИ для людей и природных объектов окружающей среды;
- 2) разработка способов и методов оценки радиационной безопасности, ее контроля и прогнозирования;
- 3) разработка мероприятий радиационной безопасности, обеспечивающих безопасные условия использования ИИ в сфере человеческой деятельности.

Разработка критериев для оценки опасности ИИ решается на основе анализа комплекса радиобиологических данных о действии ИИ на живой организм и отдельные его системы и органы. При этом устанавливается количественная связь между уровнем облучения и тем эффектом, который обусловлен воздействием ИИ. На основе установленных критериев опасности воздействия ИИ на организм человека разрабатывается система допустимых пределов этого воздействия, оформленных в виде законодательных документов.

При разработке способов и методов оценки и прогнозирования радиационной безопасности изучают характеристики источников ИИ, изменения их уровней на различных этапах технологического процесса и рабочих местах; изучают закономерности распространения радиоактивных веществ, характер и масштабы их воздействия на персонал и население.

Обеспечение безопасности использования ИИ осуществляется комплексом проектных, инженерно-технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, которые направлены на ре-

шение двух задач: 1) снижение уровня облучения персонала и населения до регламентирующих пределов; 2) создание эффективной системы контроля, которая позволяла бы оперативно регистрировать изменения различных параметров радиационной обстановки, на основе которых можно было бы судить об уровнях облучения людей и радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды.

К техническим мероприятиям относятся: создание передвижных и стационарных ограждений, автоматизация и механизация технологических процессов, очистка воздуха от РВ на выбросе и др.

Медико-санитарные мероприятия включают установление санитарно-защитных зон, принудительный санитарно-пропускной режим, установление перечня индивидуальной и коллективной защиты, контроль за состоянием здоровья.

К числу организационных мероприятий относят установление соответствующих режимов труда, исключающих переоблучение персонала и населения.

Основные принципы радиационной безопасности определены законом Республики Беларусь «О радиационной безопасности населения» (1998) и НРБ–2000. Они следующие: 1) не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения человека от всех источников излучения (*принцип нормирования*); 2) запрещение всех видов деятельности по использованию источников излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным облучением (*принцип обоснования*); 3) поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника излучения (*принцип оптимизации*).

Указанные принципы радиационной безопасности обеспечивают радиационную безопасность населения при нормальной эксплуатации источников излучения.

2.2. Нормирование радиационного воздействия. Основные дозовые пределы

Нормирование радиационного воздействия, основные дозовые пределы определены НРБ–2000, ОСП–2002, РДУ–99.

НРБ–2000 применяются для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ИИ. Нормы распространяются на следующие виды воздействия ИИ на человека:

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

В основу обеспечения радиационной безопасности при нормальной эксплуатации источников излучения в НРБ–2000 положены принципы нормирования, обоснования и оптимизации, о которых было указано выше.

В НРБ–2000 население представлено категориями:

- персонал – лица, работающие с техногенными источниками ИИ;
- все население – лица, не работающие с источниками ИИ.

Для категорий облучаемых лиц устанавливаются три класса нормативов:

- основные дозовые пределы (ПД – пределы доз);
- допустимые уровни многофакторного воздействия (для одного радионуклида);
- контрольные уровни.

Таблица 2.1

Основные дозовые пределы

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год (2–5 бэр)	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв/год (0,1–0,5 бэр)
Эквивалентная доза за год:		
– хрусталик глаза	150 мЗв (15 бэр)	15 мЗв (1,5 бэр)
– кожа	500 мЗв (50 бэр)	50 мЗв (5 бэр)
– кисти, стопы	500 мЗв (50 бэр)	50 мЗв (5 бэр)

Допустимые уровни определяются пределами годового поступления (ПГП), допустимыми среднегодовыми объемной (ДОА) и удельной (ДУА) активностями.

Устанавливается время облучения в течение календарного года для персонала – 1700 часов, для населения – 8800 часов.

Контрольные уровни устанавливаются администрацией учреждения (органами здравоохранения по согласованию с органами надзора). Численное значение их принимается таким, чтобы было гаранти-

ровано не превышение основных дозовых пределов и реализация принципа снижения облучения.

Эффективная доза для персонала не должна превышать за период трудовой деятельности (50 лет) – 1000 мЗв (100 бэр), а для населения за период жизни (70 лет) – 70 мЗв (7 бэр).

Для женщин в возрасте до 45 лет, работающих с источниками ИИ введены дополнительные ограничения: эквивалентная доза в коже на поверхности нижней части живота не должна превышать 1 мЗв в месяц (0,1 бэр в месяц), а поступление радионуклидов в организм не должно превышать за год 1/20 предела годового поступления для персонала (1 мЗв в год).

НРБ–2000 устанавливают ограничения для беременных женщин, для кормящих грудью детей, для студентов и учащихся в возрасте до 21 года.

При локализации аварии, требующей спасения людей, предотвращения дальнейшего развития аварии, облучения большого количества людей, разрешено повышенное облучение в дозе не более 100 мЗв в год, а в отдельных случаях – 200 мЗв в год (20 бэр).

Планируемое повышенное облучение допускается только для мужчин в возрасте старше 30 лет при их добровольном письменном согласии.

