

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

**С.Г. Ковчур**  
**В.Н. Потоцкий**  
**А.А. Трутнёв**

**ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.  
РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Витебск  
2008

УДК 614.8

ББК 68.9

З-40

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ПИХВ  
УО «ВГТУ» А.Г. Коган

кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой химии  
УО «ВГТУ» А.П. Платонов

Рекомендовано в качестве пособия Редакционно-издательским советом  
УО «ВГТУ», протокол № 6, от 27 ноября 2006 г.

**Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях.**

3-40 Радиационная безопасность : пособие / С. Г. Ковчур [и др.] ; УО «ВГТУ».  
– Витебск, 2008. – 131 с.

ISBN 985-481-060-7

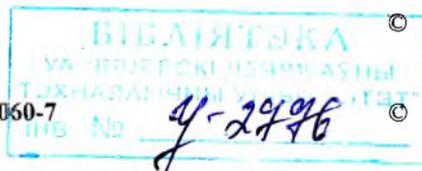
Пособие написано в соответствии с программой курса «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 26 мая 1999 г. В пособии рассмотрены задачи и структура Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций Республики Беларусь, основы устойчивости работы хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях, приведены методики решения задач, даны основные представления о радиоактивности и свойствах ионизирующих излучений, дозиметрические величины радиоактивности и единицы их измерения.

Пособие предназначено для студентов всех специальностей заочной формы обучения, изучающих курс «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность».

УДК 614.8

ББК 68.9

ISBN 985-481-060-7



© Ковчур С.Г.  
Потоцкий В.Н.  
Трутинёв А.А., 2006  
© УО «ВГТУ», 2006

## ВВЕДЕНИЕ

Курс «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность» – научно-практическая учебная дисциплина, содержащая вопросы защиты населения и территорий Республики Беларусь от чрезвычайных ситуаций. Пособие предназначено для оказания помощи студентам заочной формы обучения в изучении дисциплины, цель преподавания которой – теоретическое и практическое обучение студентов в области безопасности жизнедеятельности, основам организации защиты населения и объектов от чрезвычайных ситуаций.

На современном этапе развития человеческого общества наблюдается рост количества опасных природных процессов и явлений, увеличивается количество техногенных аварий и катастроф, загрязняется среда обитания, появляются новые виды инфекционных заболеваний. Все это создает предпосылки для чрезвычайных ситуаций. Масштабы ущерба от них могут представлять угрозу национальной безопасности страны.

Каждый гражданин прежде всего сам должен уметь выживать в чрезвычайных ситуациях, спасать материальные ценности. Обучение населения и студентов в ВУЗах Беларуси действиям в чрезвычайных ситуациях организовано на основании Директивы № 1 Президента Республики Беларусь и Закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера». Когда в чрезвычайные ситуации попадает большое число людей и подвергаются опасному воздействию объекты экономики, социальной сферы и экологическая среда, то комплекс защитных мероприятий проводят государственные структуры, которые располагают необходимыми силами и средствами.

Пособие содержит теоретические основы курса, которые дают возможность ознакомиться с государственными структурами по защите населения, их возможностями по защите людей, основными положениями, обеспечивающими устойчивое развитие экономики и экологическую безопасность, а также рекомендации, как правильно действовать в условиях чрезвычайных ситуаций, организовать работу по обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях и разрабатывать мероприятия по их предупреждению. Для закрепления знаний, умений и навыков в пособии представлены задания и примеры решения задач по выполнению контрольной работы.

Пособие студентам заочной формы обучения необходимо для выполнения контрольной работы и сдачи зачёта по курсу «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность».

# РАЗДЕЛ 1 ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

## ГЛАВА 1 ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

### 1.1. Термины и определения

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

**Чрезвычайная ситуация (ЧС)** – обстановка, сложившаяся на данной территории (на объекте, у человека) в результате возникновения источника ЧС, который может повлечь или повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

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

**Защита населения** – комплекс взаимосвязанных по месту, времени проведения, цели, ресурсам мероприятий Государственной системы по предупреждению и ликвидации ЧС, направленных на устранение или снижение на пострадавших территориях до приемлемого уровня угрозы жизни и здоровью людей в случае реальной опасности возникновения или в условиях реализации опасных и вредных факторов стихийных бедствий, техногенных аварий и катастроф, опасных инфекционных болезней, экологических катастроф и социальных конфликтов.

**Дезактивация** – удаление радиоактивных веществ с зараженной местности, зданий и сооружений.

**Дезгазация** – уничтожение (нейтрализация) СДЯВ и ОВ или удаление их с зараженной поверхности с целью снижения зараженности до допустимой нормы или полного исчезновения.

**Дезинфекция** – уничтожение возбудителей инфекционных болезней и разрушение токсинов.

**Зона заражения** – район местности, акватории или область воздушного пространства, зараженная радиоактивными или химическими веществами или биологическими возбудителями заболеваний в опасных для человека пределах.

Зону заражения характеризуют: типы веществ, использованных для заражения, размеры зоны, расположение по отношению к объектам, время создания, степень опасности и её распространение с течением времени. В зоне заражения силы гражданской обороны, войска и население действуют с применением средств защиты.

**Ядерное оружие** – боеприпасы, действие которых основано на использовании внутриядерной энергии, выделяющейся при взрывных ядерных реакциях: делении, синтезе или того и другого одновременно.

**Проникающая радиация** – поток гамма-излучения и нейтронов, излучаемых из зоны ядерного взрыва.

**Радиоактивное заражение местности** – выпадение радиоактивных веществ из облака ядерного взрыва.

**Сильнодействующее ядовитое вещество (СДЯВ)** – это химическое вещество, применяемое в хозяйственных целях, которое при разливе или выбросе может приводить к заражению воздуха с поражающими концентрациями.

**Зона заражения СДЯВ** – территория или акватория, в пределах которой распространены или куда привнесены опасные химические вещества в концентрациях и количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений в течение определенного времени.

## **1.2. Классификация чрезвычайных ситуаций**

По сфере возникновения чрезвычайные ситуации подразделяются на:

- техногенные;
- природные;
- экологические;
- биолого-социальные.

По масштабам возможных последствий чрезвычайные ситуации подразделяются на локальные, местные, региональные, республиканские (государственные) и трансграничные.

К локальной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало не более 10 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности не более 100 человек, либо материальный ущерб составляет не более одной тысячи минимальных заработных плат на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона которой не выходит за пределы территории объекта производственного или социального назначения.

К местной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 10, но не более 50 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 100, но не более 300 человек, либо материальный ущерб составляет свыше одной тысячи, но не более пяти тысяч минимальных заработных плат на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона которой не выходит за пределы населенного пункта, города, района.

К региональной относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 50, но не более 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 300, но не более 500 человек, либо материальный ущерб составляет свыше пяти тысяч, но не более 0,5 миллиона минимальных заработных плат на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона которой не выходит за пределы области.

К республиканской (государственной) относится чрезвычайная ситуация, в результате которой пострадало свыше 500 человек, либо нарушены условия жизнедеятельности свыше 500 человек, либо материальный ущерб составляет свыше 0,5 миллиона минимальных заработных плат на день возникновения чрезвычайной ситуации и зона которой выходит за пределы более чем двух областей.

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

## ГЛАВА 2 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Республика Беларусь расположена в центре Европы. В республике хорошо развита промышленная структура, транспорт всех видов. На территории республики нет объектов с атомными энергетическими установками, но в непосредственной близости от границ расположены 4 атомные электростанции.

**Радиационная опасность.** Существует вероятность аварий на ближайших атомных электростанциях и на других радиационно-опасных объектах Республики Беларусь.

Так, Игналинская АЭС находится в 7 км от границы Республики Беларусь. Она имеет два реактора типа РБМК-1500. В 30-ти километровой зоне Игналинской АЭС проживает 23 тысячи жителей Браславского района.

Ровенская АЭС находится в 65 км от границы РБ. На АЭС имеются два реактора ВВЭР-440 и один реактор ВВЭР-1000. В случае аварии радиоактивному загрязнению подвергнется территория Брестской области, где проживает около 300 тыс. человек.

Смоленская АЭС находится в 75 км от границы РБ. Она имеет три реактора типа РБМК-1000. В случае аварии радиоактивно загрязненной может оказаться территория не менее 4-х районов Могилевской области.

Чернобыльская АЭС находится в 10 км от границы республики. Она имеет три реактора типа РБМК-1000. В настоящее время ЧАЭС не работает. Созданный за короткий срок после аварии в 1986 году саркофаг в настоящее время находится в аварийном состоянии, поэтому разрушенный 4-ый энергоблок представляет опасность для территории Беларуси.

Радиационную опасность для населения представляют радиоактивные вещества, которые используются более чем на 1000 предприятиях и в учреждениях Республики Беларусь.

**Химическая опасность.** Источником этой опасности являются предприятия химической, нефтеперерабатывающей промышленности, промышленности минеральных удобрений, а также химические вещества, перевозимые автомобильным и железнодорожным транспортом, используемые в сельском хозяйстве. В республике имеется более 500 химически опасных объектов. 19 городов республики отнесены к химически опасным: Гродно, Новополоцк, Гомель, Светлогорск, Мозырь, Рогачев, Волковыск, Слоним, Новогрудок, Лида, Молодечно, Борисов, Солигорск, Слуцк, Минск, Бобруйск, Орша, Жлобин. К химически опасным районам относят 10 районов Могилевской, Минской, Витебской и Брестской областей. Химически опасными областями являются Гомельская и Гродненская области. Только в Минске имеется около 40 химически опасных объектов, в том числе объекты, содержащие хлор, аммиак, кислоты. В случае аварий может быть заражено до 40% территории г. Минска.

Железнодорожным транспортом через территорию республики ежегодно перевозится от 400 до 1500 вагонов и цистерн с химически опасными ве-

ществами, что создает химическую опасность практически на всей территории республики.

**Пожаровзрывоопасность.** Ее представляют более 90 складов и баз Министерства обороны со взрывчатыми веществами, а также более 120 взрывоопасных объектов других министерств и ведомств.

В Республике Беларусь имеются более 150 крупных пожароопасных объектов. Только железнодорожный транспорт ежедневно перевозит тысячи тонн взрывопожароопасных грузов. Кроме того, опасность представляют 8 миллионов гектаров леса и около 2,5 миллионов гектаров торфяников. Только в г. Минске находятся 17 крупных пожаро- и взрывоопасных объектов, из них на 3-х ТЭЦ имеется более 150 тыс. т мазута, нефтебаза Буг имеет 450 тыс. т керосина и бензина. На каждой автозаправочной станции имеется по 250-450 тонн бензина.

**Биологическая опасность.** Сохраняется опасность заболевания людей, животных и растений инфекционными и другими болезнями.

На территории РБ находится до 500 природных очагов сибирской язвы, имеются природные очаги бешенства, туляремии, геморрагической лихорадки с почечным синдромом и псевдотуберкулезом, наблюдаются поражения сельскохозяйственных культур бурой ржавчиной, фитофторозом, картофельной совкой, колорадским жуком и т.д.

**Гидродинамическая опасность.** Общая протяженность дамб и плотин в Республике Беларусь составляет более 850 км. Существует опасность прорыва дамб и плотин в Брестской и Гомельской областях. Есть опасность затопления при прорыве плотины и в г. Минске. В этом случае в зону затопления попадает площадь, где проживает более 25 тыс. человек.

**Опасность природных явлений и процессов.** В Республике Беларусь наиболее вероятны такие стихийные бедствия, как наводнения, ураганы, лесные и торфяные пожары, ливни, засухи, смерчи и др. Они наносят огромный материальный ущерб, иногда с человеческими жертвами. Например, только один ураган в июле 1997 года привел к тому, что погибли 5 человек, травмированы 52 человека, пострадали 695 населенных пунктов, 122759 га посевов, разрушены и повреждены более 10000 домов. Общий ущерб составил более 800 миллиардов рублей (в ценах 1997 года).

**Экологическая опасность.** Под экологической опасностью понимают вероятность ухудшения показателей качества природной среды под влиянием природных факторов или хозяйственной деятельности человека, что может привести к угрозе жизни и здоровью людей либо существования экологических компонентов. В республике около 2100 только средних и крупных предприятий, которые имеют 63 тысячи источников выбросов. С учетом мелких предприятий общее количество источников выбросов составляет более 120000. Кроме того, экологическую опасность представляет большое количество транспорта, число которого ежегодно увеличивается. Автотранспортом выбрасывается в атмосферу более 40 наименований вредных веществ, общее количество которых ежегодно составляет более 1 миллиона тонн.

Ежегодно в водоемы республики выбрасывается около 1 миллиарда кубических метров сточных вод. Поверхностные и грунтовые воды в отдельных районах республики являются загрязненными. Загрязняется почва, особенно урбанизированных территорий, падает урожайность сельскохозяйственных культур, изменяется климат, на грани исчезновения 84 вида животных и 85 видов растений. Сохраняется опасность разрушения экологических систем, особенно во время ЧС.

Известны следующие виды экологической опасности:

– социально-экологическая. Она связана с ухудшением среды обитания людей, отражающемся на показателях их здоровья и благополучия, а также с риском угрозы здоровью и жизни людей, обусловленным возможностью техногенных аварий, природных бедствий, эпидемий и других опасных явлений;

– биосферно-экологическая. Она связана с угрозой нарушения природного равновесия, деградацией ландшафтов, исчезновением видов растений, животных и т.д.;

– ресурсно-экологическая. Она связана с угрозой ухудшения природно-ресурсного потенциала, деградацией природных ресурсов, их загрязнением и потерей свойства возобновления. Экологическая опасность проявляется в глобальном экологическом кризисе, основными причинами которого являются:

а) несовершенство современной технологии производства, которая приводит к загрязнению окружающей среды в масштабах, способных разрушить экологические системы с потерей их природной способности самовосстановления;

б) экологическая неграмотность населения и отсутствие осознания человечеством угрозы своему существованию как виду.

Человечеству приходится решать две основные, в некоторой степени противоречивые, задачи: развития экономики и сохранения среды обитания в условиях истощения невозобновляемых природных ресурсов. Только научно обоснованные пути решения этих задач смогут не допустить углубления экологического кризиса. Кроме перечисленных видов опасности, имеются и другие. Они связаны с социальными процессами и поведением человека.

Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики, не соответствующие жизнедеятельности человека. Опасности носят потенциальный характер.

## 2.1. Техногенные чрезвычайные ситуации

Техногенная ЧС – это состояние, при котором в результате возникновения источника техногенной ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Основные понятия и определения согласно ГОСТ 22.0.0.05-97.

**Авария** – это опасное техногенное происшествие, создающее на объекте, определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде.

**Катастрофа** – это крупная авария, как правило, с человеческими жертвами.

К источникам техногенных ЧС относятся:

- транспортные аварии и катастрофы (железнодорожные, авиационные, автомобильные, на газо- и нефтепроводах, продуктопроводах, линиях электропередач, на водном транспорте, в метро);
- пожары и взрывы на объектах хозяйствования;
- аварии и катастрофы на объектах с выбросом вредных веществ (радиоактивных веществ, сильнодействующих ядовитых веществ и др.);
- аварии и катастрофы на коммунальных системах жизнеобеспечения (канализация, водоснабжение, электроснабжение и др.);
- аварии и катастрофы на очистных сооружениях;
- гидродинамические аварии и катастрофы (прорыв плотин, дамб);
- обрушение зданий и сооружений;
- аварии на электросистемах.

Основными причинами крупных техногенных аварий являются:

- отказы технических систем из-за дефектов изготовления и нарушений режимов эксплуатации. Многие современные потенциально опасные производства спроектированы так, что вероятность крупной аварии на них весьма высока;
- ошибочные действия операторов технических систем. Статистические данные показывают, что более 60 % аварий происходит в результате ошибок обслуживающего персонала;
- концентрация различных производств в промышленных зонах без должного изучения их взаимовлияния;
- высокий энергетический уровень технических систем;
- внешние негативные воздействия на объекты энергетики, транспорта.

Основными причинами аварий и катастроф являются такие явления, как статическое электричество, приводящее к взрывам и пожарам; разгерметизация баллонов и емкостей при перевозке сжатых и сжиженных газов; старение систем и отдельных механизмов (снижение механической прочности); нарушение технологического режима и др. Ежегодно в мире происходит более

500 миллионов техногенных происшествий, а в Республике Беларусь – более 12 тысяч чрезвычайных ситуаций техногенного характера. В результате миллионы людей погибают или становятся инвалидами,

Особенностью жизнедеятельности современного человека является то, что биосфера постепенно утрачивает свое господствующее значение и в населенных людями регионах превращается в техносферу.

Анализ совокупности негативных факторов, действующих в настоящее время в техносфере, показывает, что приоритетное влияние имеют антропогенные негативные воздействия, среди которых преобладают техногенные. Они сформировались в результате преобразующей деятельности человека и изменений в биосферных процессах, обусловленных этой деятельностью. Большинство факторов носят характер прямого действия (яды, шум, вибрации и т.п.).

## **2.2. Природные чрезвычайные ситуации**

Природная ЧС – это обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной ЧС, который может повлечь или повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Чтобы подчеркнуть степень опасности природного явления или процесса, пользуются таким понятием, как стихийное бедствие.

**Стихийное бедствие** – это разрушительное природное и (или) природно-антропогенное явление или процесс значительного масштаба, в результате которого может возникнуть или возникла угроза жизни и здоровью людей, произойти разрушение или уничтожение материальных ценностей и компонентов окружающей природной среды.

Источниками природных ЧС являются процессы и явления, происходящие в неживой природе. Составляющая опасного природного явления или процесса может быть поражающим фактором.

К источникам природных ЧС относятся:

- геологические и геофизические явления: землетрясения, оползни, просадка поверхности, эрозия почв и др.;
- гидрологические и гидрогеологические явления: наводнения, половодья, паводки, низкие и высокие уровни грунтовых вод, ранний ледостав, затопления и др.;
- метеорологические и агрометеорологические явления: бури, ураганы, смерчи, шквалы, вертикальные вихри;
- дождь, если количество осадков 50 мм и более в течение 12 часов и менее или суммарно 150 мм и более в течение 2-3 суток;

- сильный снегопад, если количество осадков 20 см и более за 12 часов и менее;
- гроза, крупный град (диаметр градин 20 мм и более);
- сильная метель, если в течение 12 часов и более преобладающая скорость ветра 15 м/с и более с выпадением снега;
- сильный гололед, если диаметр отложений на проводах 20 мм и более;
- сильный мороз, если температура воздуха достигает  $-38^{\circ}\text{C}$  и ниже;
- сильная жара, если температура воздуха достигает  $+38^{\circ}\text{C}$  и выше;
- заморозки, если температура  $0^{\circ}\text{C}$  и ниже в июне-августе, приводящие к гибели сельскохозяйственной продукции не менее, чем на 1/3 территории административного района;
- засуха, если наблюдается сочетание высоких температур, дефицита осадков, низкой влажности воздуха, малых влагозапасов в почве, приводящих к снижению урожая или его гибели не менее, чем на 1/3 территории административного района;
- сухой, если температура воздуха составляет  $+25^{\circ}\text{C}$  и выше, при скорости ветра более 5 м/с и низкой влажности;
- сильный туман, если видимость менее 100 м;
- природные пожары (лесные, полевые, торфяные и др.);
- космические явления: падения на Землю космических тел, опасные космические излучения и др.;
- гелиофизические явления: нарушение условий распространения радиоволн и др.