ОСП–2002 определяют пути обеспечения радиационной безопасности, требования к радиационному контролю, требования к администрации, персоналу и гражданам, требования к радиационной безопасности персонала и населения при эксплуатации техногенных и природных источников ИИ и др.

РДУ–99 устанавливают допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде.

2.3. Физические основы защиты от ионизирующего излучения

Защитные мероприятия, позволяющие обеспечить условия радиационной безопасности, основаны на знании законов распространения ИИ и характера их воздействия на человека и взаимодействия с веществом.

Главные из них следующие:

- доза внешнего облучения пропорциональна интенсивности излучения и времени воздействия;
- интенсивность излучения от точечного источника пропорциональна количеству квантов или частиц, возникающих в нем за едини-

цу времени и обратно пропорционально квадрату расстояния
 $K = K_{\gamma} \cdot A / r^2$;

– интенсивность излучения может быть уменьшена с помощью экранов.

Отсюда вытекают основные принципы физической защиты от ИИ: 1) уменьшение мощности источника ИИ до минимальных величин (*защита количеством*); 2) сокращение времени работы с источником ИИ или времени воздействия ИИ на биологический объект (*защита временем*); 3) увеличение расстояния от источников ИИ до облучаемых (*защита расстоянием*); 4) экранирование источников излучения материалами, поглощающими ИИ (*защита экранированием*).

Защита количеством основывается на уменьшении мощности источника ИИ в прямой пропорции. В практике этот способ не имеет широкого применения, т. к. уменьшение активности источника увеличивает сроки облучения различных объектов, подверженных воздействию ИИ.

Защита временем основывается на сокращении времени работы с источниками ИИ или времени пребывания на радиационно загрязненной местности.

Защита расстоянием основывается на удалении людей от источников ИИ.

Защита экранированием основывается на применении материалов, поглощающих ИИ. Толщина экранов определяется мощностью и видами излучений (α -, β -, γ -излучения).

К физическим мерам защиты от ИИ относится защитное мероприятие, называемое *вмешательством*.

Вмешательство – это действие, направленное на предотвращение, либо снижение неблагоприятных последствий облучения или комплекса неблагоприятных последствий радиационной аварии.

При принятии решения на вмешательство руководствуются следующими принципами:

- вмешательство должно принести больше пользы, чем вреда;
- форма, масштаб и длительность вмешательства должны быть оптимизированы таким образом, чтобы чистая польза от снижения радиационного ущерба за вычетом ущерба, связанного с вмешательством, была бы максимальной.

Вмешательство осуществляется при использовании одного или нескольких следующих защитных мероприятий:

- укрытие населения в защитных сооружениях;
- назначение препаратов стабильного йода;
- эвакуация и отселение;
- защита органов дыхания и индивидуальная санитарная обработка;
- контроль доступа в зараженные районы;
- изъятие из потребления загрязненных продуктов и воды;
- перепрофилирование сельскохозяйственного производства;
- проведение агротехнических мероприятий;
- дезактивация местности и объектов.

Эти мероприятия могут приводить к нарушению нормальной жизнедеятельности населения, хозяйственного и социального функционирования территорий; могут повлечь за собой ущерб экономический и неблагоприятные изменения в экосистемах.

Ситуации вмешательства включают два уровня облучения людей: хроническое и острое. Срочное вмешательство необходимо при прогнозируемом *остром* облучении человека в течение не более 2-х суток в следующих поглощенных дозах:

- все тело (красный костный мозг) – 1 Гр.;
- легкие – 6 Гр.;
- кожа – 3 Гр.;
- хрусталик глаза и гонады – 2 Гр.;
- щитовидная железа – 5 Гр.;
- плод – 0,1 Гр.

Вмешательство при хроническом облучении за календарный год осуществляется при следующих уровнях поглощенной дозы: гонады – 0,2 Гр., кожа, кости, мышцы – 0,4 Гр., хрусталик – 0,1 Гр.

Уровни вмешательства для временного отселения населения:

- для начала отселения – 30 мЗв в месяц;
- для окончания отселения – 10 мЗв в месяц.

2.4. Основные характеристики ионизирующих излучений

Ионизирующим излучением (ИИ) называют любое излучение, взаимодействие которого со средой приводит к ионизации молекул и атомов среды.

Ионизация – процесс превращения нейтральных молекул и атомов среды (вещества) в электрически заряженные частицы (ионы). Ионизация происходит в результате отрыва одного или нескольких

электронов от электронной оболочки атома или присоединения к ней избыточных электронов. В результате отрыва электронов образуются положительные, а в результате присоединения – отрицательные ионы. В процессе ионизации возникает возбуждение атомов, причиной которого являются структурные перестройки в атоме.

Различают корпускулярное (непосредственное) ИИ и косвенное (фотонное) ИИ.

Корпускулярное ИИ представляет собой поток заряженных частиц с массой покоя отличной от нуля. Оно включает: альфа- и бета-частицы, электроны, позитроны, протоны и др.

Косвенное ИИ состоит из фотонов и незаряженных частиц, т. е. вторичного непосредственно ИИ. К косвенному ИИ относятся: гамма-излучение, рентгеновское, характеристическое рентгеновское излучение (ХРН), тормозное рентгеновское излучение, потоки нейтронов и незаряженных частиц (мезонов, гиперонов) и др.