**Природный пожар** – неконтролируемый процесс горения, стихийно возникающий и распространяющийся в природной среде.

В Республике Беларусь чаще всего бывают лесные, торфяные и реже полевые (горят созревшие хлеба) пожары. Они возникают как по вине человека, так и в результате самовозгорания или от удара молний. Статистика показывает, что 80 % возгораний происходит по вине человека и только около 20 % по вине природы. Так, если при жаркой погоде дождей не бывает 15-18 дней, то лес становится настолько сухим, что возможно самовозгорание. Самовозгорание торфа происходит еще реже, только в 5 случаях из 100. Возможность возникновения пожаров определяется степенью пожарной опасности леса.

В зависимости от характера возгорания и состава леса пожары подразделяются на низовые, верховые и почвенные. Важнейшими характеристиками пожаров являются скорость распространения для низовых и верховых пожаров, а также глубина прогорания для почвенных. На основании этого пожары подразделяются на слабые, средние и сильные.

### 2.3. Экологические чрезвычайные ситуации

Экологическая ЧС – это обстановка, сложившаяся на данной территории или акватории в результате возникновения источника ЧС, который повлек или может повлечь за собой разрушение отдельных экологических систем, ухудшение здоровья населения и сокращение продолжительности жизни.

Условия существования биологического мира зависят от ряда экологических факторов, которые влияют на жизнедеятельность человека и могут быть источником ЧС. Экологические ЧС наносят не только экологический ущерб живой природе, но социальный и экономический ущерб обществу.

По происхождению экологические ЧС делятся на:

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

По характеру загрязнений экологические ЧС делятся на:

- ЧС, вызванные физическим загрязнением природной среды (механическим, тепловым, электромагнитным, шумовым, радиоактивным, световым);
- ЧС, вызванные химическим загрязнением атмосферы, гидросферы и литосферы (аэрозольным, газообразным, тяжелыми металлами, пестицидами, нефтепродуктами, канцерогенными веществами);
- ЧС, вызванные биологическим загрязнением природной среды (биотическим, микробиологическим, применением геной инженерии);
- ЧС, вызванные информационным загрязнением природной среды;
- ЧС, вызванные комбинированным загрязнением природной среды.

По формам и тяжести последствий состояния природы и экологической ситуации ЧС классифицируются на равновесные, кризисные, критические, катастрофические, коллапс.

Источниками экологических ЧС могут быть как природные, так и антропогенные процессы, явления и события.

К источникам экологических ЧС антропогенного происхождения относятся:

- на суше – истощение невозобновляемых природных ресурсов; деградация почв (эрозия, засоление, заболачивание, опустынивание, разрушение гумуса, загрязнение пестицидами, тяжелыми металлами, радионуклидами и другими вредными веществами свыше допустимых норм, что приводит к снижению биологической продуктивности, отравлению ими биологических систем и включение вредных веществ в биологические цепочки); некоторые техногенные катастрофы, опасные социальные события;
- в атмосфере – загрязнение воздуха вредными и ядовитыми веществами выше предельно допустимых концентраций, острый недостаток кислорода в городах, высокие уровни шумов, кислотные дожди, изменения температуры и климата, разрушение озонового слоя и др., приводящие к отравлению и разрушению биологического мира; некоторые техногенные катастрофы;

– в гидросфере – нехватка пресной воды, обмеление водоемов, высыхание озер, болот, исчезновение малых рек, загрязнение гидросферы вредными веществами выше предельно допустимых концентраций и норм, что приводит к гибели многих биологических систем, к заболеваниям людей и преждевременной смерти; некоторые техногенные катастрофы;

– в биосфере – исчезновение отдельных видов флоры и фауны, разрушение экологических систем и уменьшение их биологической продуктивности, замена природных экосистем антропогенными, что приводит к постепенному вырождению человечества и к гибели человеческой цивилизации.

Источниками экологических ЧС могут быть также некоторые опасные природные процессы и явления (ураганы, смерчи, наводнения, природные пожары и др.), отдельные аварии и катастрофы техногенного характера, некоторые заболевания людей, диких и домашних животных, растений, войны и другие социальные конфликты, отдельные естественные экологические факторы, а также события, связанные с неправильным поведением человека в окружающей среде из-за низкого экологического образования.

### **Чрезвычайные ситуации, вызванные физическим загрязнением**

Наибольший вред среде наносят экологические загрязнения: физические и химические. Они вызывают деградацию природных систем и ресурсов, ухудшают качество среды обитания. В результате обществу наносится большой социальный и экономический ущерб. Истощение природных ресурсов также наносит ущерб экономике.

**Механическое загрязнение** – это засорение среды агентами, оказывающими, главным образом, неблагоприятное механическое воздействие. Это различные виды отходов, прежде всего твердые, которые разделяют на бытовые, сельскохозяйственные, строительные, промышленные. По данным ООН в мире в биосферу поступает до 25 миллиардов тонн отходов ежегодно, из них до 3 миллиардов тонн твердых бытовых отходов. В составе твердых бытовых отходов (мусора) – до 40 % бумаги, до 20 % пищевых отходов, остальное – стекло, пластмасса, древесина, резина, текстиль и др. Ежедневно каждый житель планеты выбрасывает в среднем 1-1,5 кг мусора.

В Республике Беларусь ежегодно выбрасывается на свалки более 40 миллионов тонн, в том числе: около 30 миллионов тонн отходов от производства минеральных удобрений, 2 миллионов тонн черных металлов, 2,5 миллиона тонн отходов пищевой промышленности, 2,4 миллиона тонн древесных отходов, 48 тысяч тонн стеклобоя, более 2 миллионов тонн бытовых отходов. Экологические последствия загрязнений отходами проявляются не только в создании дискомфорта для населения, но и ЧС, опасных для всего живого.

Наиболее опасные последствия:

- выведение из сельскохозяйственного оборота больших площадей, выделенных под свалки, подавление на них растительности;
- появление источников инфекционных и других заболеваний человека и животных;
- эрозия почв и гибель растений за счет образования биогаза при разложении органических отходов.

### **Загрязнение атмосферы**

Различают естественные и искусственные источники загрязнения атмосферы. И те, и другие могут вызвать ЧС.

Естественные источники загрязнения: пыльные бури, лесные пожары, вулканы и др.

Искусственные источники загрязнения: объекты энергетики, промышленность, транспорт, сельское хозяйство, объекты коммунального хозяйства, авиация. Загрязнение атмосферы неравномерное и определяется не только местонахождением источников загрязнения, но и особенностями строения атмосферы.

Атмосфера состоит из нескольких сфер, но 4/5 массы земной атмосферы сосредоточено в тропосфере, т.е. на высотах до 18 км на экваторе и до 10 км над полюсами. Из-за неравномерности нагрева земной поверхности в ней образуются мощные вертикальные токи воздуха, отмечается неустойчивость температуры, влажности, давления и т.д. Таким образом, происходит перемешивание воздуха и по вертикали. Основные загрязнения сосредоточены в тропосфере, но частично загрязнения распространяются и на стратосферу.

Загрязнение воздуха может быть газообразное и аэрозольное. Газообразное загрязнение составляет примерно 90 %, аэрозольное – 10 %.

**Газообразное загрязнение.** За счет сжигания в мире 1 млрд тонн условного топлива ежегодно выбрасывается около 500 млн. тонн оксида углерода, 150 млн. тонн диоксида серы, более 50 млн. тонн оксида азота, 110 млн. тонн метана, углеводородов не менее 90 млн. тонн и ряд других вредных веществ, но в меньших количествах. Каждый автомобиль выбрасывает более 40 вредных веществ, из них 70 % составляет оксид углерода.

Свой «вклад» в загрязнение атмосферы вносит и Республика Беларусь, предприятия и транспорт которой ежегодно выбрасывают в атмосферу около 1240 тысяч тонн оксида углерода, более 170 тысяч тонн оксидов азота, более 300 тысяч тонн углеводородов и летучих органических соединений.

Вышеперечисленные газы оказывают отрицательное воздействие на человека, на животный мир, на растительный мир и на некоторые параметры среды.

### **Загрязнение гидросферы**

Для человечества загрязнение гидросферы представляет особую опасность. В мировом масштабе в гидросферу сбрасывается ежегодно около 60 миллиардов тонн промышленных и бытовых стоков, около 10 миллионов тонн нефти и нефтепродуктов, много других вредных веществ.

Основными источниками загрязнения природных вод являются:

- атмосферные воды, несущие вымываемые из воздуха загрязнители промышленного происхождения;
- городские сточные воды, преимущественно бытовые стоки, содержащие фекалии, микроорганизмы, в том числе патогенные;
- промышленные сточные воды.

Наиболее распространенными загрязнителями водоемов являются: нефть и нефтепродукты, фенолы, формальдегид, нитраты, соединения фтора, соли серной кислоты, аммиак, марганец, тяжелые металлы, радионуклиды.

Большинство рек Беларуси загрязнены органическими и биогенными веществами, соединениями металлов, нитратами. На некоторых участках рек предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязнителей превышают нормы в 3-15 раз, а количество нитратов в большинстве колодцев превышает норму в 3-4 раза. На различных участках рек загрязнители также различны. Загрязнения, значительно превышающие ПДК, создают ЧС, которые представляют опасность для жизни и здоровья человека, для флоры и фауны.

#### **2.4. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации**

Биолого-социальная ЧС – это состояние, при котором в результате возникновения источника биолого-социальной ЧС на определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, существования сельскохозяйственных животных и произрастания растений, возникает угроза жизни и здоровью людей из-за широкого распространения инфекционных болезней, потерь сельскохозяйственных животных и растений. К источникам биолого-социальных ЧС относятся:

- массовые инфекционные и другие заболевания людей и домашних животных;
- массовые поражения сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями.

Социальные ЧС связаны с процессами и явлениями в социальной среде.

К источникам социальных ЧС относятся: войны, локальные и региональные конфликты, голод, диверсии, террористические акты, масштабные забастовки, сложная криминогенная обстановка и др.

### ГЛАВА 3 ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Закон Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», принятый Палатой представителей 9 апреля 1998 года и одобренный Советом Республики 16 апреля 1998 года, регулирует отношения в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и правовые основы функционирования государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

**Государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ГСЧС)** – это система органов управления, специально уполномоченных на решение задач в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций (ЧС), силы и средства Министерства по ЧС, других республиканских органов государственного управления, объединений (учреждений), подчиненных Правительству Республики Беларусь, местных исполнительных и распорядительных органов, обеспечивающих на основе реализации комплекса экономических, социальных, организационных, научно-технических и правовых мер защиту от ЧС природного и техногенного характера жизни и здоровья людей, окружающей среды, имущества граждан, юридических лиц, экономических интересов государства.

В состав ГСЧС входят:

- Комиссии по ЧС (правительственная, областные, городские, районные, ведомственные, объектовые);
- Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС);
- силы и средства наблюдения и контроля состояния природной среды и потенциально опасных объектов;
- силы и средства ликвидации ЧС различных министерств и ведомств.

Основные задачи

Задачи ГСЧС определены Законом Республики Беларусь «О защите населения и территорий от ЧС природного и техногенного характера»:

- контроль состояния природной среды и потенциально опасных объектов;
- прогнозирование ЧС и их последствий;
- реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения от ЧС;
- проведение комплекса мероприятий по предупреждению ЧС;
- оповещение населения, органов власти и управления о ЧС;
- организация защиты населения и обеспечение экологической безопасности в ЧС;
- подготовка сил и средств ликвидации ЧС и их последствий;
- планирование, организация и проведение спасательных и других неотложных работ по ликвидации ЧС и их последствий;
- создание резервов финансовых и материальных ресурсов для ликвидации ЧС и их последствий;

- оценка материального ущерба от ЧС и подготовка предложений Правительству о выделении материальных и финансовых средств на ликвидацию последствий и возмещение ущерба;

- координация действий различных органов управления в ЧС;

- обучение населения действиям по выживанию в ЧС;

- сотрудничество с международными организациями и другими государствами по проблемам защиты населения, объектов экономики и природной среды в ЧС.

Координирующими органами ГСЧС являются:

- на республиканском уровне – Комиссия по ЧС при Совете Министров Республики Беларусь и комиссии по ЧС республиканских органов государственного управления, объединений (учреждений), подчиненных Правительству Республики Беларусь;

- на территориальном уровне, охватывающем территорию области и г. Минска, – комиссии по чрезвычайным ситуациям при исполнительных и распорядительных органах областей и города Минска;

- на местном уровне, охватывающем территорию района, города (района в городе), – комиссии по чрезвычайным ситуациям при исполнительных и распорядительных органах районов (городов);

- на объектовом уровне, охватывающем территорию организации или конкретного объекта, – комиссия по чрезвычайным ситуациям организации (объекта).

Органами управления по чрезвычайным ситуациям являются:

- на республиканском уровне – Министерство по чрезвычайным ситуациям, отделы (секторы) по чрезвычайным ситуациям республиканских органов государственного управления, объединений (учреждений), подчиненных Правительству Республики Беларусь;

- на территориальном уровне – областные и Минское городское управление Министерства по чрезвычайным ситуациям;

- на местном уровне – районные (городские) отделы по чрезвычайным ситуациям областных и Минского городского управлений Министерства по чрезвычайным ситуациям;

- на объектовом уровне – структурные подразделения организации (объекта): отделы, секторы или отдельные работники, занимающиеся вопросами чрезвычайных ситуаций.

В состав сил и средств ГСЧС входят силы и средства предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды и потенциально опасных объектов.

Силы и средства ликвидации чрезвычайных ситуаций состоят из:

- органов и подразделений Министерства по чрезвычайным ситуациям;

- территориальных и объектовых невоенизированных формирований гражданской обороны;

- организаций и подразделений экстренной медицинской помощи Министерства здравоохранения;

– штатных аварийно-спасательных, аварийно-восстановительных подразделений и формирований министерств, других республиканских органов государственного управления, объединений (учреждений), подчиненных Правительству Республики Беларусь;

– территориальных и объектовых аварийно-спасательных формирований;  
– специализированных подразделений, создаваемых на базе объединений, организаций строительного комплекса.

Оперативное управление и информационное обеспечение ГСЧС осуществляется информационно-управляющей системой, в состав которой входят:

– республиканский центр управления и реагирования на чрезвычайные ситуации при Министерстве по чрезвычайным ситуациям;

– центры оперативного управления областных и Минского городского управления по чрезвычайным ситуациям;

– центры оперативного управления и реагирования на чрезвычайные ситуации районных и городских отделов по чрезвычайным ситуациям;

– информационные центры (пункты управления) республиканских органов государственного управления, объединений (учреждений), подчиненных Правительству Республики Беларусь;

– диспетчерские пункты (районные узлы связи, дежурно-диспетчерские службы) районов, городов и организаций (объектов).

В зависимости от обстановки, масштаба прогнозируемой или возникшей чрезвычайной ситуации в мирное время решением руководителя исполнительного и распорядительного органа, организации (объекта) в пределах конкретной территории области (г. Минска), района (города), организации (объекта) устанавливается один из следующих **режимов функционирования ГСЧС**:

– **режим повседневной деятельности** – при нормальной производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической (бактериологической), сейсмической и гидрометеорологической обстановке, при отсутствии эпидемий, эпизоотий и эпифитотий;

– **режим повышенной готовности** – при ухудшении производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической (бактериологической), сейсмической и гидрометеорологической обстановки, при получении прогноза о возможности возникновения чрезвычайной ситуации;

– **чрезвычайный режим** – при возникновении и во время ликвидации чрезвычайной ситуации.

**Режим повышенной готовности и Чрезвычайный режим** функционирования ГСЧС вводятся решением Правительства Республики Беларусь, а соответствующие режимы функционирования территориальных и отраслевых подсистем – решением руководителей местных исполнительных и распорядительных органов, министерств, других республиканских органов государственного управления, объединений (учреждений), подчиненных Правительству Республики Беларусь, и организаций по представлениям комиссий по ЧС.

В военное время вводятся следующие режимы функционирования ГСЧС:

– режим повседневной деятельности;

– режим общей готовности.

## ГЛАВА 4 СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

**Защита населения в чрезвычайных ситуациях** – это комплекс мероприятий, проводимых с целью не допустить или максимально снизить поражение людей.

Применяются три основных способа защиты населения:

- использование населением средств индивидуальной защиты (СИЗ);
- укрытие населения в защитных сооружениях;
- эвакуация населения.

Для защиты населения от радиоактивных веществ, отравляющих веществ и бактериальных средств служат индивидуальные и коллективные средства защиты.

### **4.1. Средства индивидуальной защиты органов дыхания**

**Средства индивидуальной защиты** предназначены для защиты от попадания внутрь организма человека, а также на кожу и одежду радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств.

Средства индивидуальной защиты делятся на средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) и средства защиты кожи.

Противогазы предназначаются для защиты от попадания в органы дыхания, на глаза и лицо радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств. По принципу защитного действия противогазы делятся на фильтрующие и изолирующие.

Принцип защитного действия фильтрующего противогаза основан на том, что для дыхания используется атмосферный воздух, который до попадания в органы дыхания (легкие) очищается (фильтруется) от вредных примесей.

Фильтрующие противогазы характеризуются:

- временем защитного действия по парогазообразным СДЯВ и ОВ, т.е. временем использования противогаза до момента образования концентрации этих веществ за фильтром до предельно допустимых значений;
- коэффициентом подсоса СДЯВ и ОВ – отношением концентрации примесей, проникающих под лицевую часть, минуя фильтр-поглотитель, к ее начальной концентрации;
- коэффициентом проницаемости СДЯВ и ОВ в виде аэрозоля – отношением концентрации аэрозоля после прохождения через фильтр-поглотитель к начальной концентрации;
- сопротивлением вдыхания и выдыхания.

Фильтрующий противогаз достаточно универсален, но неэффективно защищает от ряда СДЯВ (аммиака, оксида углерода, паров ароматических углеводородов и т.п.).

Фильтрующими СИЗОД всех типов и марок запрещается пользоваться при содержании в окружающем воздухе менее 16 % по объему свободного кислорода. А при наличии в воздухе плохо сорбирующихся газов (метана, этана, бутана, этилена, ацетилена и др.) этот предел увеличивается до 18 %.

Время защитного действия противогазовых коробок в реальных условиях использования может колебаться в широких пределах и зависит от концентрации СДЯВ или ОВ, температуры и влажности воздуха, физического состояния человека. На практике применяются следующие методы определения момента отработки противогазовых коробок: органо-лептический (по появлению запаха вредного вещества в подмасочном пространстве лицевой части противогаза); по увеличению массы противогазовой коробки; по времени эксплуатации коробки; спектральный; микрохимический. Наиболее распространенные методы – по увеличению массы противогазовой коробки (марки М, СО) и времени эксплуатации коробки (марки А,В,Г,Е,КД,БКФ).

Показателем к замене коробки, имеющей противоаэрозольный фильтр, может служить резкое увеличение сопротивления дыханию до труднопереносимого, являющееся следствием забивания фильтра пылью. Надо помнить, что в процессе пользования противогазом любой марки при первом же появлении постороннего запаха в подмасочном пространстве лицевой части необходимо выйти из зараженной зоны и заменить коробку.

Фактическое время использования противогазовой коробки определяется не только ее защитными свойствами и условиями, в которых она применяется, но и тем, правильно ли выбрана марка коробки и насколько тщательно выполняются правила подготовки противогаза к работе, его использования и хранения.

В настоящее время население и структуры ГСЧС обеспечиваются противогазами марки ГП-5, ГП-5М, ГП-7, ГП-7В.

Самая распространенная марка противогазов в России и Беларуси – противогаз марки БКФ (большая коробка фильтрующая) и МКФ (малая коробка фильтрующая). Около 60 % противогазов с коробками таких марок используются в различных областях экономики. Недостатком этих коробок является то, что их маркировка не содержит информации о каких вредных веществах и при каких концентрациях защищают данные коробки органы дыхания. Не содержат они и сведений по эффективности защиты, т.е. для проведения правильного выбора модификации коробок необходима дополнительная информация от изготовителя. Конструкция коробок БКФ предусматривает противоаэрозольный фильтр, который для некоторых производств не нужен. Корпус этих коробок изготавливают из жести.

С развитием рыночных отношений и расширением торговли между странами потребовалась унификация подходов в оценке качества продукции и гармонизация стандартов различных стран. С 1 января 2003 года Госстандарт России ввел новые стандарты на СИЗОД, гармонизированные с европейскими стандартами. Основным поставщиком СИЗОД для Республики Беларусь являются предприятия Российской Федерации.

С переходом на новые ГОСТы ЗАО «Сорбент-Центр Внедрение» г. Пермь разработало новые фильтры ДОТ (ДОТ 205, ДОТ 460, ДОТ 780, ДОТ 600) с более эффективной и универсальной защитой по сравнению с существующими противогазовыми коробками. Новые фильтры имеют более эффективные поглотители, которые защищают одновременно от нескольких классов вредных веществ. Эффективность их защиты в 1,5-2 раза выше, чем у существующих противогазовых коробок. Новые противогазовые коробки подразделяются по эффективности на 3 класса:

- 1 класс – низкая эффективность;
- 2 класс – средняя эффективность;
- 3 класс – высокая эффективность.

Для каждого класса защиты предусмотрены различные условия испытаний, например, для определения времени защитного действия установлены концентрации контрольных веществ: 0,1; 0,5; 1,0 процент объемный.

Использование европейской маркировки, принятой в новых стандартах, позволяет по обозначению классов вредных веществ быстро определить марку фильтра, необходимую для защиты от конкретных вредных веществ, зная концентрацию их в воздухе – определить класс защиты фильтра.

Для комплектации фильтров ДОТ разрабатывается панорамная маска ППМ-88, которая имеет стекло панорамного обзора, переговорное устройство, регулируемое оголовье.

Для индивидуальной защиты органов дыхания, зрения и головы взрослых и детей старше 12 лет от токсичных продуктов горения в качестве средства самоспасения при эвакуации из задымленных помещений во время пожара и при других аварийных ситуациях разработан газодымозащитный комплект ГДЗК-У. Комплект ГДЗК-У относится к средствам защиты фильтрующего типа, применяется при объемном содержании кислорода в воздухе не менее 17 % и высокой концентрации токсичных веществ. Комплект состоит из огнестойкого капюшона со смотровым окном, полумаски с клапаном выдоха, фильтрующе-поглощающей коробки, регулируемого оголовья, герметичного пакета и сумки.

Комплект обеспечивает защиту при температуре окружающей среды от 0 °С до 60 °С и сохраняет защитные свойства после кратковременного воздействия температуры 200 °С – в течение одной минуты и открытого шлема с температурой 850 °С – в течение 5 секунд. Обеспечивает универсальную и эффективную защиту в течение 30 минут от вредных веществ: оксида углерода, циан водорода, хлористого водорода, акролеина и других токсичных веществ: аэрозолей, аммиака, окислов азота, диоксида серы, хлора, бензола, толуола, фтористого водорода и фторорганических соединений и др. Комплект ГДЗК-У однократного использования.

Преимущества ГДЗК-У:

- высокие защитные свойства гарантируют безопасную эвакуацию в течение 30 минут;
- наличие подмасочника предотвращает проникновение токсичных продуктов горения в органы дыхания;
- простота и удобство при эксплуатации;

- не требуется специальная подготовка и обучение правилам эксплуатации;
- для поиска и обнаружения пострадавших используются яркие сигнальные материалы капюшона;
- обеспечивает универсальную защиту органов дыхания на уровне фильтрующего противогаза марки М.

Комплект ГДЗК-У рекомендуется для оснащения гостиниц, высотных жилых и административных зданий, банков, офисов, сооружений с массовым пребыванием людей.

Комплект может быть использован как аварийное средство самоспасения для гражданского населения при различных аварийных ситуациях на транспорте и других объектах, при техногенных авариях и природных катастрофах.

Для защиты органов дыхания от радиоактивной пыли могут быть использованы противопылевые респираторы различных типов, ватно-марлевые и другие повязки.

Если в воздухе менее 16 % кислорода, применяются следующие изолирующие противогазы: ИП-46, ИП-46М, ИП-4, ИП-5.

Принцип защитного действия изолирующего противогаза основан на том, что человек дышит не атмосферным воздухом, а воздухом, регенерирующимся в патроне изолирующего противогаза в процессе пользования им.

Некоторые образцы изолирующих противогазов используются при работе под водой.

Как средство индивидуальной защиты органов дыхания могут использоваться изолирующие респираторы РВЛ-1, Р-30, «Урал-7», РКК-1, КИП-8 и другие средства.

#### **Средства защиты кожи.**

Средства защиты кожи по типу защитного действия подразделяются на изолирующие (плащи, костюмы и комбинезоны, материал которых покрыт специальными газо- и влагонепроницаемыми пленками); фильтрующие, представляющие собой костюмы и комбинезоны из обычного материала, который пропитывается специальным химическим составом для нейтрализации или сорбции паров СДЯВ, ОБ.

От воздействия отравляющих веществ, поражающих кожу (кожно-нарывного действия), а также действующих через кожные покровы (отравляющие вещества нервно-паралитического действия), обычная одежда защищает плохо или совсем не защищает. Поэтому необходимо иметь специальные средства защиты кожи, изготовленные из защитных материалов.

Такие средства, называемые средствами защиты кожи, наряду с защитой от паров и капель отравляющих веществ предохраняют открытые участки тела, одежду и обувь от заражения радиоактивными веществами и бактериальными средствами; они полностью задерживают альфа-частицы и в значительной мере ослабляют воздействие бета-частиц.

Кроме того, средства защиты кожи из прорезиненных материалов могут применяться для защиты от светового излучения и от зажигательных веществ.

К основным средствам защиты кожи относятся:

- общевойсковой защитный комплект (ОЗК);
- легкий защитный костюм Л-1.

С 2005 года в Нижнем Новгороде ТПП «Пеленг» выпускаются различные комплекты одежды для пожарных расчетов.

Боевая одежда пожарного БОП-I защищает личный состав подразделений пожарной охраны от высоких температур, возможных выбросов пламени при работе в экстремальных ситуациях, возникающих при тушении пожара, проведении разведки и спасании людей. Одежда защищает также от неблагоприятных климатических воздействий и низких – до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  – температур). В конструкции применены современные материалы и комплектующие изделия: огнестойкая ткань повышенной прочности из волокон Номекс с водоупорной пропиткой, эффективный защитный водяной барьер, высокоэффективные сигнальные элементы, надежная фурнитура. Комплектность поставки: куртка и брюки со съемным теплоизолятором и водозащитным слоем. Защищает от нефти, нефтепродуктов, слабых растворов кислот и щелочей, а также обладает антистатическими свойствами.

Костюмы ТРЕЛЛЬКЕМ разработаны для работы в особо опасных условиях; они являются костюмами полной защиты против сильных заражающих компонентов и агрессивных веществ. Защитные костюмы удобны в ношении благодаря эргономическому исполнению, возможности выбора различных размеров, комбинации малой массы (около 8 кг) и эластичности материала. Они имеют швы с двойным нахлестом; оборудованы системой внутренней вентиляции, обеспечивающей безопасность и комфорт во время работы; снабжены газонепроницаемыми застежками-молниями, защищенными от агрессивных сред с помощью полосы-клапана; защитные сапоги, составляющие единое целое с костюмом, имеют стальные подошвы. Защитные костюмы имеются также в исполнении с вшитыми носками, и при этом дополнительно используются отдельные защитные сапоги, защитные перчатки, которые обеспечивают ту же степень защиты, что и костюм.

Теплозащитный комплект ТК-800 специальной теплозащитной одежды пожарных защищает от температур до  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  и тепловых потоков плотностью до  $40\text{ кВт/м}^2$ . Высокие защитные свойства обеспечены за счет применения высокоэффективных материалов и комплектующих изделий: теплоотражающего материала с поверхностной плотностью до  $750\text{ г/м}^2$  и коэффициентом отражения ИК излучения 0,9; высокоэффективных термостойких тканей и теплоизоляторов. Разработан комплект для защиты пожарных от повышенных тепловых воздействий (интенсивного теплового излучения, высоких температур окружающей среды, кратковременного контакта с открытым пламенем), а также вредных факторов окружающей среды, возникающих при тушении крупных пожаров на предприятиях газо-нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности. Позволяет быстро и эффективно работать внутри воспламененных зон и проводить первоочередные аварийно-спасательные работы.

Костюм защищает также от неблагоприятных климатических явлений, является непроницаемым для воды и пара и работает вместе с внутренним дыхательным аппаратом.

Теплоотражательный комплект ТОК-200 предназначен для защиты личного состава подразделений пожарной охраны от повышенных тепловых воздействий (интенсивного теплового излучения, высоких температур окружающей среды, кратковременного контакта с открытым пламенем), а также вредных факторов окружающей среды, возникающих при тушении пожаров и проведении связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ. Костюм защищает также от неблагоприятных климатических воздействий: отрицательных температур, ветра, осадков. В конструкции применены современные материалы и комплектующие изделия: огнестойкие, теплоотражательные, металлизированные материалы с высоким коэффициентом отражения; термостойкие, теплоотражательные, панорамные оптические элементы (стекла) иллюминатора; надежная фурнитура.

#### **4.2. Коллективные средства защиты**

Укрытие населения в защитных сооружениях является наиболее надежным способом защиты людей. Защитные сооружения – это инженерные сооружения, специально оборудованные для защиты людей от всех средств поражения, также от возможных вторичных факторов поражения. В зависимости от защитных свойств эти сооружения подразделяются на убежища и противорадиационные укрытия (ПРУ). Кроме того, для защиты могут применяться простейшие укрытия (щели, траншеи, землянки).

Убежища обеспечивают наиболее надежную защиту людей от всех поражающих факторов ядерного оружия, от ОВ, СДЯВ и бактериальных средств, от высоких температур и вредных газов в зонах пожаров.

ПРУ надежно защищают людей от светового (теплового) излучения, заражения радиоактивными веществами и от радиоактивного облучения, а также от непосредственного попадания на кожу и одежду людей капель ОВ и аэрозолей бактериальных средств.

Для защиты людей можно кроме стационарных использовать убежища и укрытия, возводимые в короткие сроки из готовых деревянных или железобетонных конструкций; приспособляют также горные выработки, переходы, транспортные туннели, гаражи и метро.

Убежища и ПРУ проектируются по строительным нормам и правилам СНиП II-11-77, СНиП 2.01.51-90 и дополнениям к ним. Назначение сооружений в мирное время определяется заданием на проектирование.

Современные убежища – сложные в техническом отношении сооружения, оборудованные различными инженерными системами и измерительными приборами, которые должны обеспечить требуемые нормативные условия жизне-

обитания людей в течение расчетного времени. От надежной работы систем зависит безопасность находящихся в сооружении людей.

От ударной волны и обломков разрушающихся зданий людей защищают прочные ограждающие конструкции (стены, перекрытия, двери, ставни и ворота), противовзрывные устройства и клапаны на вентиляционных, выхлопных и других отверстиях. Эти конструкции защищают также от воздействия проникающей радиации, светового излучения и высоких температур.

Устройство и внутреннее оборудование убежища во многом зависят от его вместимости. По вместимости убежища делятся на малые, средние и большие. Убежища, возводимые заблаговременно, укрывают: малой вместимости – до 150 чел., средней – 150–600 и большой – более 600 чел. Убежища, возводимые при угрозе войны, укрывают: малой вместимости – до 60 чел., средней – 60–100 и большой – более 100 чел.

Убежища большой вместимости имеют наиболее сложное внутреннее оборудование. Сложность внутреннего оборудования и инженерных сетей, оснащенность агрегатами, механизмами, приборами зависят также от назначения и характера использования помещения в мирное время.

По защитным свойствам убежища подразделяются на классы в зависимости от расчетной величины давления  $\Delta P_{\text{Ф}}$ , ударной волны ядерного взрыва, какую они могут выдержать. К убежищам каждого из пяти классов предъявляются соответствующие требования также по ослаблению радиационного воздействия и по защите от взрывов обычных боеприпасов (снарядов, авиационных бомб).

По месту расположения в застройке убежища делятся на отдельно стоящие и встроенные. Отдельно стоящие убежища возводят на свободных от застройки участках, а встроенные сооружают в подвалах, полуподвальных (цокольных) и первых этажах зданий. К встроенным относятся и убежища, возводимые внутри одноэтажных производственных зданий и не связанные с его ограждающими конструкциями. Отдельно стоящие убежища бывают заглубленными, полузаглубленными и возвышающимися.

### **Система воздухообеспечения**

Система воздухообеспечения должна обеспечить людей в убежище необходимым количеством чистого воздуха соответствующей температуры, влажности и газового состава.

Воздух в системе воздухообеспечения может подогреваться или охлаждаться, осушаться или увлажняться.

В убежищах предусматривается, как правило, 2 режима вентиляции: режим чистой вентиляции и режим фильтровентиляции. Если убежище расположено в пожароопасном районе или в районе возможной загазованности СДЯВ, дополнительно предусматривают режим полной изоляции с регенерацией внутреннего воздуха.

В режиме чистой вентиляции наружный воздух очищается только от пыли с помощью противопыльных масляных фильтров ФЯР (фильтр ячеистый Река). Ячейка такого фильтра состоит из каркаса, в который вставлены пакеты из металлических сеток, обработанных маслом. Пыль, содержащаяся в воздухе,

проходя через фильтр, прилипает к масляной пленке. Пропускная способность масляного фильтра равна  $1500 \text{ м}^3/\text{ч}$ , один фильтр рассчитан на 150 человек.

При режиме фильтровентиляции воздух предварительно очищается от пыли, проходя через фильтры-поглотители, он очищается от ОВ, СДЯВ и биологических средств. Для воздухообеспечения убежища в этом режиме применяют фильтровентиляционные комплекты ФВК-1. Комплект ФВК-1 состоит из двух предфильтров ПФП-1000, трех фильтропоглотителей, двух электроручных вентиляторов ЭРВ-600/300.

Количество воздуха, подаваемого в режиме фильтровентиляции, должно обеспечивать требуемый температурно-влажностный режим внутри сооружения и подпор воздуха. Для убежищ приняты нормы подачи воздуха следующие:  $2 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одного укрываемого,  $5 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одного работающего в помещении пункта управления и  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одного работающего в фильтровентиляционной камере с электроручными вентиляторами.

Фильтровентиляционные комплекты ФВК-2 устанавливаются в убежища, где предусматривается третий режим с регенерацией воздуха. В состав комплекта ФВК-2 дополнительно входит регенеративная установка РУ-150/6 и фильтр ФГ-70, который применяется для очистки воздуха от оксида углерода.

Система воздухообеспечения включает в себя воздухозаборные устройства, противопыльные фильтры, фильтры-поглотители, вентиляторы, разводящую сеть, воздухоохладители и фильтр для очистки воздуха от оксида углерода. Воздухозаборы для режимов чистой вентиляции и фильтровентиляции и для вентиляции дизельной электростанции должны быть отдельными. Воздухозабор для режима чистой вентиляции совмещают с галереей аварийного выхода. При выходе из строя воздухозабора фильтровентиляции можно использовать воздухозабор чистой вентиляции, для чего между воздухозаборами прокладывают байпасную линию с герметическим клапаном.

### **4.3. Эвакуация населения**

**Эвакуация** – это комплекс мероприятий по организованному выводу, вывозу населения из городов и других населенных пунктов в безопасные районы в случае ЧС, угрожающих жизни людей. Эвакуация может быть полной или частичной, проводится в мирное или военное время. Организуется и проводится эвакуация в зависимости от сложившейся обстановки.

Из ряда категорированных городов в военное время население будет эвакуировано. Эвакуация организуется по территориально-производственному принципу. Неработающее население эвакуируют местные органы власти силами жилищно-эксплуатационных служб. Тех, кто работает или учится, эвакуируют руководители объектов.

Каждому предприятию, учреждению, учебному заведению, из которого планируется эвакуация, в безопасном районе назначается для размещения рабочих и служащих и членов их семей один или несколько населенных пунктов.

2 Организация и проведение эвакуации возлагается на начальников ГО соответствующих объектов и эвакуационные комиссии. Эвакуация проводится после получения распоряжения. Для проведения эвакуации используется железнодорожный, автомобильный, водный транспорт, а также транспорт незанятых граждан. Часть населения может выводиться пешим порядком. Население о начале эвакуации оповещается через предприятия, учреждения, по каналам теле- и радиовещания.

3 Для организованного движения пеших колонн разрабатывают схему их маршрута, на которой указывают состав колонны, маршрут движения, исходный пункт, пункты регулирования движения и время их прохождения, районы и продолжительность привалов, медицинские пункты и пункты обогрева, промежуточный пункт эвакуации, порядок и сроки вывода колонны (вывоза людей) из этого пункта в район постоянного размещения, сигналы управления и оповещения.

4 Для проведения эвакуации создаются специальные эвакуационные органы. К ним относятся: эвакуационные комиссии (создаваемые в местах, из которых предстоит эвакуировать население); сборные эвакуационные пункты; приемные эвакуационные (эвакоприемные) комиссии и приемные эвакуационные пункты. Для управления пешей эвакуацией создаются группы управления, а на маршруте движения колонн устраиваются промежуточные пункты эвакуации.

Эвакуационные комиссии создаются при правительстве республики, в области, городе, городском районе и на крупных предприятиях. Они планируют и организуют мероприятия по эвакуации. Эвакуация населения проводится через сборные эвакопункты. Под них обычно отводятся школы, клубы и другие общественные здания. Предназначаются эти пункты для сбора и регистрации эвакуируемого населения и отправки его на станции, пристани и другие пункты посадки (при эвакуации транспортом) или на исходные пункты пешего движения.