Все виды излучений, в т. ч. радиоволны, инфракрасный и видимый свет, ультрафиолетовое излучение, имеют одну и ту же природу и представляют собой поток электромагнитных колебаний, распространяющийся в вакууме со скоростью равной 300 тыс. км/с. Различаются эти излучения условиями образования их, а также свойствами (длиной волны и энергией).

В процессе взаимодействия ИИ с веществом изменяется его энергетическое и пространственно-временное распределение. Для установления закономерностей распространения и поглощения ИИ в среде необходимо знать, сколько частиц или фотонов, с какой энергией и в каком направлении приходят в каждую точку пространства, т. е. иметь представление о поле ионизации. Для характеристики поля ИИ введены понятия:

- поток частиц и поток энергии;
- плотность потока частиц и плотность потока энергии;
- флюенс (перенос) частиц и флюенс энергии.

Поток ИИ (F) есть отношение числа частиц (dN), проходящих через данную поверхность за интервал времени (dt), к этому интервалу:

$$F = dN / dt, \text{ с}^{-1}.$$

Поток энергии ИИ есть отношение потока суммарной энергии частиц (dW), проходящего через данную поверхность за интервал времени (dt), к этому интервалу:

$$F_W = dW / dt; \text{ Дж/с; Вт; ЭВ.}$$

Плотность потока ионизирующих частиц (ϕ) есть отношение потока частиц, проникающих в элементарную сферу, к площади центрального сечения (dS) этой сферы:

$$\phi = dF / dS; 1/\text{с} \cdot \text{м}^2; \text{част/мин} \cdot \text{см}^2.$$

Плотность потока энергии (ϕ_W) есть отношение потока энергии ионизирующих частиц, проникающих в элементарную сферу, к площади центрального сечения (dS) этой сферы:

$$\phi_W = dF_W / dS; \text{Дж/с} \cdot \text{м}^2; \text{Вт/м}^2.$$

Флюенс (перенос) ионизирующих частиц (Φ) есть отношение числа частиц (dN), проникающих в элементарную сферу, к площади центрального сечения этой сферы:

$$\Phi = dN / dS; 1/\text{м}^2.$$

Флюенс энергии есть отношение потока суммарной энергии ионизирующих частиц (dW), проникающего в элементарную сферу, к площади центрального сечения (dS) этой сферы:

$$\Phi_W = dW / dS; \text{Дж/м}^2; \text{ЭВ/м}^2.$$

2.5. Источники ионизирующих излучений. Естественные и искусственные источники радиации

Естественными радиоактивными веществами принято считать такие, которые образовались и постоянно вновь образуются без участия человека. Это, прежде всего, радиоактивные элементы трех радиоактивных семейств (урана, тория, актиния), имеющие периоды полураспада от долей секунд до нескольких миллиардов лет, а также радиоактивные элементы, образовавшиеся одновременно с образованием планет Солнечной системы.

Естественные источники ИИ, формирующие естественный радиационный фон, включают: внешние источники внеземного происхождения (космическое излучение), внешние источники земного происхождения, внутренние источники (радионуклиды организма человека).

Космическое излучение (КИ) состоит из потока ядерных частиц, приходящих на земную поверхность из различных областей межзвездного пространства. Средняя энергия к/частиц составляет $10^{10} \dots 10^{19}$ ЭВ.

Космическое излучение подразделяется на первичное и вторичное. Первичное КИ состоит из протонов (92 %), ядер атомов гелия (7 %), ядер атомов бериллия, лития, углерода, кислорода и др. частиц.

Вторичное КИ возникает в результате взаимодействия космических частиц с атомами и молекулами воздуха.

Земная радиация образуется: 1) от радиоактивных изотопов, входящих в состав радиоактивных семейств; 2) генетически не связанных с радиоактивными семействами элементов (калий-40, кальций-48, элементы-лантаноиды); 3) радиоактивных изотопов, непрерывно возникающих на Земле в результате ядерных реакций под воздействием КИ (углерод-14, тритий-3).

Существенный вклад в естественную радиоактивность вносит невидимый газ – радон. Радон не имеет запаха, в 7,5 раз тяжелее воздуха, выделяется в процессе радиоактивного распада повсеместно, скапливается в неизменных местах, подвалах. Внутрь помещения радон поступает из грунта, высвобождается из конструкций дома. Согласно оценке НКДАР ООН радон вместе со своими дочерними продуктами распада ответственен примерно за 3/4 годовой индивидуальной эффективной дозы облучения. Для удаления радона из помещения необходимо иметь хорошо работающие вентиляционные системы и вытяжки.

Радиоактивность тела человека обусловлена присутствием в организме тех радиоактивных изотопов, которые встречаются в биосфере.

Искусственные источники радиации включают ИИ, используемые в медицине, при создании ядерного оружия, на предприятиях ядерной промышленности, урановых рудниках, заводах по очистке урановых концентратов и изготовлению ТВЭЛов, экспериментальных и энергетических реакторах, при испытании ядерного оружия.

В процессе работы АЭС и экспериментальных реакторов образуются газообразные, жидкие и твердые радиоактивные отходы в зависимости от видов теплоносителей.