Каждому сборному эвакопункту присваивается номер; к нему приписываются ближайшие объекты народного хозяйства, учебные заведения, организации и учреждения, жилищно-эксплуатационные органы. За ним закрепляются пункты посадки на транспорт и маршруты эвакуации пешим порядком.

Население о начале эвакуации оповещается через предприятия, учреждения, учебные заведения, домоуправления, милицию, по радио и телевидению. Получив извещение о начале эвакуации, люди должны подготовить и взять с собой документы, деньги, необходимые вещи и запас продуктов и явиться на сборный эвакопункт в установленное время.

Для организации приема и размещения эвакуированного населения, а также снабжения его всем необходимым создаются уже упоминавшиеся эвакоприемные комиссии и приемные эвакопункты.

На приемные эвакуационные комиссии возлагаются разработка и корректировка раздела плана ГО по приему и размещению эвакуируемого населения;

встреча, прием, учет и размещение прибывшего населения, снабжение его всем необходимым; представление донесений вышестоящим приемным эвакуационным органам о ходе приема, размещения и обеспечения прибывшего населения.

По указанию эвакуприемной комиссии района для приема прибывающего населения развертывают приемные эвакупункты. Они устраиваются в школах, детских садах, клубах и других общественных зданиях недалеко от мест высадки людей. На приемный пункт возлагается встреча прибывшего населения, распределение его по населенным пунктам, отправка людей к местам размещения, оказание первой медицинской помощи.

Эвакуация в мирное время проводится в случае химического или радиоактивного заражения местности, катастрофического затопления, в случае пожаров и т.д.

Эвакуация – самый сложный способ защиты населения, потому проводится в случае крайней необходимости. Как правило, эвакуационные комиссии планируют эвакуационные мероприятия заранее, так как многие ЧС достаточно точно прогнозируемы.

#### **4.4. Медицинские средства защиты**

К медицинским средствам защиты относятся:

- аптечка индивидуальная АИ-2;
- индивидуальный противохимический пакет (ИПП);
- пакет перевязочный индивидуальный (ППИ).

Аптечка индивидуальная АИ-2 предназначена для оказания само- и взаимопомощи при ранениях или ожогах, а также для предупреждения и ослабления действия РВ, СДЯВ, ОВ и БС.

В состав АИ-2 входят: шприц-тюбик с противоболевым средством, средство для предупреждения или ослабления поражения фосфорорганическими ОВ и СДЯВ, радиозащитное средство № 1, радиозащитное средство № 2, противобиологическое средство № 1, противобиологическое средство № 2, противорвотное средство.

Индивидуальный противохимический пакет предназначен для обеззараживания капельно-жидких СДЯВ и ОВ, попавших на открытые участки тела и одежду. В комплект пакета входят флакон с дегазирующим раствором и 4 ватно-марлевых тампона в закрытом герметичном пакете.

Пакет индивидуальный перевязочный включает: 7 м бинта шириной 10 см, 2 ватно-марлевые подушки и булавку, вложенные в герметичный чехол.

При увеличении экспозиционной дозы на 20 мкР/ч для данной местности необходимо проводить йодную профилактику.

## ИНСТРУКЦИЯ

по профилактическому применению йодистого калия  
в случае аварии на АЭС

Прием йодистого калия является наиболее эффективным средством защиты щитовидной железы от радиоактивного йода, который попадает в организм в виде изотопов йода в результате распада урана и плутония.

### ДОЗЫ ПРИЕМА

1. Взрослые и дети старше 14 лет - по 125 мг 1 раз в сутки в течение 10 суток (суммарная доза 1250 мг).
2. Дети старше 3-х лет – по 60-65 мг 1 раз в сутки в течение 10 суток (суммарная доза 600-650 мг).
3. Дети моложе 3-х лет – по 60-65 мг 1 раз в сутки в течение 2-х суток (суммарная доза 120-130 мг).
4. Беременные и кормящие женщины – по 125 мг 1 раз в сутки в течение 2-х суток (суммарная доза 250 мг).
5. Новорожденным, находящимся на грудном вскармливании, йодистый калий не назначается, они получают необходимое количество йода с молоком матери, которая принимает препарат йодистого калия.

Таблетки принимаются натощак, запивая киселем или сладким чаем.

### ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРИЕМА ЙОДИСТОГО КАЛИЯ

- повышенная чувствительность к йоду;
- тиреотоксикоз (диффузный или узловатый токсический зоб);
- аутоиммунный тиреодит;
- геморрагический иммунный микротромбоз;
- узелковый периартериит.

Лицам, отмечавшим ранее повышенную чувствительность к йоду, страдавшим указанными заболеваниями, следует незамедлительно обратиться к врачу эндокринологу и выяснить возможность профилактического приема йодистого калия.

Для лиц, которым профилактический прием йодистого калия противопоказан, должны быть предусмотрены альтернативные меры защиты (временное отселение).

Побочные эффекты от приема йодистого калия могут проявляться в виде металлического вкуса во рту, конъюнктивита, тошноты, поноса, учащения сердцебиения, воспаления околоушных и подчелюстных лимфатических желез, кожных высыпаний.

Эти эффекты не представляют опасности для здоровья людей и быстро проходят после окончания приема препарата.

## ГЛАВА 5 УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

### 5.1. Основы устойчивости работы объектов

*Под устойчивостью работы объекта народного хозяйства понимается* его способность функционировать не только при нормальной повседневной деятельности, но и в чрезвычайных ситуациях, предупреждать возникновение аварий и катастроф на объекте, а в случае возникновения чрезвычайной ситуации выпускать установленные виды продукции в объемах и номенклатурах, предусмотренных соответствующими планами (для объектов, не производящих материальных ценностей, – транспорт, связь и др. – выполнять свои функции), а также приспособленности этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

Объекты народного хозяйства в силу различного назначения, профиля и специализации отличаются друг от друга по конструкции зданий и сооружений, составу оборудования и технологической оснастке. Однако, несмотря на это, у них много общего: производственный процесс осуществляется, как правило, внутри зданий и сооружений, сами здания в большинстве случаев выполнены из унифицированных элементов, территория объектов насыщена инженерными, коммунальными и энергетическими линиями, плотности застройки на многих объектах составляют 30-60 %. Все это дает основание считать, что для всех промышленных объектов (независимо от профиля производства и назначения) методика оценки устойчивости их работы при воздействии поражающих факторов ядерного взрыва может быть одина. Имеющиеся же особенности и различия в элементах производства каждого объекта учитываются при проведении конкретных расчетов.

Известно, что восстановлению объект подлежит, если он получит слабые и средние разрушения.

Применительно к гражданским и промышленным зданиям степени разрушения характеризуются следующим состоянием конструкции:

**слабые разрушения:** разрушаются оконные и дверные заполнения, легкие перегородки, частично – кровля, возможны трещины в стенах верхних этажей;

**средние разрушения:** разрушаются встроенные элементы внутренних перегородок, окна, двери, крыши, появляются трещины в стенах, происходит обрушение отдельных участков чердачных перекрытий и стен верхних этажей.

Промышленное и энергетическое оборудование характеризуются при слабых разрушениях деформацией трубопроводов, повреждением и разрушением контрольно-измерительной аппаратуры; отдельными разрывами на линии электропередач (ЛЭП); повреждением станков, требующих замены электропроводки, приборов и других поврежденных частей; повреждением систем смазки, гидравлики, передаточных механизмов и т.д.

При средних разрушениях – отдельными разрывами, деформацией трубопроводов, кабелей; деформацией и повреждением отдельных опор ЛЭП; деформацией и смещением на опорах цистерн, разрушением их выше уровня жидкости; повреждением станков, требующих капитального ремонта, смещением их относительно фундамента и т.д.

Станочное оборудование разрушается при избыточных давлениях 35-70 кПа, измерительные приборы – 20-30 кПа, а наиболее чувствительные приборы могут повреждаться при 10 кПа и меньше. Промышленное оборудование может разрушаться и при обрушении конструкций зданий.

Оценка устойчивости элементов объекта производится последовательно к воздействию каждого поражающего фактора ядерного взрыва, который может оказать существенное поражающее действие на данный элемент. Устойчивость элемента объекта будет характеризоваться практическим значением того или иного поражающего фактора, при котором элемент объекта выходит из строя (или не разрушается).

Для устойчивой работы объекта необходимо кроме устойчивости самого объекта обеспечить защищенность рабочих и служащих, снабдить их средствами индивидуальной и коллективной защиты.

Для обеспечения надежности функционирования опасных производств и технологий на хозяйственных объектах надо 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 средствами контроля процессов, автоматическими противоаварийными блокировками и системами по предупреждению образования взрывоопасной среды;
- внедрять пылеуборочную технику для предупреждения образования пыли взрывоопасных концентраций;
- совершенствовать систему управления процессами борьбы со взрывами и пожарами;
- создавать локальные системы выявления заражения и оповещения населения, содержать все имеющиеся защитные сооружения на химических взрыво- и пожароопасных объектах готовности к приему укрываемых;
- периодически производить замену морально устаревшего оборудования и обновлять технологию его обслуживания и ремонта;
- создавать учебно-методическую и материально-техническую базу по подготовке производственного персонала;

- создавать вневедомственные экспериментальные службы для проведения консультаций и надзора за состоянием безопасности производства.

С учетом того, насколько на объекте выполняются вышеперечисленные требования, производится оценка устойчивости работы объекта.

## **5.2. Устойчивость экономики в чрезвычайных ситуациях и экологическая безопасность**

**Экономика** – это та основная область человеческой деятельности, которая позволяет жить на Земле населению и помогает выживать в различных чрезвычайных ситуациях. Экономика дает человеку биологическую пищу, лекарства, одежду, обувь, тепло, свет и т.д. Она делает жизнь человека комфортной, стимулирует развитие науки, культуры, искусства. Одновременно экономика является источником техногенных, экологических и социальных чрезвычайных ситуаций. Вместе с природными и биолого-социальными они ежегодно являются причинами преждевременной смерти и подрыва здоровья сотен миллионов людей.

Современная эпоха характеризуется тем, что экологические чрезвычайные ситуации стали наиболее опасными и представляют угрозу гибели человеческой цивилизации. Угроза для жизни и здоровья людей исходит не только непосредственно от экологических загрязнений, но и от экономического кризиса, который может быть вызван наличием ограниченных природных ресурсов и источников энергии.

### **Стратегия устойчивого развития экономики**

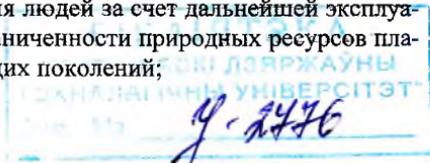
Перед человечеством стоят две основные задачи:

- обеспечить устойчивое развитие экономики;
- ликвидировать экологический кризис.

Эти задачи противоречивы, так как развитие экономики связано с необходимостью использования дополнительных природных ресурсов (биологических, ресурсов недр, земли, воды, воздуха и др.), разрушение или истощение которых является причиной экологического кризиса. В настоящее время эксплуатация некоторых ресурсов достигла предела, когда выгода от выпускаемой продукции оборачивается потерями для здоровья человека и для других видов хозяйственной деятельности.

Одновременно истощение некоторых природных ресурсов грозит полным разрушением экономики и гибелью будущим поколениям уже в ближайшие столетия. Перед человечеством стоит проблема выбора путей дальнейшего экономического развития. Ими могут быть:

- улучшение социального положения людей за счет дальнейшей эксплуатации природной среды, не учитывая ограниченности природных ресурсов планеты и экономического положения будущих поколений;



- сокращение производства товаров, использование только экологически чистых производств;
- компромиссный путь, учитывающий экологические ограничения, налагаемые конечностью ресурсов планеты.

Дальнейшее развитие экономики должно базироваться на соблюдении равновесия между потребностями человека и возможностями природной среды. Таким образом, на первый план выходит задача обеспечения экологической безопасности.

В настоящее время общество пока не готово к ведению хозяйства с учетом обеспечения экологической безопасности, хотя международное сообщество уже разработало концепцию по устойчивому развитию экономики. Это вызвано тем, что биосфера для человечества общая, а бедность способствует углублению экологического кризиса. В Республике Беларусь также разработана концепция устойчивого экономического развития. Ее реализация – важнейшая задача государственных структур и всего общества.

В основе концепции устойчивого развития экономики лежат следующие основные принципы:

- право человека на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой;
- право на обеспечение равенства возможностей развития экономики и сохранения окружающей среды как для нынешнего, так и для будущих поколений;
- охрана природы. Приоритетным должно быть направление на внедрение экологически чистых технологий, направленных на сохранение природной среды;
- внедрение новых технологий, направленных на снижение количества и масштабов ЧС техногенного, природного, экологического и социального характера, которые являются тормозом развития экономики, представляют смертельную опасность для человека.

Для реализации концепции устойчивого развития экономики к предпринимателям, административно-управленческому персоналу предъявляется ряд требований:

- знание принципов устойчивого развития экономики;
- научное применение менеджмента и маркетинга в рыночной экономике;
- понимание задач экологической безопасности;
- поддержка общественного мнения на базе экологического образования населения, необходимости обеспечения экологической безопасности производства;
- творческое сочетание экономического и экологического менеджмента в хозяйственной деятельности;
- гибкая реализация административного и экономического механизмов воздействия на производство с целью обеспечения устойчивого производства продукции и экологической безопасности.

При этом руководители органов государственного управления, предприниматели и население должны помнить следующие факты и рекомендации.

### **5.3. Факторы, влияющие на устойчивость работы промышленных объектов в чрезвычайных ситуациях**

Под объектами хозяйствования понимают: предприятия промышленности, транспорта, колхозы, совхозы, другие субъекты хозяйствования, решающие задачи экономики и социальной сферы.

#### **Факторы, влияющие на устойчивость работы промышленного 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:

- защищенность производственного персонала от поражения при воздействии источников ЧС;
- устойчивость инженерно-технического комплекса к поражающим факторам источников ЧС;
- планировка и застройка территории объекта;
- надежность и производительность технологического оборудования, степень его изношенности;
- размеры территории и характер объекта;
- наличие своих источников энергоснабжения;
- виды выпускаемой продукции;
- система безопасности производства;
- уровень применяемой научно-технической технологии;
- численность и профессиональная квалификация рабочих и служащих;
- 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 поражающими факторами источника ЧС.

Внешними факторами являются:

- район расположения объекта (экономическая ситуация, наличие транспортных коммуникаций, потенциально опасных объектов);
- системы энергоснабжения;
- производственные связи объекта и их надежность;
- используемые природные ресурсы;
- конъюнктура рынка, положительный торговый баланс;
- эффективность системы общего менеджмента;
- источники финансирования, налоговая система, штрафные санкции, доступ к внешним кредитным ресурсам, отсутствие инвестиций;
- правовая система, регламентирующая работу объекта;
- источники ЧС, характерные для данной территории и др.

Объекты хозяйствования различного назначения отличаются разной устойчивостью в различных ЧС. Некоторые из них сами являются потенциально

опасными, если аварии и катастрофы на них создают ЧС, представляющие опасность для населения и других объектов.

В ЧС природного характера опасные процессы и явления воздействуют прежде всего на объекты сельскохозяйственного производства, лесного, рыбного хозяйства, на устойчивость работы объектов пищевой, лесной, деревообрабатывающей промышленности. В ряде случаев опасные природные явления или процессы прямо или косвенно воздействуют на работу и других объектов. Так, разрушение линий электропередач, линий связи, газопроводов и т.п. может остановить работу отдельных предприятий, вызвать нарушение работы системы жизнеобеспечения населения.

В ЧС техногенного характера особо опасны аварии и катастрофы для устойчивой работы предприятий строительного и энергетического комплекса, химической, легкой промышленности, транспортных предприятий и др. Они могут быть и причиной человеческих жертв, экологических бедствий, вызывать разрушения и остановку производства на длительное время.

В ЧС биолого-социального характера в результате эпидемий нарушается устойчивость работы практически всех объектов экономики. А эпизоотии и эпифитотии приводят к значительному сокращению производства товаров и продуктов питания предприятиями легкой и пищевой промышленности, наносят значительный ущерб сельскохозяйственному производству.

В ЧС экологического характера устойчивость работы объектов нарушается за счет ущерба, который наносится природной среде и здоровью человека. При этом источниками экологических ЧС часто являются сами объекты хозяйствования.

### **Основные мероприятия по обеспечению устойчивой работы промышленного объекта в чрезвычайных ситуациях**

Устойчивость работы объекта в ЧС обеспечивается как за счет проведения комплекса мероприятий на этапе проектирования объекта, строительства, установки и отладки технологического и вспомогательного оборудования, так и в процессе производства продукции.

Основными из них являются:

- проектирование объекта в соответствии с нормативными документами;
- прогнозирование возникновения и оценка возможных последствий ЧС для работы объекта;
- разработка режимов работы рабочих и служащих на случай ЧС;
- поддержание в готовности системы оповещения о ЧС;
- организация обучения рабочих и служащих правилам поведения и действиям в ЧС при работе на объекте;
- принятие мер по повышению устойчивости инженерно-технического комплекса к разрушительному действию источников ЧС;
- проведение мероприятий по предупреждению аварий, катастроф на объекте и обеспечению экологической безопасности производства;
- исключение или ограничение поражения от вторичных факторов от источников ЧС;
- организация устойчивого управления производством и в ЧС;

- поддержание трудовой и технологической дисциплины;
- обеспечение устойчивости материально-технического снабжения и в ЧС (на государственных предприятиях);
- внедрение новейших достижений науки и техники в безопасное производство, повышение надежности технологического оборудования.

Планирование и выполнение большинства перечисленных мероприятий, их конкретизация проводится после исследований на объекте силами инженеров, экономистов, юристов, экологов и других специалистов предприятия.

Исследования проводятся по распоряжению или приказу руководителя объекта. Создаются группы специалистов, которые проводят исследования по специальным методикам как путем моделирования на ЭВМ, так и проведением аналитических расчетов, иногда подтверждая их экспериментами, исследованиями и результатами учений.

По окончании исследований составляется итоговый отчет с предложениями конкретных мероприятий (организационных, технических, финансовых и др.) по обеспечению устойчивости работы объекта в ЧС. Отчет утверждается руководителем объекта. На основе отчета планируются мероприятия с указанием сроков выполнения.

## ГЛАВА 6 ЛИКВИДАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

### 6.1. Основы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ

Одной из задач ГО является организация и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в ходе ликвидации последствий ЧС, прежде всего в очагах поражения. Для успешного проведения АСиДНР требуется хорошая выучка спасателей, умение организовать спасательные работы. Весь объем работ в очаге поражения принято делить на аварийно-спасательные работы и на другие неотложные работы. Аварийно-спасательные работы проводятся с целью розыска пораженных, извлечения их из завалов и разрушенных защитных сооружений, оказания им первой медицинской помощи и эвакуации их из очага поражения в лечебные учреждения.

К аварийно-спасательным работам относятся:

- разведка маршрутов движения формирований и участков предстоящих работ;
- локализация и тушение пожаров на путях движения формирований и участках работ;
- розыск пораженных и извлечение их из завалов, поврежденных и горящих зданий, загазованных, задымленных и затопленных помещений;
- подача воздуха в заваленные защитные сооружения с поврежденной вентиляцией;
- вскрытие разрушенных, поврежденных и заваленных защитных сооружений, спасение находящихся в них людей;
- оказание первой медицинской помощи пораженным и эвакуация их в лечебные учреждения;
- вывод (вывоз) населения из опасных мест в безопасные районы;
- санитарная обработка людей, обеззараживание их одежды, территории, сооружений, техники, воды и продовольствия.

Для обеспечения успешного проведения спасательных работ в очаге поражения проводятся другие неотложные работы. К ним относятся:

- прокладка колонных путей и устройство проездов (проходов) в завалах и на зараженных участках;
  - локализация аварий на коммунально-энергетических и технологических сетях;
  - укрепление или обрушение угрожающих обвалом конструкций зданий (сооружений) на путях движения к участкам проведения работ.
- При ведении спасательных работ в очагах поражения, образовавшихся в результате военных действий, дополнительно проводятся:
- обнаружение, обезвреживание и уничтожение невзорвавшихся боеприпасов в обычном снаряжении;
  - ремонт и восстановление поврежденных защитных сооружений.

Одновременно могут проводиться и такие работы:

- санитарная очистка очага поражения;
- сбор материальных ценностей;
- обеспечение питанием нуждающегося в нем населения;
- утилизация зараженного продовольствия и другие работы, направленные на предотвращение возникновения эпидемий.

АСиДНР должны быть организованы в короткие сроки и проводиться днем и ночью до полного их завершения, даже если бы условия их проведения были очень сложными. Сложность их может быть вызвана большим объемом спасательных работ, ограниченностью времени, проведением спасательных работ на зараженной местности. Поэтому для успеха АСиДНР от спасательных формирований требуется высокая организованность, морально-психологическая стойкость, физическая выносливость и мобилизация всех сил и средств. Кроме того, нужно:

- организовать непрерывное ведение общей и специальной разведки;
- провести изучение участков работ командирами формирований;
- создать группировку сил и средств для ведения АСиДНР и быстро ввести ее в очаг поражения;
- обеспечить активное участие населения в проведении спасательных работ;
- обеспечить непрерывное взаимодействие сил АСиДНР и управление ими;
- использовать силы и средства в соответствии с их назначением, а также обеспечивать их всем необходимым.

Для проведения АСиДНР кроме сил и средств ГО могут привлекаться работники и техника объектов. Расходы, связанные с работами, несет предприятие, где произошла авария (катастрофа). Для проведения работ в очагах поражения командиры формирований после прибытия уточняют обстановку у начальника ГО объекта, при необходимости проводят дополнительно разведку и приступают к проведению работ.

В первую очередь проводятся работы по устройству проходов и проездов к защитным сооружениям, локализации и тушению пожаров на участках предстоящих работ, ликвидации аварий на коммунально-энергетических и технологических сетях, розыск пораженных в завалах, вскрытие заваленных защитных сооружений, спасение людей из горящих зданий, из-под завалов, оказание пострадавшим первой медицинской помощи и эвакуация их в безопасные районы (загородную зону).

Спасение людей из-под завалов, из поврежденных и горящих зданий начинается с поиска. Поиск начинают с обследования мест, приспособленных для укрытий людей: подвальных помещений, различных дорожных сооружений, околострижневых пространств, нижних этажей зданий. Очень важно установить связь с заваленными людьми и путем переговоров или постукивания выяснить их состояние. При спасении заваленных людей принимают меры к укреплению конструкций зданий, угрожающих обвалом, а при проделывании проходов

внутри завалов – к выносу заваленных людей. Проход на всем протяжении укрепляется стойками и распорками.

Спасают людей из горящих, загазованных зданий, вынося их через оконные проемы, балконы, сохранившиеся входы, по устроенным тропам, при помощи канатов, брезента, пожарных лестниц и т.п. Работы обычно выполняются группами из 3-5 человек. Эти работы спасательные формирования проводят во взаимодействии с медицинскими и противопожарными формированиями.

В случае завала защитных сооружений определяют местоположение заваленного сооружения, пытаются установить связь с находящимися в нем людьми и при нарушении системы вентиляции в этом сооружении в первую очередь подают туда воздух компрессорными установками, проделав для шланга отверстия с помощью средств механизации.

Главное – спасти людей в короткие сроки, особенно если среди них есть пораженные. Пораженным оказывают первую медицинскую помощь и выносят их к месту погрузки на транспорт для эвакуации в лечебные учреждения.

Работа в загазованных, задымленных помещениях, на подземных магистралях осуществляется в средствах индивидуальной защиты и при необходимости с применением специальных фильтрующих элементов или изолирующих противогазов. Вблизи загазованного здания запрещается зажигать спички или пользоваться инструментом, который может вызывать образование искр. Спуск спасателей в колодцы, подвалы и тому подобные места производится в изолирующих противогазах с применением страховки.

Командиры формирований должны постоянно вести дозиметрический контроль и следить за выполнением мер безопасности при работе на зараженной радиоактивными веществами местности.

## **6.2. Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очаге химического поражения**

Особенности АСидНР в очаге химического поражения зависят от размера очага, типа ОВ, СДЯВ, времени и способа их применения или условий, возникающих в результате аварии на производстве, выпускающем или применяющем ОВ или СДЯВ, количества людей, оказавшихся в очаге поражения, и обеспеченности их средствами индивидуальной защиты.

Если в очаге химического поражения нет больших разрушений или пожаров, то проведение спасательных работ сводится к оказанию помощи пораженным. При возникновении ЧС на химически опасных объектах работы непосредственно в очаге поражения выполняют специализированные объектовые формирования, оснащенные всем необходимым для борьбы с последствиями воздействия ОВ или СДЯВ. В связи с этим в очаге химического поражения проводятся прежде всего:

– химическая и медицинская разведка;

- эвакуация пораженных в безопасные районы и вывоз (вывод) населения по кратчайшим маршрутам с учетом направления ветра;
- дегазация дорог и проходов на маршрутах действия сил ГО;
- санитарная обработка людей, дегазация территории, зданий и сооружений, техники.

При обнаружении ОВ или СДЯВ командир формирования немедленно подает сигнал, информирует соседние формирования, усиливает химическую разведку. Обычно вслед за разведкой в очаг вводятся медицинские формирования, формирования противорадиационной и химической защиты, охраны общественного порядка, а также силы и средства, необходимые для обеспечения действий формирований. Первая медицинская помощь пораженным оказывается на месте их обнаружения. На пораженных надеваются противогазы, обеззараживаются капли ОВ, попавшие на тело или одежду, людям вводятся антидоты.

### **6.3. Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очаге биологического поражения**

Работы в очаге биологического поражения включают:

- ведение биологической разведки и индикацию бактериальных средств;
- установление карантинного режима или обсервации;
- санитарную экспертизу и контроль заражения продовольствия, воды, фуража, а также их обеззараживание;
- противоэпидемические, санитарно-гигиенические, профилактические и лечебно-эвакуационные мероприятия;
- разъяснительную работу (населению во избежание паники объясняется действительная степень угрожающей ему опасности и правила поведения в очаге поражения).

При установлении факта применения противником биологического оружия или возникновения инфекционных болезней среди людей и животных в очаге поражения устанавливается карантин, а в прилегающих районах вводится обсервация. К работе в первую очередь привлекаются силы, находящиеся внутри очага. Личный состав формирований вводится в очаг в средствах индивидуальной защиты после общей и специальной профилактики. Когда работы выполнены, формирования выводятся из очага поражения, но располагаются в пределах зоны карантина. Карантин и обсервация снимаются распоряжением начальника ГО области, республики не ранее окончания срока инкубационного периода, исчисленного с момента изоляции последнего заболевшего или проведения заключительной дезинфекции в очаге заболевания.

#### **6.4. Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очаге комбинированного поражения**

Особенности организации и проведения АСиДНР в очаге комбинированного поражения. При воздействии двух и более видов оружия массового поражения образуется очаг комбинированного поражения. В очаге поражения организуются работы с учетом наличия пожаров, разрушений и учетом вида заражения – радиоактивного, химического или биологического. До установления вида примененных бактериальных средств все работы организуются в режиме защиты от особо опасных инфекционных болезней. При наличии СДЯВ привлекаемые формирования должны пользоваться изолирующими противогазами или соответствующими данному типу ядовитого вещества промышленными противогазами. При организации и проведении работ в очаге комбинированного поражения предусматривается:

- непрерывное ведение разведки всех видов, направленной на выявление типа, концентрации и направления распространения ОВ, СДЯВ, радиоактивного облака, способов применения и установление видов возбудителей инфекционных болезней, границ зон заражения;
- определение самого опасного поражающего фактора и принятие первоочередных мер к ликвидации его воздействия с одновременным проведением мероприятий по ликвидации последствий других поражающих факторов;
- обязательное использование спасателями средств индивидуальной защиты органов дыхания, кожи, а также обеспечение пораженных противогазами. Пребывание личного состава формирований в средствах защиты может оказаться продолжительным;
- проведение реальных мероприятий, направленных на изоляцию очага поражения от окружающих районов; введение ограничительных мер по времени пребывания на зараженной территории; установление карантина в районах расположения формирований после вывода их из очага поражения;
- проведение профилактики личного состава формирований и всех пораженных;
- срочная эвакуация населения из очага поражения на незараженную территорию;
- выделение больших сил и средств для проведения дегазации, дезинфекции, дезактивации территории, сооружений и техники;
- проведение санитарной обработки людей с учетом их одновременного заражения радиоактивными веществами и биологическими средствами.

При обеззараживании участков территории, зданий и сооружений, техники вначале производится дегазация и дезинфекция этих объектов, а затем, если степень радиоактивного заражения превышает допустимые уровни, дезактивация.

Особое внимание уделяется охране общественного порядка, выполнению населением режимных мероприятий, работе контрольно-пропускных и ветеринарно-карантинных пунктов.

## РАЗДЕЛ 2 РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

### ГЛАВА 7 ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Радиационная безопасность населения** – состояние защищенности настоящего и будущих поколений людей от вредного воздействия ионизирующего излучения.

**Ионизирующее излучение** – излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы разных знаков.

**Источник ионизирующего излучения** – устройство или радиоактивное вещество, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение.

**Естественный радиационный фон** – доза излучения, создаваемая космическим излучением и излучением природных радионуклидов, естественно распределенных в земле, воде, воздухе, других элементах биосферы, пищевых продуктах и организме человека.

**Техногенно измененный радиационный фон** – естественный радиационный фон, измененный в результате деятельности человека.

**Эффективная доза** – величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности.

**Санитарно-защитная зона** – территория вокруг источника ионизирующего излучения, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации данного источника может превысить установленный предел дозы облучения для населения. В санитарно-защитной зоне запрещается постоянное и временное проживание людей, вводится режим ограничения хозяйственной деятельности и проводится радиационный контроль.

**Зона наблюдения** – территория за пределами санитарно-защитной зоны, на которой производится радиационный мониторинг.

**Работники (персонал)** – физические лица, работающие с источниками ионизирующего излучения или находящиеся по условиям работы в зоне их воздействия.

**Радиационная авария** – потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью, повреждением оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды сверх установленных норм.

**Пользователи** – предприятия, учреждения, организации, производящие, вырабатывающие, перерабатывающие, применяющие, хранящие, транспортирующие, обезвреживающие и захороняющие радиоактивные вещества и другие источники ионизирующего излучения.

**Практическая деятельность** – виды деятельности, увеличивающие общее облучение граждан.

**Медицинское облучение** – облучение граждан (пациентов) при медицинском обследовании и лечении.

**Вмешательство** – мероприятие (действие), направленное на предотвращение либо снижение неблагоприятных последствий облучения или комплекса неблагоприятных последствий радиационной аварии.

**Облучение** – воздействие ионизирующего излучения на объект (организм человека, животного, растения и т.п.).

**Внешнее облучение** – облучение организма ионизирующим излучением, приходящим извне.

**Внутреннее облучение** – облучение организма, отдельных органов и тканей ионизирующим излучением, испускаемым содержащимися в них радионуклидами.

**Хроническое облучение** – постоянное или прерывистое облучение в течение длительного времени.

**Острое облучение** – однократное кратковременное облучение объекта дозой, вызывающей неблагоприятные изменения его состояния.

**Дробное облучение** – облучение, совершающееся двукратно или многократно с интервалами между отдельными воздействиями.

**Общее облучение** – облучение всего организма в целом.

**Местное облучение (локальное)** – облучение небольшой части организма.

**Биологическое действие излучения** – совокупность морфологических и функциональных изменений в живом организме, возникающих под действием облучения.

**Соматическое последствие облучения** – вызванные облучением изменения в самом облучаемом организме, а не в потомстве.

**Генетическое последствие облучения** – вызванные облучением генные лучевые повреждения в организме, которые могут привести к изменениям в организме его потомства.

**Лучевое поражение** – обусловленные лучевым воздействием патологические изменения тканей, органов и их функций.

**Обратимое лучевое поражение** – доля поражения, которая уменьшается за счет процессов восстановления, протекающих в облученном организме.

**Необратимое лучевое поражение** – доля поражения, которая не изменяется и может обуславливать отдаленные последствия облучения.

**Пороговая доза** – минимальная доза, вызывающая данный биологический эффект.

**Генное лучевое повреждение** – генные мутации, возникающие в результате облучения.

**Лучевая болезнь** – общее заболевание со специфическими симптомами, развивающееся вследствие лучевого поражения.

**Острая лучевая болезнь** – лучевая болезнь, развивающаяся после острого облучения (для человека в дозах, превышающих  $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$ ).

**Ближайшие последствия облучения** – первичная реакция и поражение организма, наступающие в течение нескольких недель после острого облучения.

**Отдаленные последствия облучения** – изменения в организме, возникающие в отдаленные сроки (через годы) после облучения.

**Минимальная абсолютно смертельная доза (МАСД)** – наименьшая доза, при которой наблюдают гибель 100 % облученных за определенный срок (обычно в течение 30 суток после облучения).

**Радиотоксичность** – способность радиоактивного вещества оказывать лучевое повреждение.

**Избирательное накопление радиоактивного вещества** – преимущественное накопление радиоактивного вещества в организме или ткани.

**Инкорпорированное радиоактивное вещество** – радиоактивное вещество, которое в результате биологических и физико-химических процессов находится в тканях организма.

**Коэффициент всасывания** – отношение количества радиоактивного вещества, поступившего в кровь, к общему количеству радиоактивного вещества, введенного в организм.

**Коэффициент отложения** – отношение количества радиоактивного вещества, поступившего в данный орган из крови, к количеству радиоактивного вещества, находящемуся в крови.

**Активная зона** – область пространства, где происходит цепная реакция.

Минимальная масса делящихся веществ, находящихся в активной зоне критических размеров, называется **критической массой**.

**Ядерными реакторами** называют устройства, в которых осуществляются управляемые цепные ядерные реакции.

## ГЛАВА 8 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Явление радиоактивности** было открыто французским физиком А. Беккерелем (1896 г.). В начале XX века английский ученый Э. Резерфорд, исследуя рассеяние  $\alpha$ -частиц тонкой металлической фольгой, установил существование атомного ядра и выдвинул **планетарную модель атома**. Используя эту модель, датский физик Н. Бор в 1913 г. разработал первую **количественную теорию атома**, теорию простейшего атома – атома водорода.

В 1932 г. английский физик Д. Чейдвик открыл нейтрон, а немецкий ученый В. Гейзенберг и независимо от него советский физик Д. Иваненко выдвинули **протонно-нейтронную модель строения атомного ядра**.

Атом состоит из положительно заряженного ядра и окружающих его электронов. В ядре сосредоточена почти вся масса атома (более 99,95 %). Размеры ядер имеют порядок  $10^{-10}$ – $10^{-15}$  м, в то время как линейные размеры атома порядка  $10^{-10}$  м.

Ядра состоят из двух видов элементарных частиц – протонов и нейтронов. Ядро любого элемента, которое имеет определенное строение и состав, называется **нуклидом**. Нуклид обозначается символом химического элемента с указанием атомного номера и массового числа в качестве нижнего и верхнего индекса соответственно.

Ядра с одним и тем же зарядом, но с разными массовыми числами называют **изотопами**.

Нестабильные изотопы наряду с тяжелыми элементами с атомным номером выше 83 составляют многочисленное семейство нестабильных ядер нуклидов, претерпевающих радиоактивный распад и объединяемых единым понятием **радионуклидов**.

Масса протона  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг, масса электрона  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  кг,  $m_p \approx 1836 m_e$ . Массы нейтрона  $m_n$  и протона  $m_p$  в углеродной шкале атомных единиц масс (а.е.м.):  $m_n = 1,00865017$  а.е.м.,  $m_p = 1,007276470$  а.е.м. Массовые числа протона и нейтрона одинаковы и равны единице. Заряд электрона равен элементарному заряду. Положительный заряд протона равен по абсолютному значению элементарному заряду. Заряд ядра атома, выраженный в элементарных зарядах, равен порядковому номеру  $Z$  элемента в периодической системе Д.И. Менделеева, количество электронов в атоме также равно порядковому номеру  $Z$ .

Частицы, относительно которых нет доказательств, что они являются составными, принято называть **элементарными частицами**.

В результате радиоактивного распада нестабильным ядром испускаются различные ядерные частицы и энергия в виде фотонов. Различают радионуклиды, испускающие  $\alpha$ - и  $\beta$ -частицы, такие радиоактивные превращения называют  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадами.

**Альфа-распадом** называется самопроизвольный распад атомного ядра на  $\alpha$ -частицу (ядро атома гелия  ${}^4_2\text{He}$ ) и ядро-продукт. Вылетающие из ядер  $\alpha$ -частицы имеют высокую скорость порядка  $10^7$  м/с и кинетическую энергию в пределах 2-9 МэВ. В большинстве случаев радиоактивное вещество испускает несколько групп  $\alpha$ -частиц близкой, но различной энергии, т.е. группы имеют спектр энергии. При  $\alpha$ -распаде атомных ядер довольно часто часть энергии альфа-распада идет на возбуждения ядра-продукта. Ядро-продукт спустя короткое время после вылета  $\alpha$ -частицы испускает один или несколько  $\gamma$ -квантов и переходит в нормальное состояние. Таким образом,  $\alpha$ -распад радиоактивных ядер может сопровождаться испусканием  $\gamma$ -квантов.

**Бета-распад** объединяет три вида ядерных превращений: электронный ( $\beta^-$ ), позитронный ( $\beta^+$ ) распад и электронный захват, или К-захват. Первые два вида превращений состоят в том, что ядро испускает электрон и антинейтрино (при  $\beta^-$ -распаде) или позитрон и нейтрино (при  $\beta^+$ -распаде). Электрон (позитрон) и антинейтрино (нейтрино) не существуют в атомных ядрах. Они образуются в момент вылета из ядра в результате превращения одного вида нуклона в ядре в другой – нейтрона в протон или протона в нейтрон. Электрон (позитрон) и антинейтрино (нейтрино) имеют в точности равные массы, а электрический заряд античастицы по абсолютному значению равен заряду частицы и противоположен ему по знаку.