При воздействии естественных и искусственных источников ИИ организм человека получает внешнее или внутреннее облучение. Внешнее облучение – от источника ИИ, находящегося вне организма; внутреннее – от источника, находящегося внутри организма. Доза внутреннего облучения зависит от вида излучений, их энергии, характера распределения по органам и тканям и эффективного периода полувыведения ($T_{эф}$).

$$T_{\text{эф}} = \frac{T_6 \cdot T_{1/2}}{(T_6 + T_{1/2})},$$

где T_6 – биологический период полувыведения;

$T_{1/2}$ – период полураспада.

Биологический эффект от облучения организма выражается в развитии острой или хронической лучевой болезни и возникновения отдаленных последствий.

2.6. Биологическое действие ионизирующих излучений

2.6.1. Особенности биологического действия ионизирующего излучения (ИИ) на живой организм

При изучении действия ИИ на организм определены следующие особенности:

1) высокая эффективность поглощенной энергии. Малые количества поглощенной энергии излучения могут вызвать глубокие биологические изменения в организме;

2) наличие скрытного, или инкубационного, периода, проявления действия ИИ;

3) действие от малых доз может суммироваться или накапливаться (эффект кумуляции);

4) излучение действует не только на данный живой организм, но и на его потомство (генетический эффект);

5) различные органы живого организма имеют свою чувствительность к облучению (радиационный риск поражения);

6) не каждый организм в целом одинаково реагирует на облучение;

7) на степень облучения организма влияет частота облучения.

Реакция организма на облучение зависит от функционального состояния организма перед облучением, вида и дозы облучения, линейной передачи энергии, условий облучения, распределения поглощенной дозы в организме и размеры облучаемой поверхности;

8) внешнее облучение альфа- и бета-частицами менее опасно из-за небольшого пробега в ткани и невозможности достигать кровеносных и других внутренних органов;

9) в результате внешнего облучения нейтронным потоком в организме образуются различные радиоактивные вещества (например, радионуклиды натрия, фосфора и др.). При этом организм временно становится носителем радиоактивных веществ;

10) при попадании внутрь организма радионуклидов происходит внутреннее облучение. Опасность его определяется особенностями метаболизма (взаимодействия α -, β -, γ -излучений с тканями организма), удельной активностью, путями поступления радионуклидов в организм.

2.6.2. Механизм воздействия ИИ на человека

Воздействие ИИ на человека происходит двумя путями: прямым (на клеточном уровне) и косвенным (на уровне всего организма человека, его органов и систем).

Прямым путем поражения клетки человеческого организма является поглощение энергии излучения молекулами-мишенями, при этом атомы, составляющие молекулу, возбуждаются и ионизируются.

Косвенным путем поражения клетки являются химические реакции в результате радиационного разложения воды. Рассмотрим механизмы воздействия ИИ на организм человека каждым из этих путей.

Прямой путь поражения клеток. Тело человека состоит из молекул, клеток, белка, жиров, углеводов, воды, различных ферментов, микроэлементов и т. д. Воздействие ИИ происходит на атомном или молекулярном уровне независимо от вида облучения (внешнего или внутреннего). Клетка человеческого организма состоит из оболочки, заполненной веществом, цитоплазмой, ядра и ряда клеточных оргanelл. Ядро – это биомолекула ДНК (дозоксирибонуклеиновая кислота), состоящая из оснований, 46 хромосом и аминокислот. Ядро окружено мембраной. Вокруг ядра в среде цитоплазмы находятся молекулы РНК, белка и ферментов. Все они выполняют определенные функции: транспортные, информационные, памяти, энергетические и др. ДНК представляет собой двойную закрученную спираль, у которой основания попарно соединены. Основания состоят из атомов кислорода, азота, водорода и углерода. Каждое основание выполняет определенные функции, является кодирующим элементом ДНК. Последовательность трех оснований в цепи ДНК кодирует одну определенную аминокислоту. Каждый участок в цепи ДНК, кодирующий определенный белок, образует *ген*. Связь между аминокислотами – ковалентная.

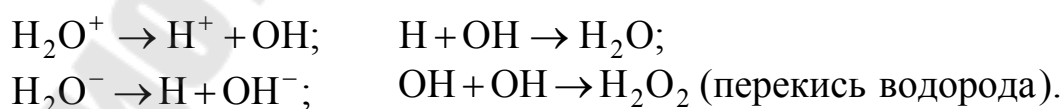
При воздействии ИИ на молекулу ДНК она возбуждается, но из-за миграции энергии в ней происходит разрыв в самом слабом месте, т. е. разрываются связи между аминокислотами за счет выбивания электронов из ковалентных связей.

Клетка способна к репарации (восстановлению) ДНК. Вырабатываемый в основаниях ДНК фермент позволяет восстановить до семи разорванных связей. Если количество разорванных связей больше семи, происходит гибель молекулы ДНК. Следовательно, в молекуле ДНК разрушаются гены, белок и основания.