Поскольку при  $\beta$ -распаде из ядра вылетают две частицы, а распределение между ними общей энергии происходит статистически, то спектр энергии электронов (позитронов) является непрерывным от нуля до максимальной величины  $E_{\text{max}}$ , называемой верхней границей  $\beta$ -спектра. Для  $\beta$ -радиоактивных ядер величина  $E_{\text{max}}$  заключена в области энергии от 15 кэВ до 15МэВ.

Ядра, в которых происходят превращения нейтрона в протон, называют  **$\beta$ -радиоактивными**.  $\beta$ -распад может сопровождаться гамма-излучением в тех случаях, когда часть энергии затрачивается на возбуждение ядра-продукта. Возбужденное ядро через малый промежуток времени освобождается от избытка энергии путем испускания одного или нескольких  $\gamma$ -квантов.

**Гамма-излучением** называется жёсткое электромагнитное излучение, энергия которого высвобождается при переходе ядер из возбужденного в основное или в менее возбужденное состояние, а также при ядерных реакциях. В первом случае энергия  $\gamma$ -квантов равна разности энергий начального и конечного уровней ядра. Эта величина имеет порядок 0,1 МэВ. Длина волны гамма-лучей не превышает  $10^{-11}$  м.

Процесс  $\gamma$ -излучения не является самостоятельным типом радиоактивности, так как он происходит без изменения массового и зарядового чисел ядра.

**Искусственная радиоактивность** – это радиоактивность ядра, которая возникает в результате ядерных реакций. В этом случае ядра испускают в основном  $\beta$ -частицы и  $\gamma$ -излучение.

**Для радиоактивности установлены следующие законы:**

1) радиоактивный распад не зависит от внешних условий (температуры, давления, химических взаимодействий);

- 2)  $\alpha$ -частицы и  $\gamma$ -излучение имеют дискретные значения энергии,  $\beta$ -частицы - различные;  $\beta$ -распад сопровождается излучением нейтрино и анти-нейтрино;
- 3) изменение числа радиоактивных ядер подчиняется **закону радиоактивного распада**:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t},$$

где  $N$  - число нераспавшихся радиоактивных атомов;

$N_0$  - число атомов в начальный момент времени;

$t$  - время, прошедшее с начала распада, с;

$\lambda$  - вероятность распада одного ядра за 1 секунду (постоянная распада для данного вида ядер), причем  $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}, \text{ с}^{-1}$ ;

$T_{1/2}$  - период полураспада, с.

**Период полураспада** – период, за который активность радиоактивного вещества убывает в два раза. Распадающееся ядро называется **материнским**, а ядро продукта распада – **дочерним**. **Средним временем или средней продолжительностью жизни ядра** называется величина  $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{T_{1/2}}{0,693}$ .

Время жизни возбужденных состояний для большинства ядер лежит в пределах от  $10^{-8}$  до  $10^{-15}$  с;

4) новые ядра, получившиеся после радиоактивного распада, занимают в периодической системе элементов другие места (**закон смещения**).

**Делением ядра** называется ядерная реакция распада тяжелого ядра, возбужденного захватом нейтрона, на две приблизительно равные части, называемые **осколками**.

Если каждый из нейтронов деления взаимодействует с соседними ядрами делящегося вещества и в свою очередь вызывает в них реакцию деления, причем возникает лавинообразное нарастание числа актов деления, то такая реакция называется **цепной ядерной реакцией**.

Для синтеза одноименно заряженных протонов необходимо преодоление кулоновских сил отталкивания, что возможно при достаточно высоких скоростях сталкивающихся частиц. Необходимые условия для синтеза ядер гелия из протонов имеются в недрах звезд. На Земле **термоядерная реакция синтеза** осуществлена при экспериментальных термоядерных взрывах.

**Ионизирующее излучение** – излучение, взаимодействие которого со средой приводит к ионизации среды. Радиация будет ионизирующей в том случае, если она способна разрывать химические связи молекул и тем самым вызывать биологически важные изменения. Ионизирующее излучение может состоять из заряженных и незаряженных частиц. Энергию частиц ионизирующего излучения измеряют в электрон-вольтах (эВ):

$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ эрг.}$$

**Поток ионизирующих частиц** – число частиц, проходящих через данную поверхность за единицу времени. Измеряется числом частиц в единицу времени ( $\text{с}^{-1}$ ).

**Плотность потока ионизирующих частиц** – отношение числа частиц, проникающих в элементарную сферу за единицу времени, к площади поперечного сечения этой сферы. Единица измерения - число частиц/ $\text{см}^2 \cdot \text{мин}$ .

Биологическое действие ионизирующего излучения тем больше, чем больше происходит в веществе актов ионизации под воздействием излучения, т.е. чем больше величина поглощенной дозы. При однократном облучении всего тела человека зависимость «биологический эффект – поглощенная доза» определяется следующим образом:

- до 0,25 Гр – видимых нарушений нет;
- 0,25-0,50 Гр – незначительные быстро проходящие изменения в составе крови, медицинского вмешательства не требуется;
- 0,50-1,0 Гр – изменения в составе крови, нарушение трудоспособности;
- 1,0-2,0 Гр – появление начальных признаков лучевой болезни, выживание вполне вероятно;
- 3,0-5,0 Гр – возникновение острой лучевой болезни (50 % смертельный исход);
- 6,0 Гр и более – 100 % смертельный исход (выживание невозможно даже при применении самой современной терапии).

**Взаимодействие ядерных излучений с веществом.** При прохождении через вещество частицы взаимодействуют с атомами, из которых оно состоит, то есть с электронами и атомными ядрами. Причем это взаимодействие можно разделить на два вида:

а) взаимодействие частиц с атомными электронами, в результате которого энергия частицы передается одному из электронов атома, что приводит к возбуждению (ионизации) атома. Этот случай взаимодействия является неупругим столкновением (рассеянием), так как в результате его внутренняя энергия атома изменяется. В неупругом процессе имеет место выделение или поглощение энергии;

б) взаимодействие частиц с ядрами атомов приводит к изменению направления движения заряженных частиц, при этом траектория движения их искривляется. Такое взаимодействие не приводит к изменению внутренней энергии атома, и этот случай взаимодействия является упругим столкновением (рассеянием). При упругом рассеянии частицы не претерпевают превращения, а изменяют состояние своего движения.

Все процессы рассеяния и распадов подчиняются законам сохранения энергии, электрического заряда, импульса и др.

**Длина пробега частицы** зависит от заряда, массы, начальной энергии и среды, в которой происходит движение. Длина пробега увеличивается с возрастанием начальной энергии частицы и уменьшением плотности среды. При

одинаковой начальной энергии тяжелые частицы обладают меньшими скоростями, чем легкие.

**Бета-частицы**, вылетающие из атомных ядер со всевозможными начальными энергиями (от нулевой до некоторой максимальной), обладают различными величинами пробега в веществе (таблица 1). Проникающую способность  $\beta$ -частиц различных радиоактивных изотопов обычно характеризуют минимальной толщиной слоя вещества, полностью поглощающего все  $\beta$ -частицы.

Средняя длина пробега зависит от природы поглощающей среды и энергии  $\alpha$ -частиц.

Длина пробега в воздухе

$$R = 0,318 \cdot E^{\frac{2}{3}},$$

где  $E$  – энергия частицы, МэВ.

Расчет толщины биологической ткани, поглощающей  $\alpha$ -излучение:

$$R_{\alpha} = \frac{\sqrt{A_x \cdot E_{\alpha}^3}}{\rho} \cdot 10^{-4},$$

где  $A_x$  – атомная масса биологической ткани;

$\rho$  – плотность биологической ткани, г/см<sup>3</sup>;

$E$  – энергия альфа-частицы, МэВ.

Толщина слоя вещества, в котором происходит полное поглощение бета-частиц, соответствует максимальной длине пробега

$$R_{\max} = \frac{0,546 \cdot E_{\max} - 0,16}{\rho},$$

где  $R_{\max}$  – максимальная длина пробега (толщина поглощающего слоя), см;

$\rho$  – плотность поглощающего вещества, г/см<sup>3</sup>;

$E_{\max}$  – максимальная энергия  $\beta$ -частиц, МэВ.

Расчет доз гамма-, рентгеновского и нейтронного излучений за преградой

$$D = \frac{D_0}{2^{\frac{h}{d}}},$$

- где  $D$  – доза излучения за защитным экраном, Р;  
 $D_0$  – доза излучения до защитного экрана, Р;  
 $h$  – толщина защитного материала, см;  
 $d$  – толщина защитного материала, ослабляющая излучение в 2 раза (слой половинного ослабления), см.

Толщина экрана для защиты от гамма- и нейтронного излучений при заданной кратности ослабления

$$h = d \cdot \frac{\ln k}{0,693},$$

- где  $h$  – толщина защитного материала, см;  
 $d$  – слой половинного ослабления, см;  
 $k$  – коэффициент ослабления.

$$d = \frac{\ln 2}{\mu},$$

- где  $\mu$  – линейный коэффициент ослабления, см<sup>-1</sup>.  
 Закон ослабления мощности дозы излучения однородной защитой в геометрии узкого пучка для плоского мононаправленного источника

$$D = D_0 \cdot e^{(-\mu \cdot x)} = D_0 \cdot e^{\left(-\frac{0,693}{d} \cdot x\right)},$$

- где  $\mu$  – линейный коэффициент ослабления, см<sup>-1</sup>;  
 $d$  – слой половинного ослабления, см;  
 $x$  – толщина слоя защиты, см.

Экспозиционная доза гамма-излучения, падающая на объект, находящийся на расстоянии от источника

$$D_{\text{ЭКС}} = \frac{D_0 \cdot t}{R^2},$$

- где  $D_0$  – экспозиционная доза на единичном расстоянии, Р;  
 $t$  – время облучения, с.

### Поглощение электронов описывается законом

$$N_d = N_0 \cdot e^{-\mu \cdot d} = N_0 \cdot e^{-\mu' \cdot \rho \cdot d},$$

где  $N_0$  - начальная интенсивность пучка электронов;  
 $N_d$  - интенсивность пучка после прохождения слоя вещества толщиной  $d$ ;  
 $\mu$  - линейный коэффициент поглощения,  $\text{см}^{-1}$ ;

$$\mu' = \frac{\mu}{\rho},$$

где  $\mu'$  - массовый коэффициент поглощения, который имеет приблизительно одинаковое значение в различных веществах (для одного и того же излучения),  $\text{см}^2/\text{г}$ ;  
 $\rho$  - плотность вещества,  $\text{г}/\text{см}^3$ .

**Альфа-частицы**, обладающие значительно большей массой, чем  $\beta$ -частицы, при столкновениях с электронами атомных оболочек испытывают очень небольшие отклонения от первоначального направления и движутся почти прямолинейно. Пробеги  $\alpha$ -частиц в веществе очень малы.

Благодаря небольшой проникающей способности  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения обычно не представляют опасности при внешнем облучении. Плотная одежда может поглотить значительную часть  $\beta$ -частиц и совсем не пропускает  $\alpha$ -частицы.

Однако при попадании внутрь человеческого организма с пищей, водой и воздухом или при загрязнении радиоактивным веществом поверхности тела  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения могут причинить человеку серьезный вред.

**Гамма-лучи** по своим свойствам сильно напоминают рентгеновские, но только их проникающая способность гораздо больше,  $\gamma$ -лучи представляют собой электромагнитные волны. Скорость их распространения такая же, как и у всех электромагнитных волн - около  $3 \cdot 10^8$  м/с.

Гамма-кванты и нейтроны не обладают электрическими зарядами и поэтому свободно проходят сквозь большинство встречающихся на их пути атомов. Проникающая способность гамма-лучей увеличивается с ростом энергии гамма-квантов и уменьшается с увеличением плотности вещества поглотителя.

Они являются наиболее проникающим видом излучения и поэтому при внешнем облучении представляют для человека ощутимую опасность.

Ослабление интенсивности пучка  $\gamma$ -лучей определяется соотношением

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu d},$$

где  $I_0$  - интенсивность пучка при входе в слой вещества, МэВ/см<sup>2</sup>·с;

$\mu$  - линейный коэффициент ослабления, см<sup>-1</sup>;

$d$  - толщина слоя, см.

Таким образом, конечными результатами взаимодействия с веществом любого вида ядерного излучения являются ионизация и возбуждение атомов среды, а иногда, при осуществлении ядерных реакций, и образование новых элементов или изотопов.

**Активность** - мера радиоактивности. Представляет собой число распадов радиоактивных ядер в единицу времени:

$$A = \frac{N}{t},$$

где  $N$  - количество распадов;

$t$  - время, за которое произошло  $N$  распадов ядер, с.

В системе СИ за единицу активности принято одно ядерное превращение в секунду, которое называется беккерель (Бк). Внесистемной единицей является кюри (Ки).

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк};$$

$$1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-11} \text{ Ки}.$$

Величина активности характеризует лишь наличие радиоактивного элемента и интенсивность испускаемого им излучения, не определяя ни тип элемента, ни тип самого излучения.

Активность радионуклида связана с числом радиоактивных атомов в источнике в данный момент времени соотношением

$$A = \lambda \cdot N = 0,693 \cdot \frac{N}{T_{1/2}}.$$

Число радиоактивных атомов  $N$  в массе радионуклида  $m$  можно определить по уравнению

$$N = N_A \cdot \frac{m}{M},$$

где  $N_A$  - постоянная Авогадро ( $6,022 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>);

$M$  - массовое число, г/моль.

**Удельная активность** ( $A_m = [\text{Бк/кг, Ки/кг}]$ ) – отношение активности радионуклида, содержащегося в образце, к массе образца  $M$ :

$$A_m = \frac{A}{m}$$

**Объемная активность** ( $A_v = [\text{Бк/м}^3, \text{Бк/л, Ки/л}]$ ) – отношение активности радионуклида, содержащегося в образце, к объему образца  $V$ :

$$A_v = \frac{A}{V}$$

**Поверхностная активность** ( $A_s = [\text{Бк/м}^2, \text{Ки/км}^2]$ ) – отношение активности радионуклида, содержащегося на поверхности образца, к площади его поверхности  $S$ :

$$A_s = \frac{A}{S}$$

Мерой воздействия любого вида ядерного излучения на вещество является **поглощенная доза излучения**  $D$ . Энергия ионизирующего излучения, поглощенная единицей массы вещества, называется **поглощенной дозой**:

$$D = \frac{dE}{dm}$$

Единица поглощенной дозы получила название грэй (Гр):

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг.}$$

Используется внесистемная единица – рад:

$$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр.}$$

Следует отметить, что 1 рентген экспозиционной дозы (по всему спектру  $\gamma$ -излучения до энергии 3 МэВ) соответствует поглощенной дозе в биологической ткани в 0,93 рад, т.е.  $1 \text{ Р} \approx 0,93 \text{ рад}$ .

Разные виды излучения обладают различными ионизационными свойствами, поэтому даже при одной и той же поглощенной дозе они оказывают неодинаковое поражающее действие на организм. **Эквивалентная доза**  $H$  – дозиметрическая величина, введенная для оценки возможного ущерба здоровью человека от хронического воздействия ионизирующего излучения произвольного состава.

Эквивалентная доза ионизирующего излучения  $H$  определяется как поглощенная доза излучения  $D$ , умноженная на средний коэффициент качества излучения для биологической ткани стандартного состава  $K$  и на модифицирующий фактор  $N$  – произведение эмпирических коэффициентов, которое в настоящее время принимается равным единице:

$$H = D \cdot \bar{k} \cdot N = \sum_j D_j \cdot \bar{k}_j \cdot N_j,$$

где:  $j$  - индекс вида излучения.

В системе СИ единицей измерения эквивалентной дозы является Зиверт (Зв), внесистемной – бэр (биологический эквивалент рада):

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}.$$

Так как средний коэффициент качества для  $\gamma$ -излучения равен 1, то величина поглощенной дозы, создаваемой этим излучением в воздухе, будет соответствовать эквивалентной дозе, образующейся в биологической ткани.

Измеряемая в воздухе величина получила название полевой эквивалентной дозы  $\gamma$ -излучения.

Для приближенных расчетов можно считать, что  $1 \text{ бэр} = 1 \text{ Р} = 1 \text{ рад}$ .

**Мощность эквивалентной дозы  $\dot{H}$**  - отношение приращения эквивалентной дозы за интервал времени к этому интервалу времени (Зв/ч, бэр/ч).

**Средняя эквивалентная доза** – среднее значение эквивалентной дозы  $H_T$  в ткани или органе  $T$  с массой  $m_T$ .

**Эффективная эквивалентная доза  $H_E$**  – сумма средних эквивалентных доз  $H_T$  в различных органах, умноженных на соответствующие взвешивающие коэффициенты  $W_T$  (приложение 4):

$$H_E = \sum_T W_T \cdot H_T.$$

Взвешивающие коэффициенты  $W_T$  характеризуют отношение риска облучения данного органа или ткани к суммарному риску при равномерном облучении всего тела. Они позволяют выровнять риск облучения вне зависимости от равномерности облучения тела человека.

Сумма взвешивающих коэффициентов для всего организма равна 1.

**Экспозиционная доза** – это отношение приращения суммарного заряда всех ионов одного знака, возникающих в воздухе при полном торможении электронов и позитронов, которые первоначально были образованы фотонами гамма-излучения в элементарном объеме воздуха к массе воздуха в этом объеме:

$$X = \frac{dQ}{dm}.$$

Отличительные особенности экспозиционной дозы заключаются в том, что она определяется только в воздухе и образуется под действием только гамма-излучения.

Системная (СИ) единица экспозиционной дозы – 1 Кл/кг (кулон на килограмм), внесистемная единица – 1 Р (рентген).  $1 \text{ Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ Р}$ .

**Мощность экспозиционной дозы** – это отношение приращения экспозиционной дозы за интервал времени к этому интервалу времени:

$$\dot{X} = \frac{dX}{dt}$$

Мощность экспозиционной дозы обычно выражается во внесистемных единицах – Р/ч, мР/ч, мкР/ч.

$$1 \text{ Р/ч} = 10^3 \text{ мР/ч} = 10^6 \text{ мкР/ч}$$

Системными единицами мощности экспозиционной дозы является А/кг (ампер на килограмм):

$$1 \text{ А/кг} = 1,08 \cdot 10^7 \text{ Р/ч} = 1,08 \cdot 10^{13} \text{ мкР/ч}$$

**Предел дозы** – наибольшее среднее значение индивидуальной эквивалентной дозы за календарный год у критической группы лиц, при котором равномерное облучение в течение 70 лет не может вызвать в состоянии здоровья неблагоприятных изменений, обнаруживаемых современными методами.

Прежде чем попасть в организм человека, радиоактивные вещества проходят по сложным маршрутам в окружающей среде. Это приходится учитывать при оценке доз облучения, полученных от какого-либо источника.