Степень разрушения клетки зависит не только от поглощенной дозы, но и ее распределения во времени. Если полученная доза растянута во времени, то ущерб будет меньше. Особенно это касается делящихся клеток. Делящиеся клетки относят к радиочувствительным. Такими являются кроветворные клетки костного мозга, зародышевые клетки семенников, кишечный и плоский эпителий. Последствия для делящихся клеток зависят от того, на какой фазе деления клетки имеют место облучения. Возможны три варианта последствий облучения клетки:

- полное выживание клетки без последствий;
- процесс выживания и деления осложнен и клетка погибает;
- появление живой, но измененной клетки. *Этот вариант опасен, так как может быть порожден процесс бесконтрольного деления измененных клеток и развитие рака.*

Косвенное воздействие ИИ на человека. При косвенном воздействии ИИ на организм человека в нем происходит образование свободных радикалов, порождающие высокие окислительные процессы в организме. Свободные радикалы – это атомы и молекулы с неспаренным электроном на внешней орбите. Их образование происходит следующим образом. Известно, что человеческий организм содержит 70–80 % воды. При взаимодействии ИИ с водой происходит выбивание электронов из молекул воды с образованием молекулярных ионов (H_2O^+ , H_2O^-). Ионы воды нестабильны и химически реактивны. Возникающие ионы воды распадаются с образованием ряда радикалов (H , O_2 , OH , HO_2 , H_2O_2), которые взаимодействуют между собой и другими клетками организма.



Особенно опасен радикал HO_2 . Он образуется следующим образом:



Гидропероксид обладает высокой окислительной способностью. Его выход зависит от парциального давления кислорода. При сниже-

нии концентрации кислорода эффект лучевого воздействия уменьшается в период облучения из-за уменьшения взаимодействия радикалов с кислородом. Кислородный эффект отсутствует при облучении биообъектов излучением с высоким значением линейной передачи энергии (ЛПЭ), например, нейтронами. Это явление объясняется тем, что при взаимодействии нейтрона с веществом создается высокая удельная концентрация радикалов ОН.

Возникшие в результате взаимодействия ИИ с водой радикалы вступают в реакции с растворенными молекулами различных соединений, образуют вторично-радикальные продукты. Химические реакции с молекулами белка, ферментов и др. структурных элементов биологической ткани, возникающие при вторично-радикальном процессе, приводят к изменениям биохимических процессов в организме. Происходит повреждение систем синтеза нуклеиновых кислот, нарушаются обменные процессы, подавляется активность ферментных систем, замедляется и прекращается рост тканей. В организме возникают новые химические соединения – *радиотоксины* (сильные окислители – яды), приводящие к нарушению функций отдельных систем и организма в целом.

В общем, степень выживания организма зависит от целого ряда факторов: величины дозы, времени облучения, массы тела, наличия хронических болезней, вида ИИ, внутреннего и внешнего облучения, возраста человека, облучения всего тела или его части, непрерывного или фракционного облучения.

2.6.3. Острые и хронические лучевые поражения

Ионизирующая радиация обладает высокой проникающей способностью. Ее энергия поглощается атомами и молекулами. При этом происходит образование ионов, радикалов, возбужденных атомов и молекул – это так называемые первичные радиационно-химические изменения. Вслед за ними развиваются вторичные нарушения биохимических и физиологических процессов в организме.

Радиационные эффекты облучения человека подразделяются на нестохастические (соматические), стохастические (вероятностные) эффекты и терратогенное действие. Нестохастические включают ближайшие и отдаленные последствия. К ближайшим относят острые и хронические лучевые болезни, локальные лучевые поражения (лучевые ожоги кожи, лучевые катаракты, стерилизации, эпиляции). Отдаленные включают радиосклеротические процессы. Стохастические включают соматико-стохастические (лейкозы, опухоли) и генетиче-

ские (мутации и хромосомные аберрации) эффекты. Терратогенное действие проявляется в уродствах, умственной отсталости, риске развития рака.

Для острых лучевых воздействий характерно наличие связи между уровнем облучения и реакцией организма.

Классификация острых лучевых болезней:

1-я степень (легкая) – 1–2,0 Гр. (100–250 рад);

2-я степень (средняя) – 2,0–4,0 Гр. (250–400 рад);

3-я степень (тяжелая) – 4,0–6,0 Гр. (400–600 рад);

4-я степень (крайне тяжелая) – > 6 Гр. (> 600 рад).

Крайне тяжелая включает: переходную – 6–10 Гр., кишечную – 10–80 Гр., церебральную – > 80 Гр.

Длительное облучение организма в малых дозах приводит к развитию хронической лучевой болезни. Она развивается при суммарных дозах 0,7–1,0 Зв и мощности облучения 1–5 мЗв за одни сутки. Облучение может быть общим или местным.

Условно выделяют три степени заболевания хронической лучевой болезнью: *легкая, средняя и тяжелая.*

Признаки хронической лучевой болезни в отличие от острой растянуты во времени. Они связаны с повреждением радионуклидами отдельных органов и тканей. При небольших дозах радиации наиболее опасно повреждение ядра (ДНК). Повреждение ядра дает толчок для повреждения генетического кода. Почти все образовавшиеся радикалы воды разрушают мембрану, функция клетки теряется.

Одна из характерных особенностей лучевой болезни состоит в том, что спустя 10–20 и более лет, в казалось бы, полностью «выздоровевшем» организме возникают различные изменения, которые называются *отдаленными последствиями облучения*. В отдаленном периоде могут возникать два вида вероятностных (стохастических) эффектов:

– *соматические* (телесные) эффекты облучения (злокачественные опухоли);

– *генетические* эффекты (врожденные уродства и нарушения передаются по наследству).

Эти эффекты возникают в результате мутаций и других нарушений в клеточных структурах: в первом случае – в неполовых соматических клетках органов и тканей; во втором – в половых клетках яйчников и семенников.

К отдаленным последствиям относят:

- 1) иммунологические сдвиги, ведущие к снижению сопротивляемости организма различным заболеваниям;
- 2) сокращение продолжительности жизни;
- 3) лейкозы;
- 4) катаракта;
- 5) нефросклероз;
- 6) устойчивое повышение артериального давления;
- 7) другие последствия.

2.7. Катастрофа на ЧАЭС и ее последствия для Республики Беларусь

2.7.1. Причины катастрофы на ЧАЭС и особенности радиоактивного загрязнения местности Республики Беларусь

26 апреля 1986 г. в 1 ч 23 мин 44 с по московскому времени произошла крупнейшая по масштабам и сложности авария на Чернобыльской АЭС.

Причинами катастрофы на ЧАЭС явились:

- 1) допущенные персоналом АЭС грубые нарушения правил эксплуатации и технологического режима реакторной установки;
- 2) нечеткие знания персоналом принципов работы реакторной установки типа РБМК–1000;
- 3) конструктивные недостатки в реакторе (отсутствовала самозащита реактора в случае неправильных действий персонала).

Наслоение неверных эксплуатационных решений, усугубленное некоторыми конструктивными недостатками РБМК, в т. ч. и нестабильностью работы реактора на низких уровнях мощности привело к резкому высвобождению ядерной энергии, разогреву активной зоны реактора и теплоносителя (H_2O), что и обусловило тепловой взрыв.

В момент теплового взрыва реактора на ЧАЭС произошел выброс диспергированного (отработанного) ядерного топлива из разрушенного реактора на высоту более 1 км.

Активность выброшенных из реактора продуктов деления без инертных газов на 26.04.1986 г. составляла $7,4 \div 8 \cdot 10^{17}$ Бк (20–22 МКи).

В период с 26 апреля по 10 мая 1986 г. (реактор был заглушен) происходило формирование зоны радиоактивных выпадений. Радиоактивная струя распространялась в зависимости от метеоусловий

и скорости ветра. На территории южных областей Беларуси сформировался наземный след в виде пятен радиоактивности.

Радиоактивное загрязнение местности имеет следующие особенности:

1) на следе радиоактивных (веществ) выбросов ЧАЭС снижение уровня радиации происходило более медленно, чем на следе ЯВ;

2) неравномерное выпадение радиоактивных осадков на местности (пятнистый характер).

Образованию «пятен» способствовало: длительное истечение радиоактивной струи из разрушенного реактора; с изменением направления ветра менялось направление радиоактивного облака; неравномерное очищение атмосферы от радиоактивных изотопов;

3) распределение и перенос радиоактивных веществ происходил, в основном, в приземном слое атмосферы;

4) радиоактивные частицы следа ЧАЭС мелкодисперсные, легко растворимые и хорошо всасываемые в желудочно-кишечном тракте, а также в верхних дыхательных путях и легких.

В развитии аварии на ЧАЭС различают три стадии, каждая из которых требует определенных мер по радиационной защите населения.

Первая стадия – выброс из реактора смеси летучих продуктов деления ядерного топлива. К ним относятся следующие радиоизотопы: криптон-85, ксенон-133, тритий, углерод-14, цезий-134, -137, йод-131, теллур-132 и др. На первой стадии наибольшую радиационную опасность представляет мощное гамма-излучение облака, образованного летучими радионуклидами. Единственным способом защиты от проникающего гамма-излучения является экранировка населения стенами жилых домов, подвалами, ПРУ и убежищами.

На второй стадии развития аварии основным фактором радиационной обстановки становится поступление в организм человека радиоактивных изотопов йода, в основном по пищевой цепочке «травяно-корова-молоко-щитовидная железа». Особенно острыми в радиационном отношении были первые две недели после аварии. Уже через два месяца количество йода-131 уменьшилось в 250 раз.

Третья стадия определяется долгоживущими радионуклидами (цезий-137, стронций-90, плутоний-239, 246, 241 и др.).

В аварийном выбросе на ЧАЭС выделены три формы радионуклидов: 1) радионуклиды, включенные в разрушенную топливную матрицу (оболочек ТВЭЛов); 2) аэрозоли различной дисперсности; 3) парогазовая форма.

2.7.2. Последствия радиоактивного загрязнения местности для Республики Беларусь

Социально-экономические потери Республики Беларусь

Катастрофа на ЧАЭС оказала воздействие на все сферы общественной жизни, образования, культуры, производства, экономику Республики Беларусь. Из общего потребления исключены значительные природные ресурсы – пахотная земля, леса, полезные ископаемые и др. Существенным образом изменились условия функционирования объектов производственного и социального назначения, расположенных на территориях, загрязненных радионуклидами. Из сельхозоборота выведено 2,64 тыс. км² сельхозугодий, ликвидировано 54 колхоза и совхоза, закрыто 9 заводов перерабатывающей промышленности АПК. Резко сократились посевные площади и валовой сбор сельхозкультур, существенно уменьшилось поголовье скота. Значительно уменьшены размеры пользования лесными, минерально-сырьевыми и другими ресурсами. В зоне загрязнения оказалось 132 месторождения различных видов минерально-сырьевых ресурсов. Из планов проведения геолого-разведочных работ исключены территории Припятской нефтегазоносной области, ресурсы которой оценены в 52,2 млн тонн нефти. Ежегодные потери древесных ресурсов в настоящее время превышают 2 млн м³, а к 2010 г. они достигнут 3,5 млн м³.