**Биологическое действие ионизирующих излучений.** Физическое воздействие ионизирующей радиации любого вида на ткани живого организма заключается в процессах возбуждения и ионизации атомов и молекул среды. Возбужденные атомы и ионы обладают высокой химической активностью, поэтому в клетках организма появляются новые химические соединения, чуждые здоровому организму. Под действием ионизирующей радиации разрушаются отдельные сложные молекулы и элементы клеточных структур. Лучевое поражение, нанесенное при небольшой дозе облучения, живой организм может перенести легко, без каких-либо болезненных симптомов; большие дозы облучения могут привести к серьезному заболеванию или летальному исходу.

Хотя малые дозы облучения не вызывают в человеческом организме каких-либо изменений, обнаруживаемых современными методами, их действие не является совершенно безвредным. В результате действия ионизирующих излучений на организм человека увеличивается вероятность некоторых заболеваний, возрастает вероятность повреждения клеток, несущих генетическую информацию. Поэтому общим правилом при работе с радиоактивными изотопами и другими источниками ионизирующей радиации является сведение уровня облучения человека к возможному минимуму.

## ГЛАВА 9 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Во время изучения курса «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность» студент обязан представить контрольную работу в соответствии с учебной программой.

2. Номер варианта контрольной работы определяется по таблице вариантов.

Таблица вариантов

		Номер варианта									
		Предпоследняя цифра номера зачетной книжки									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Последняя цифра номера зачетной книжки	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	4	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	5	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	6	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	7	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	8	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	9	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	0	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

### Пояснение

Вариант для выполнения контрольной работы выбирается из таблицы вариантов, исходя из 2-х последних цифр номера зачетной книжки.

Например, номер зачетной книжки 04692, вариант выбираем № 19.

3. Контрольная работа оформляется в отдельной тетради в клетку через строку или на отдельных листах формата А4. В конце работы приводится список используемой литературы, ставится дата выполнения и личная подпись студента.

4. При выполнении работы указываются номера теоретических вопросов и практических заданий. Вопрос и условие задания переписывается дословно. Теоретические вопросы раскрываются по следующей структуре: введение, основная часть, заключение. Возле приводимых цитат делаются ссылки на литературные источники. Практические задания оформляются согласно установленному образцу, приведённому в пункте «Примеры решения задач».

5. Если контрольная работа не зачтена, студент обязан представить ее на повторную рецензию.

## ГЛАВА 10 ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

**При решении уравнений ядерных реакций необходимо помнить, что:**

- 1) при записи ядерных реакций между левой и правой частями ставится знак « $\rightarrow$ »;
- 2) обозначения некоторых элементарных частиц:  ${}^0_{-1}e$  - электрон,  ${}^1_1p$  - протон,  ${}^1_0n$  - нейтрон,  ${}^0_1e$  - позитрон;
- 3) при  $\alpha$ -распаде ядро теряет положительный заряд  $2e$ , масса его убывает приблизительно на 4 атомные единицы и элемент смещается на два номера к началу периодической системы;
- 4) в результате  $\beta$ -распада заряд ядра увеличивается на единицу, а масса остаётся почти неизменной. При этом элемент смещается на один номер ближе к концу периодической системы;
- 5) ядра состоят из протонов, имеющих единичный положительный заряд  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, и нейтронов, не обнаруживающих заряд. Протоны и нейтроны вместе называются **нуклонами**. Число протонов в ядре равно атомному номеру элемента в периодической системе;
- 6) ядерная реакция - это взаимодействие двух (или более) частиц, приводящих к появлению новых частиц;
- 7) закон сохранения электрического заряда: сумма порядковых номеров всех продуктов при ядерной реакции не изменяется;
- 8) закон сохранения числа нуклонов в реакциях (без античастиц): суммарное количество всех нуклонов при ядерной реакции не изменяется;
- 9) закон сохранения энергии: полная энергия всех продуктов реакции не изменяется;
- 10) закон сохранения импульса: сумма импульсов всех продуктов реакции не изменяется.

**При решении задач рекомендуем соблюдать такую последовательность:**

- 1) запишите ядерную реакцию, обозначив искомый элемент  ${}^A_ZX$ ;
- 2) определите: заряд  $Z$ , применяя закон сохранения электрического заряда; массовое число  $A$ , используя закон сохранения числа нуклонов;
- 3) найдите искомый элемент, используя периодическую систему элементов Д.И. Менделеева;
- 4) если получена элементарная частица, то определите, что это за частица.

**Задача 1.** Активность препарата цезия  $^{137}_{55}\text{Cs}$  равна 10 Ки. Определить его массу.

Дано:

$$A = 10 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{11} \text{ Бк};$$

цезий-137

$m$  - ?

**Решение:**

Активность препарата  $A$  и число атомов  $N$  связаны соотношением

$$A = \lambda \cdot N = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot N$$

Количество атомов в препарате

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A$$

Тогда масса вещества  $m$  равна

$$m = \frac{M \cdot N}{N_A} = \frac{M \cdot A \cdot T_{1/2}}{N_A \cdot \ln 2}$$

где  $M = 137 \cdot 10^{-3}$  кг/моль – молярная масса вещества;

$T_{1/2} = 30 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600$  с - период полураспада;

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль $^{-1}$  – число Авогадро.

После подстановки числовых значений получим, что  $m = 1,15 \cdot 10^{-4}$  кг.

**Ответ:** Масса препарата цезия составляет  $1,15 \cdot 10^{-4}$  кг.

**Задача 2.** Мощность экспозиционной дозы, обусловленной гамма-излучением радионуклидов в почве, в некотором населенном пункте составляет 40 мкР/ч. Найти эквивалентную дозу внешнего гамма-излучения, получаемую жителем этого населенного пункта в течение года за время его нахождения вне жилья, принимая относительное время пребывания человека на открытой местности равным 0,3.

Дано:

$$P = 40 \text{ мкР/ч};$$

$$k = 0,3$$

$$H_0 - ?$$

**Решение:**

При мощности экспозиционной дозы 1 мкР/ч эквивалентная доза внешнего облучения, получаемая человеком в год при постоянном пребывании на открытой местности, равна 4/75 мЗв/год (согласно расчетам, проведенным по средневропейским коэффициентам перехода при загрязнении территории  $^{137}\text{Cs}$ ).

$$\text{Тогда } H_0 = 40 \cdot \frac{4}{75} = 2,13 \text{ (мЗв/год)}.$$

С учетом времени пребывания человека на открытой местности эквивалентная доза внешнего облучения будет равна

$$H = 2,13 \cdot 0,3 = 0,64 \text{ (мЗв/год)}.$$

**Ответ:** Эквивалентная доза внешнего облучения для человека данного населенного пункта составит 0,64 мЗв/год.

**Задача 3.** В организм человека одноразово поступило  $3 \cdot 10^{-13}$  кг радионуклида йод-131. Определить эквивалентную дозу в щитовидной железе человека за 10 дней. Массу щитовидной железы принять равной 20 г, поглощенную энергию на один распад – 0,19 МэВ/расп., период полураспада – 8,04 суток. Считать, что в щитовидную железу перешло 0,25 от всего количества поступившего в организм йода-131.

Дано:

$$m_0 = 3 \cdot 10^{-13} \text{ кг};$$

$$M = 131 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль};$$

$$E = 0,19 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж/расп.}$$

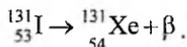
$$T_{1/2} = 8,04 \text{ сут.}; t = 10 \text{ сут.}$$

$$m = 20 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

H - ?

**Решение:**

Распад йода-131 протекает по схеме



Следовательно, происходит испускание бета-частиц из ядер йода. Эквивалентную дозу в щитовидной железе определим из выражения

$$H = D \cdot k = \frac{E \cdot N \cdot k}{M}$$

где  $D = \frac{E \cdot N}{M} = \frac{E}{M} \cdot N_0 \cdot \{1 - \exp[-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t]\}$  - поглощённая доза;

N - число распадов в щитовидной железе за время t;

$N_0$  - первоначальное число атомов йода-131, поступившего в щитовидную железу;

k = 1 - коэффициент качества бета-излучения.

Так как  $N_0 = 0,25 \cdot \frac{m_0}{M} \cdot N_A$  (здесь  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>), то окончательное выражение для эквивалентной дозы примет вид

$$H = [0,25 \cdot \frac{m_0}{M} \cdot N_A \cdot \frac{E \cdot k}{m}] \cdot \{1 - \exp[-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t]\} =$$

$$= [0,25 \cdot \frac{3 \cdot 10^{-13}}{131 \cdot 10^{-3}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot \frac{0,19 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1}{20 \cdot 10^{-3}}] \cdot \{1 - \exp[-\frac{\ln 2}{8,04} \cdot 10]\} = 0,388 \text{ (Зв)}.$$

**Ответ:** Эквивалентная доза в щитовидной железе человека за 10 дней составит 0,388 Зв.

**Задача 4.** Ниже в таблице приведены средние эквивалентные дозы облучения органов и тканей пациента при рентгенологическом обследовании грудной клетки. Определить эффективную эквивалентную дозу, полученную пациентом при обследовании.

Эквивалентная доза	Орган или ткань						
	легкие	молочная железа	щитовидная железа	костный мозг	гонады	костная ткань	другие органы
$H_i$	180	30	50	110	10	23	20

**Решение:** Эффективная эквивалентная доза определяется выражением

$$H_{эф} = \sum_i^n H_i \cdot w_i.$$

$$H_{эф} = 180 \cdot 0,12 + 30 \cdot 0,15 + 50 \cdot 0,05 + 110 \cdot 0,12 + 10 \cdot 0,25 + 23 \cdot 0,03 + 20 \cdot 0,30 = 50,99 \approx 51 \text{ мкЗв.}$$

**Ответ:** Эффективная эквивалентная доза, получаемая пациентом при обследовании, составляет примерно 51 мкЗв.

**Задача 5.** Требуется ли создание специальной защиты, если на рабочем месте персонала от источника ионизирующих излучений мощность эквивалентной дозы составляет  $H = 2,3 \cdot 10^{-9}$  Зв/с? Доза облучения распределена по году равномерно. В течение года работа проводится в количестве 1700 часов.

Дано:

$$H = 2,3 \cdot 10^{-9} \text{ Зв/с};$$

$$t = 1700 \text{ часов}$$

$$H - ?$$

**Решение:**

Рассчитаем эквивалентную дозу, получаемую человеком за год:

$$H = P \cdot t = 2,3 \cdot 10^{-9} \cdot 1700 \cdot 3600 = 1,41 \cdot 10^{-2} \text{ мЗв/год.}$$

По нормам радиационной безопасности (НРБ-2000) предельно допустимая доза для облучаемых лиц категории А равна 50 мЗв/год. Таким образом, создание специальной защиты на рабочем месте не требуется.

**Ответ:** Создание специальной защиты на рабочем месте не требуется.

**Задача 6.** Рассчитать долю распадающихся за 1 секунду ядер калия-40 в исследуемом веществе.

Решение:

⇒ определить количество распадающихся за 1 секунду ядер калия-40 в 1 литре исследуемого вещества:

$$A_v \left[ \frac{\text{Бк}}{\text{л}} \right] = A_v \left[ \frac{\text{Ки}}{\text{л}} \right] \cdot 3,7 \cdot 10^{10};$$

⇒ определить количество распадающихся за 1 секунду ядер калия-40 в 1 кг исследуемого вещества, используя значение плотности этого вещества (плотности различных соединений калия приведены в приложении 21):

$$A_m \left[ \frac{\text{Бк}}{\text{кг}} \right] = \frac{A_v \left[ \frac{\text{Бк}}{\text{л}} \right]}{\rho},$$

где  $\rho$  - плотность вещества, г/см<sup>3</sup>;

⇒ определить молярную массу исследуемого вещества по таблице Менделеева;

⇒ найти общее количество всех изотопов калия в 1 кг исследуемого вещества, используя число Авогадро:

$$N_K = n \cdot N_A \cdot \left( \frac{m}{M} \right),$$

где  $n$  - количество ядер калия в одной молекуле исследуемого вещества,

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup> – число Авогадро;

$m$  - масса навески исследуемого вещества, г;

$M$  - молярная масса исследуемого вещества, г/моль;

⇒ найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия, разделив число распадающихся за 1 секунду ядер калия  $A_m$  на общее число ядер калия  $N_K$ .

## Задача 7. Сравнение устойчивости различных ядер.

Чтобы сравнить устойчивость нескольких ядер необходимо:

1. Найти все указанные в условии задачи ядра в таблице Менделеева по их зарядовым числам, которые соответствуют порядковому номеру элемента. Если указанная в таблице относительная атомная масса какого-либо элемента отличается от данного в условии задачи массового числа, значит, указанный в условии изотоп радиоактивный и наименее устойчивый по сравнению с остальными ядрами.

2. Определить положение оставшихся ядер на графике зависимости удельной энергии связи от массового числа (см. рис. 1). Из графика видно, что наиболее устойчивы ядра с массовым числом от 50 до 60. Если массовые числа предложенных в задаче ядер меньше 50 или больше 60, а также в случае, когда все они имеют массовые числа от 50 до 60, к ним применяют критерии устойчивости.

### 3. Критерии устойчивости:

3.1. Наиболее интенсивные максимумы устойчивости наблюдаются для ядер, у которых четное количество протонов и нейтронов (четно-четных ядер).

**Количество протонов определяется по порядковому номеру элемента в таблице Менделеева, а количество нейтронов - по разности между массовым числом, указанным в условии задачи, и количеством протонов.**

3.2. Менее интенсивные максимумы устойчивости наблюдаются, если количество протонов или нейтронов соответствует так называемым «магическим ядерным числам»: 2, 8, 20, 50, 82, 126.

3.3. Для легких ядер (в таблице Менделеева они находятся до серы включительно) устойчивость возрастает при равенстве количества протонов и нейтронов, а для остальных, если количество нейтронов больше, чем протонов.

3.4. Если для ядра одновременно выполняется несколько критериев, то его устойчивость возрастает.

3.5. Если для ядра не выполняется ни один из критериев, то оно находится в локальном минимуме и его устойчивость минимальна относительно других ядер.

4. Если для двух ядер выполняются одинаковые критерии устойчивости, то их сравнивают между собой по положению на графике зависимости удельной энергии связи от массового числа.

**Пример: сравнить устойчивость трех ядер бор-11, кислород-18, фтор-19.**

Сравнение устойчивости ядер

Пояснение	бор-11	кислород-18	фтор-19
1. Таблица Менделеева	+	—	+
2. Абсолютный максимум графика зависимости	—		—
3.1. Четно-четность	—		—
3.2. «Магические числа»	—		—
3.3. Соотношение протонов и нейтронов	—		—
Относительная устойчивость	2	3	1

**Пояснение!**

Если проверяемое условие или критерий выполняется, то в таблицу 2 ставится «+», а если не выполняются – то «-» .

Кислород в таблице Менделеева имеет массовое число 16, значит, кислород-18 радиоактивный и самый неустойчивый из предложенных ядер. Бор и фтор имеют массовые числа, соответствующие указанным числам в таблице Менделеева, значит, они стабильны.

Определяем положение бора и фтора на графике зависимости удельной энергии связи от массового числа. Они находятся на участке графика с массовым числом до 50.

Применяем к ним критерии устойчивости. Ни один из критериев не выполняется, значит, оба ядра находятся в локальных минимумах устойчивости.

Сравниваем относительную устойчивость бора и фтора по графику зависимости удельной энергии связи от массового числа, т.к. оба ядра находятся на восходящей ветви графика, то более устойчиво ядро с большим массовым числом, т.е. фтор.

Исходные данные для построения графика зависимости удельной энергии связи от массового числа

A, а.е.м.	2	15	50	60	150	238
$\epsilon$ , МэВ	2,12	7,7	8,5	8,5	8,0	7,4

## Зависимость удельной энергии связи от массового числа

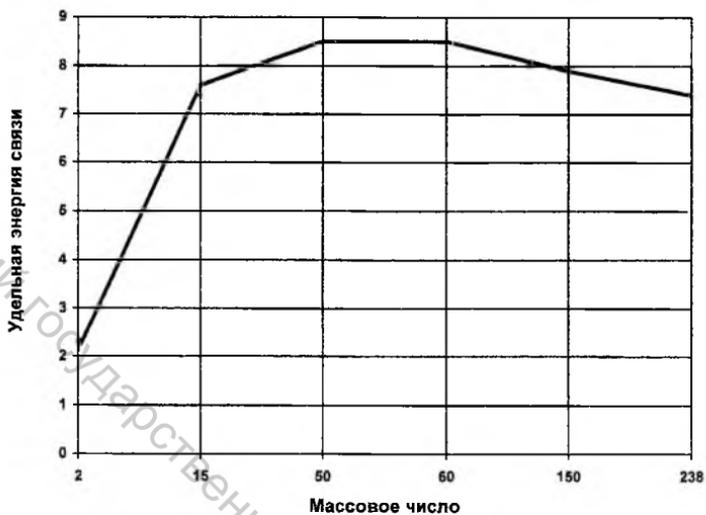


Рисунок 1. График зависимости удельной энергии связи от массового числа.

**Задача 8.** Выразить массу элементарной частицы всеми возможными способами, если известна ее масса в килограммах.

**Пример:** Элементарная частица весит  $4,5 \cdot 10^{-29}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

### Пояснения

Масса любой элементарной частицы может быть выражена в единицах массы электрона  $m_e$  ( $1 m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг), в энергетических единицах — МэВ, в атомных единицах массы — а.е.м. (ME)  $1 \text{ а.е.м} = 1,67 \cdot 10^{-27}$  кг.

В зависимости от массы элементарные частицы делятся на следующие виды:

1. Лептоны — самые легкие элементарные частицы, масса покоя которых близка к нулю или считается равной нулю. Формально к лептонам относятся частицы, масса покоя которых меньше (либо равна), чем масса покоя электрона ( $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  кг).

2. Мезоны — частицы, у которых масса больше, чем масса электрона, но меньше, чем масса протона (масса протона составляет  $1836,1 m_e$ ).

3. Барионы и гипероны — тяжелые частицы, масса покоя которых больше (либо равна), чем у протона.

### Решение:

Т.к. масса частицы больше, чем масса электрона, но меньше, чем масса протона, она является **мезоном**.

Выразим массу данной в условии частицы всеми возможными способами:

1. В единицах массы электрона  $m_e$ :

$$M = \frac{4,5 \cdot 10^{-29}}{9,1 \cdot 10^{-31}} = 49,45 m_e .$$

2. В энергетических единицах — МэВ:

По соотношению Эйнштейна,

$$E = m \cdot c^2 = 4,5 \cdot 10^{-29} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 4,5 \cdot 9 \cdot 10^{-13} = 4,05 \cdot 10^{-12} \text{ Дж} .$$

Переводим Дж в МэВ:  $M = \frac{4,05 \cdot 10^{-12}}{1,6 \cdot 10^{-13}} = 25,31 \text{ МэВ} .$

3. В атомных единицах массы — а.е.м. (ME):

$$M = \frac{4,5 \cdot 10^{-29}}{1,67 \cdot 10^{-27}} = 0,027 \text{ а.е.м} .$$

**Задача 9.** Какое уравнение описывает распад, приводящий к образованию ядра изобарного ядру цезия 137?

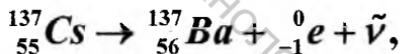
**Решение:**

Изобарные ядра могут образовываться в результате  $\beta^-$  или  $\beta^+$  — распадов:



Более вероятным для данного ядра является тот вид бета-распада, в котором образующееся ядро отдачи имеет массовое число, более близкое к относительной атомной массе, указанной в таблице Менделеева для данного элемента. У естественных радиоизотопов наблюдается только  $\beta^-$  распад.