Ущерб, нанесенный республике катастрофой, составляет 235 млрд долларов США. Структура ущерба, оцененного до 2015 г., составляет:

- 1) затраты, связанные с поддержанием функционирования производства и осуществлением защитных мер (около 190 млрд долларов США);
- 2) прямые и косвенные потери (около 30 млрд долларов США);
- 3) упущенная выгода (около 14 млрд долларов США).

Масштабы катастрофы потребовали принятия и реализации ряда чрезвычайных мер. В республике на первом этапе было эвакуировано 24,7 тыс. человек. К 1995 г. из зон загрязнения было переселено порядка 130 тыс. человек. Для переселения такого количества людей и их жизнеобеспечения потребовалось создание новых поселений и рабочих мест, перепрофилирование предприятий и организаций, развитие сети школ и детских дошкольных учреждений.

2.7.3. Последствия для здоровья населения

Как показали наблюдения (статистика) за здоровьем населения, проживающего и переселенного с территорий с уровнем радиоактивного загрязнения по цезию-137 выше 555 кБк/км² (15 Ки/Ки²), отмечается рост показателей болезненности и заболеваемости по всем основным видам болезней. Наиболее часто встречаются болезни бронхо-легочной системы, кровообращения, пищеварения, нервной, эндокринной систем и органов чувств. Показатель заболеваемости по ним превышает среднереспубликанский в 2,1–9,8 раза.

Последствия аварии для здоровья населения:

- онкологические заболевания (увеличились в 7–22 раза);
- ослабление иммунной системы (рост простудных и др. заболеваний);
- генетические последствия (увеличились с 18 до 30 %);
- преждевременное старение и сокращение жизни;
- обострение хронических болезней (всего 34);
- усиление тяжести заболеваний и увеличение их длительности;
- медленное выздоровление после болезней;
- уменьшение чувствительности организма к лекарственным препаратам;
- преждевременные роды и выкидыши;
- появление аллергических реакций;
- появление катаракты с последующей потерей зрения;
- отклонения в психике;
- возникновение диспропорций в росте детского организма;
- медленное увеличение веса ребенка;
- увеличение количества заболеваний крови (в 7 и более раз);
- рост количества туберкулезных больных.

Оценка состояния здоровья основных категорий пострадавших производится путем анализа результатов диспансеризации 1,6 млн чел., в т. ч. 344 тыс. детей.

Основные категории пострадавших:

- участники ликвидации последствий катастрофы на ЧАЭС;
- эвакуируемые в 1986 г.;
- отселенные в 1987–1990 гг.;
- проживающие на загрязненных территориях;
- дети, родившиеся от облученных родителей.

2.7.4. Экологические последствия для Республики Беларусь

Радиационно-экологическая обстановка в РБ в результате катастрофы на ЧАЭС характеризуется следующими показателями:

Таблица 2.3

Загрязненность территории Республики Беларусь по областям

Области	Количество администр. районов	Загрязнено районов	Площадь загрязнения, тыс. га	Показатель загрязнения, %
Гомельская	21	20	92800	73
Могилевская	21	10	432,2	30,5
Брестская	16	7	72,8	5,3
Гродненская	16	6	54,6	4,3
Минская	22	11	71,5	4
Витебская	24	1	0,3	0,01

Почвенный комплекс после катастрофы превратился в накопитель, где происходит аккумуляция и длительное удержание долгоживущих радионуклидов. Загрязненная почва сегодня функционирует как основной источник, поставляющий радионуклиды в различные компоненты биосферы.

Наблюдения показали, что основное содержание цезия-137 в почвах находится на глубине 2–10 см; стронция-90 – до 80 см. Плутоний обнаруживается в основном на глубине 0–5 см.

В результате естественного радиоактивного распада цезия-137 площадь радиоактивного загрязнения постепенно уменьшается. Построены прогнозные карты загрязнения цезием-137 на 2016 и 2046 г. К 2016 г. площадь загрязнения Беларуси цезием-137 с уровнем 37 кБк/м² и более уменьшится в 1,5 раза по сравнению с первоначальной (1986 г.), а к 2046 г. – в 2,4 раза.

Загрязнение территории республики стронцием-90 составило около 10 %, а плутонием с плотностью загрязнения более 0,37 кБк/м² – почти 2 %. Эти территории находятся преимущественно на юге республики. В настоящее время за счет естественного распада плутония-241 отмечается рост удельной активности америция-241, который является более опасным с радиологической точки зрения. Продолжает оставаться в верхнем корнеобразующем слое почв 70–90 % цезия-137, 40–60 % стронция-90, до 95 % запаса трансурановых элементов.

2.7.5. Радиационная (социальная) защита

Защита от воздействия ионизирующих излучений (ИИ) включает в себя комплекс административных, санитарно-гигиенических и других профилактических мероприятий, направленных на исключение или ограничение уровней облучения персонала и населения, а также на предотвращение радиоактивного загрязнения окружающей среды. Она достигается:

- нераспространением ядерного оружия и радиоактивных материалов;
- контролем над производством, перемещением и использованием радиоактивных материалов;
- соблюдением международных договоров о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космосе, под водой;
- разработкой научно-обоснованных правил и норм безопасности при работе с источниками ИИ;
- обеспечением высокой эксплуатационной надежности ядерных реакторов и установок;
- профессиональным отбором и высоким уровнем подготовки персонала радиационно-опасных объектов;
- использованием средств коллективной и индивидуальной защиты;
- оповещением населения о радиационных авариях;
- эффективным применением основных принципов защиты (временем, расстоянием, экранированием);
- дезактивацией местности, зданий, техники, объектов окружающей среды;
- санитарной обработкой людей в случае радиационной аварии;
- прогнозированием ситуаций на радиационно-опасных объектах;
- ведением разведки, наблюдения и лабораторного контроля;
- уровнем радиоактивного загрязнения местности;
- защитой от загрязнения радиоактивными веществами продуктов питания, воды и фуража;
- планированием и осуществлением мероприятий по радиационной защите в первые 10 дней после аварии на АЭС и в последующий период;
- четким выполнением населением санитарно-гигиенических мероприятий при проживании в зонах радиоактивного загрязнения;
- радиационным и медицинским контролем;
- разработкой и внедрением технических средств защиты;

- выполнением научно-обоснованных правил режимов питания, использованием радиопротекторов;
- выполнением режимно-ограничительных мероприятий на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению;
- другими мероприятиями, обеспечивающими в комплексе радиационную защиту.

Литература

1. Постник, М. И. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях : учебник / М. И. Постник. – Минск : Высш. шк., 2003. – 398 с.
2. Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях : учебник для вузов / под ред. М. И. Постника. – Минск : Універсітэцкае, 1997. – 278 с.
3. Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / под общей ред. С. В. Белова. – Минск : Высш. шк., 1999. – 448 с.
4. Безопасность жизнедеятельности : учебник / под ред. С. В. Белова. – Москва : Высш. шк., 2002. – 357 с.
5. Дорожко, С. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб. пособие / С. В. Дорожко [и др.]. – Минск : Технопринт, 2001. – Ч. 1. – 222 с.
6. Дорожко, С. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб. пособие / С. В. Дорожко [и др.]. – Минск : Технопринт, 2003. – Ч. 3. – 209 с.
7. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб. пособие / под ред. В. А. Круглова. – Минск : Амалфея, 2003. – 368 с.
8. Жалковский, В. И. Защита населения в чрезвычайных ситуациях : учеб. пособие / В. И. Жалковский, З. С. Ковалевич. – Минск : Мисанта, 1998. – 112 с.
9. Михнюк, Т. Ф. Безопасность жизнедеятельности : учеб. пособие / Т. Ф. Михнюк. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 240 с.
10. Маргулис, У. Я. Атомная энергия и радиационная безопасность / У. Я. Моргулис. – Москва : ЭАИ, 1988. – 224 с.
11. Бударков, В. А. Радиобиологический справочник / В. А. Бударков, В. А. Киршин, А. Е. Антоненко. – Минск : Ураджай, 1992. – 336 с.
12. Нормы радиационной безопасности // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2000. – № 35. – 8/3037.
13. Основные санитарные правила // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2002. – № 35. – 8/7859.
14. О защите населения и территорий : Закон Респ. Беларусь, 5 мая 1998 г., № 143-3 // Ведомости Нац. собрания Респ. Беларусь. – 1998. – № 19.
15. О радиационной безопасности населения : Закон Респ. Беларусь, 5 янв. 1998 г., № 122-3 // Ведомости Нац. собрания Респ. Беларусь. – 1998. – № 5.

Содержание

Введение.....	3
Раздел 1. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях.....	4
1.1. Источники опасности и особенности защиты населения Республики Беларусь в чрезвычайных ситуациях.....	4
1.2. Чрезвычайные ситуации техногенного характера.....	8
1.3. Основные свойства сдьяв, влияние их на человека и защита от них.....	16
1.4. Экологические последствия заражения атмосферы и местности СДЯВ.....	18
1.5. Чрезвычайные ситуации экологического характера.....	20
1.6. Стихийные бедствия и чрезвычайные ситуации биологического характера.....	23
1.7. Организация защиты населения, объектов хозяйствования и природной среды в ЧС.....	29
1.8. Основы устойчивости работы объектов в чрезвычайных ситуациях. Факторы, влияющие на устойчивость.....	34
1.9. Прогнозирование и предупреждение чрезвычайных ситуаций.....	36
1.10. Основные способы защиты населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.....	40
Раздел 2. Основы радиационной безопасности.....	47
2.1. Цели, задачи и основные принципы радиационной безопасности.....	47
2.2. Нормирование радиационного воздействия. Основные дозовые пределы.....	48
2.3. Физические основы защиты от ионизирующего излучения.....	50
2.4. Основные характеристики ионизирующих излучений.....	52
2.5. Источники ионизирующих излучений. Естественные и искусственные источники радиации.....	54
2.6. Биологическое действие ионизирующих излучений.....	56
Литература.....	68

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Пособие

**по одноименному курсу для студентов
всех специальностей заочной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Автор-составитель: **Крючек Николай Семенович**

Редактор *Н. В. Гладкова*
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 12.03.07.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 4,0. Уч.-изд. л. 4,46.

Изд. № 20.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.