Решение. Так как цезий-137 – искусственный изотоп, для него возможны и  $\beta^-$ , и  $\beta^+$  распады. При  $\beta^-$  — распаде заряд ядра увеличивается на 1, массовое число не изменяется, а при  $\beta^+$  распаде заряд ядра уменьшается на 1, массовое число также не изменяется. Определяем по таблице Менделеева, какой из возможных продуктов имеет массовое число, более близкое к табличному, это барий-137. Следовательно, цезий - 137 является  $\beta^-$  — активным и распадается согласно уравнению

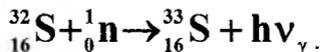


где  ${}^{137}_{56} Ba$  - ядро бария.

Период полураспада, т.е. время, в течение которого количество имеющихся радиоактивных ядер уменьшается в два раза, для цезия-137 – 30,174 года.

**Задача 10.** Написать уравнение ядерной реакции ( $n, \gamma$ ) для ядра серы-32. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

**Решение:**



Так как образовавшееся ядро отдачи серы-33 имеет массовое число больше, чем указанное в таблице Менделеева, то в нем наблюдается избыток нейтронов. Избыточный нейтрон будет стремиться превратиться в протон, следовательно, ядро отдачи будет неустойчивым, радиоактивным и распадается по  $\beta^{-}$  — механизму:



**Задача 11.** Найти постоянную радиоактивного распада, начальное число радиоактивных ядер, число оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 1 грамм стронция-90, если время распада 40 лет, период полураспада 28,6 лет.

**Решение:**

1. Найдем постоянную радиоактивного распада:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}},$$

где  $T_{1/2}$  — период полураспада данного изотопа, выраженный в секундах.

$$T_{1/2} = 28,6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 9,019 \cdot 10^8 \text{ (с)},$$

$$\lambda = \frac{0,693}{9,019 \cdot 10^8} = 7,685 \cdot 10^{-10} \text{ (с}^{-1}\text{)}.$$

2. Найдем начальное число радиоактивных ядер по закону Авогадро при условии, что все ядра образца радиоактивны:

$$N_0 = N_A \cdot \frac{m}{M},$$

где  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  - число Авогадро,  
 $m$  – масса навески образца, г;  
 $M$  – массовое число данного элемента.

$$N_0 = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot \frac{1}{90} = 6,69 \cdot 10^{21} \text{ (ядер)}.$$

3. Найдем число оставшихся радиоактивных ядер, используя интегральную форму основного закона радиоактивного распада. Интегральная форма основного закона радиоактивного распада

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t},$$

где:  $N_0$  — начальное число радиоактивных ядер;  
 $\lambda$  — постоянная радиоактивного распада;  
 $t$  — время распада, в секундах.

$$N = 6,69 \cdot 10^{21} \cdot e^{-7,685 \cdot 10^{-10} \cdot 40 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} = 2,537 \cdot 10^{21} \text{ (ядер)}.$$

4. Найдем начальную и конечную активности образца по формулам

$$A_0 = N_0 \cdot \lambda,$$

$$A = N \cdot \lambda.$$

$$A_0 = 69 \cdot 10^{21} \cdot 7,685 \cdot 10^{-10} = 5,14 \cdot 10^{12} \text{ (Бк);}$$

$$A = 2,537 \cdot 10^{21} \cdot 7,685 \cdot 10^{-10} = 1,95 \cdot 10^{12} \text{ (Бк).}$$

5. Число оставшихся радиоактивных ядер и конечную активность можно найти графически. Для этого необходимо построить кривую радиоактивного распада для данного элемента (см. рис. 2), отметить на горизонтальной оси время распада, найти соответствующую этому времени точку на графике и определить на вертикальной оси число радиоактивных ядер и активность в данной точке.

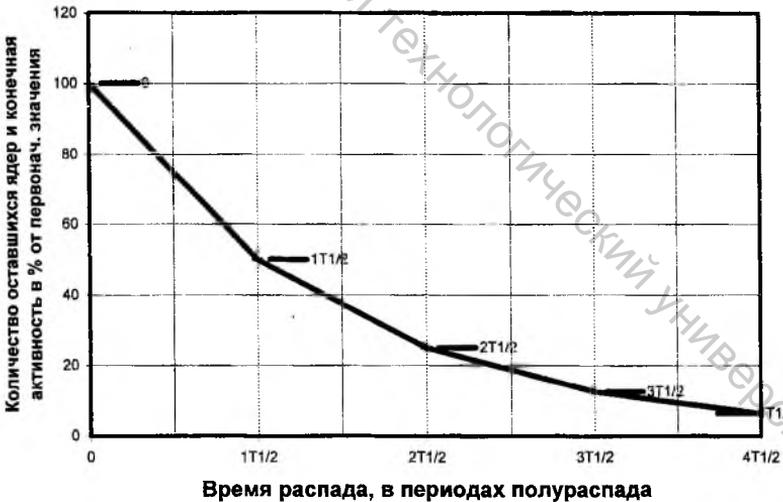


Рисунок 2. Кривая радиоактивного распада

Графическое решение целесообразно использовать в 2-х крайних случаях:

1. Время распада гораздо больше, чем период полураспада  $t \gg T_{1/2}$ . В

этом случае можно считать, что время распада стремится к бесконечности  $t \rightarrow \infty$  и, согласно графику, количество оставшихся ядер и конечная активность стремятся к нулю  $N \rightarrow 0, A \rightarrow 0$ .

2. Время распада гораздо меньше, чем период полураспада  $t \ll T_{1/2}$ . В

этом случае можно считать, что время распада стремится к нулю  $t \rightarrow 0$  и, согласно графику, количество оставшихся ядер стремится к начальному количеству ядер и конечная активность стремится к начальной активности образца  $N \rightarrow N_0, N \approx N_0, A \rightarrow A_0, A \approx A_0$ .

## ГЛАВА 11 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Вариант № 1

1. Географическое и социально-экономическое положение Республики Беларусь. Источники опасности для населения, объектов экономики и экологической среды в Республике Беларусь.

2. Воздухоснабжение убежища.

3. Лептоны, мезоны, барионы, гипероны, резонансы. Их определение и характеристика, соотношение с другими элементарными частицами.

4. Какое уравнение описывает распад, приводящий к образованию ядра изобарного ядру углерода-14?

5. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг хлорида калия, если объемная активность равна  $3,0 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.

### Вариант № 2

1. Источники жизни и опасности для человека и биологического мира. Основные термины и понятия.

2. Эвакуация населения.

3. Ядерные источники энергии: термоядерный синтез и деление тяжелых ядер.

4. Элементарная частица весит  $5,5 \cdot 10^{-25}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

5. В какое ядро превратится ядро плутония-239, испустив альфа частицу? Записать уравнение реакции.

### Вариант № 3

1. Чрезвычайные ситуации техногенного характера.

2. Индивидуальные средства защиты.

3. Понятие радиоактивного распада. Естественная и искусственная радиоактивность.

4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $pr$ ) для ядра фтора-19. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

5. Сравнить относительную устойчивость ядер:

кислород-16, кобальт-60, азот-14.

### Вариант № 4

1. Чрезвычайные ситуации, вызванные выбросами сильно действующих ядовитых веществ. Зоны и очаги химического заражения.

2. Средства защиты кожи.

3. Космическое излучение, его природа, характеристика, воздействие на природную среду. Первичное и вторичное космическое излучение.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 22 г йода-131, если время распада 13 лет, период полураспада 8,04 суток.

5. Выразить величину 1 а.е.м. в граммах через массу необходимой части атома плутония-239. Может ли этот элемент использоваться в качестве определяющего для атомной единицы массы?

### **Вариант № 5**

1. Классификация химических веществ по токсичности, классам опасности и по воздействию на организм человека.

2. Оценка обстановки на территории г. Витебска и области в случае чрезвычайных ситуаций техногенного характера.

3. Основные виды ионизирующих излучений.

4. Доза излучения, поглощенная человеком, составила 1 мГр, причем 80 % поглощенной энергии пришлось на долю  $\gamma$ -излучения, а 20 % пришлось на долю  $\alpha$ -излучения. Определить полученную человеком эквивалентную дозу.

5. В какое ядро превратится ядро нептуния-237, испустив альфа частицу? Записать уравнение реакции.

### **Вариант № 6**

1. Источники чрезвычайных ситуаций. Классификация чрезвычайных ситуаций.

2. Силы и средства ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

3. Основные виды ионизирующих излучений.

4. Организм массой 70 кг облучился  $\beta$ -частицами, которые передали ему энергию в 350 мДж. Определить поглощенную и эквивалентные дозы.

5. Определить массу радионуклида радия-226, если его активность равна  $3,7 \cdot 10^{10}$  Бк.

### **Вариант № 7**

1. Характеристика основных сильно действующих ядовитых веществ (азотная кислота, соляная кислота, аммиак сжиженный) – основные свойства и виды опасности, необходимые действия и меры первой помощи при поражении, нейтрализация.

2. Государственная система предупреждения и ликвидации ЧС Республики Беларусь.

3. Строение вещества. Структурные единицы, элементарные частицы, закон Авогадро.

4. Из каждого миллиона атомов некоего радиоактивного изотопа ежедневно распадается 200 атомов. Определить период полураспада изотопа.

5. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $2n$ ) для ядра серы-32. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

**Вариант № 8**

1. Характеристика основных сильно действующих ядовитых веществ (фосфорная кислота, метан, хлор, ртуть) – основные свойства и виды опасности, необходимые действия, меры первой помощи при поражении, нейтрализация.

2. Организация обучения населения действиям в ЧС.

3. Изотопы, изобары, изомеры. Определения и характеристики.

4. Сравнить относительную устойчивость ядер:

медь-64, олово-119, кобальт-59.

5. Мощность поглощенной дозы рентгеновского излучения, воздействующего на телезрителя, находящегося при просмотре передач на расстоянии 250 см от экрана цветного телевизора, равна  $2,5 \cdot 10^{-3}$  мкГр/ч. Рассчитать годовую эквивалентную дозу, полученную телезрителем при 3-часовой ежедневной продолжительности просмотра передач.

**Вариант № 9**

1. Оценка химической обстановки в месте выброса сильно действующих ядовитых веществ. Воздействие СДЯВ на человека.

2. Факторы, влияющие на устойчивость работы хозяйственных объектов в мирное и военное время.

3. Основные свойства элементарных частиц. Примеры выражения массы и энергии для элементарных частиц.

4. При рентгенологическом обследовании грудной клетки средняя эквивалентная доза облучения легких составила 180 мкЗв; молочной железы – 30 мкЗв; щитовидной железы – 50 мкЗв; красного костного мозга – 110 мкЗв; гонад – 10 мкЗв; поверхности костной ткани – 23 мкЗв; желудка, кишечника, печени, почек, селезенки, поджелудочной железы – по 20 мкЗв. Облучением остальных органов можно пренебречь. Определить эффективную эквивалентную дозу, полученную пациентом при обследовании.

5. Какой активностью обладает источник, содержащий 1 г радионуклида цезия-134?

**Вариант № 10**

1. Химически опасные объекты на территории Республики Беларусь. Расчет зоны химического заражения.

2. Основные задачи Государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС. Режимы функционирования ГС ЧС в мирное и военное время.

3. Символика буквенных выражений, принятая для написания уравнений ядерных реакций. Основные правила написания уравнений ядерных реакций.

4. Определить массу и количество атомов стронция-90, содержащегося в 0,5 л молока с объемной активностью равной, 3,7 Бк/л.

5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 28 г технеция-99, если время распада 80 часов, период полураспада 66,02 часа.

**Вариант № 11**

1. Последствия отравления сильно действующими ядовитыми веществами.
2. Силы и средства ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.
3. Альфа-распад: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.
4. Выразить величину 1 а.е.м. в граммах через массу необходимой части атома кислорода-18. Может ли этот элемент использоваться в качестве определяющего для атомной единицы массы?
5. Во сколько раз пробег в воздухе альфа-частиц, испускаемых плутонием-239, больше пробега альфа-частиц от урана-238?

**Вариант № 12**

1. Химическое оружие.
2. Оценка обстановки на территории г. Витебска и области в случае ЧС природного и экологического характера.
3. Бета-распад: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.
4. Сколько слоев половинного ослабления необходимо для уменьшения интенсивности рентгеновских лучей в 80 раз?
5. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг фосфата калия, если объемная активность равна  $4,0 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.

**Вариант № 13**

1. Средства и способы защиты населения от сильно действующих ядовитых веществ.
2. Величины допустимого, приемлемого и недопустимого риска чрезвычайных ситуаций.
3. Гамма-излучение: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.
4. В какое ядро превратится ядро йода-131, испустив  $\beta^-$  частицу? Записать уравнение реакции.
5. Определить годовую поглощенную и годовую эквивалентную дозы внешнего фонового  $\gamma$ -излучения жителей г.п. Брагин Гомельской области в 1990 г., если считать, что они в среднем проводили 5 часов в день на открытом воздухе. Средняя мощность экспозиционной дозы в этом населенном пункте в 1990 г. примерно была равна 270 мкР/ч, внутри зданий равна 30 мкР/ч.

**Вариант № 14**

1. Оповещение населения при аварии на химически опасном объекте.
2. Оценка устойчивости промышленных объектов и мероприятия по повышению устойчивости работы объектов.
3. Типы ядерных реакций при взаимных превращениях нуклонов.

4. Доза излучения, поглощенная человеком, составила 1 мГр, причем 80 % поглощенной энергии пришлось на долю  $\gamma$ -излучения, а 20 % пришлось на долю  $\alpha$ -излучения. Определить полученную человеком эквивалентную дозу.

5. За какое время от начального количества ядер цезия-137 останется 10 %?

### **Вариант № 15**

1. Действия населения и правила поведения при авариях на химически опасных объектах. Дегазация.

2. Само- и взаимопомощь при несчастных случаях.

3. Период полураспада. Среднее время жизни радиоактивного ядра. Закон радиоактивного распада.

4. Рассчитать толщину биологической ткани, полностью поглощающей альфа-излучение плутония-238, испускающего альфа-частицы с энергией 5,495 МэВ, 5,452 МэВ, 5,352 МэВ. Средняя атомная масса биологической ткани равна 15,7 а.е.м., плотность – 1,0 г/см<sup>3</sup>.

5. Определить поглощенную дозу  $\gamma$ -излучения в воздухе, если экспозиционная доза  $\gamma$ -излучения составляет 20 Р.

### **Вариант № 16**

1. Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах. Основные термины и определения.

2. Назначение гражданских и промышленных противогазов. Правила пользования противогазом.

3. Понятие активности, единицы измерения. Виды активности и взаимосвязь между ними.

4. Железная плита толщиной 2 см ослабляет узкий пучок гамма-квантов в 3 раза. Какую толщину должна иметь железная плита, чтобы ослабить такой же пучок в 10 раз?

5. Элементарная частица весит  $8,5 \cdot 10^{-28}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

### **Вариант № 17**

1. Категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности, степень их огнестойкости.

2. Респираторы. Их назначение и использование. Простейшие средства защиты органов дыхания.

3. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Закон ослабления гамма-излучения.

4. В какое ядро превратится ядро радия-226, испустив альфа частицу? Записать уравнение реакции.

5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 23 г церия-141, если время распада 2 года, период полураспада 32,5 суток.

**Вариант № 18**

1. Характеристика основных пожаро- и взрывоопасных веществ и факторов. Воздействие опасных факторов пожара и взрыва на человека.
2. Основные задачи Государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС. Режимы функционирования ГС ЧС в мирное и военное время.
3. Поглощенная доза, мощность поглощенной дозы. Единицы измерения.
4. Организм массой 90 кг облучился  $\alpha$ -частицами, которые передали ему энергию в 200 мДж. Определить поглощенную и эквивалентные дозы.
5. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $\gamma$ ) для ядра азота-14. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

**Вариант № 19**

1. Действия населения и правила поведения при пожаре.
2. Оценка обстановки на территории г. Витебска и области в случае чрезвычайных ситуаций природного и экологического характера.
3. Эквивалентная, эффективная эквивалентная и коллективная эквивалентная дозы. Различия между ними и единицы измерения.
4. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
кислород-16, кобальт-60, фтор-19.
5. Рассчитать слой половинного ослабления  $\gamma$ -излучения кобальта-60 и цезия-137: 1) в воде; 2) в свинце; 3) в бетоне; 4) в железе.

**Вариант № 20**

1. Чрезвычайные ситуации природного характера.
2. Основные нормативные и правовые акты в области деятельности Государственной системы по предупреждению и ликвидации ЧС.
3. Экспозиционная доза, ее отличительные особенности и единицы измерения. Энергетическое соответствие с поглощенной дозой.
4. Какую минимальную толщину должны иметь защитные стеклянные очки при работе с чистым бета-излучателем фосфора-32? Плотность стекла –  $2,5 \text{ г/см}^3$ .
5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 40 г лантана-140, если время распада 6 часов, период полураспада 40,22 часа.

**Вариант № 21**

1. Опасные гидрологические, геофизические, метеорологические процессы и явления.
2. Система контроля природной среды и потенциально опасных объектов в Республике Беларусь. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций.
3. Мощность экспозиционной дозы, ее взаимосвязь с величиной экспозиционной дозы, а также с поглощенной и эквивалентной дозами.

4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $3n$ ) для ядра серы-32. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

5. Маслята, собранные в лесу возле д. Петуховка Гомельской области 10 сентября 1991 года, имели по цезию-137 активность, равную 68500 Бк на один килограмм сухой биомассы. По истечении какого времени удельная активность этих грибов снизится до 2500 Бк/кг – предельно допустимого загрязнения цезием-137 сухих грибов, регламентированного Белорусскими РДУ-99?

### **Вариант № 22**

1. Природные пожары.

2. Коллективные средства защиты (убежища, противорадиационные укрытия, простейшие укрытия).

3. Механизм действия различных ионизирующих излучений на живую клетку. Действие ионизирующего излучения на организм человека, особенности действия малых доз радиации на организм человека.

4. Рассчитать толщину биологической ткани, полностью поглощающей альфа-излучение плутония-238, испускающего альфа-частицы с энергией 5,495 МэВ, 5,452 МэВ, 5,352 МэВ. Средняя атомная масса биологической ткани равна 15,7 а.е.м., плотность – 1,0 г/см<sup>3</sup>.

5. Выразить величину 1 а.е.м. в граммах через массу необходимой части атома европия-153. Может ли этот элемент использоваться в качестве определяющего для атомной единицы массы?

### **Вариант № 23**

1. Аварии на транспорте и транспортных энергетических системах - газопроводах, нефтепроводах, продуктопроводах.

2. Медицинские средства защиты. Оказание первой медицинской помощи в ЧС.

3. Способы обнаружения и измерения ионизирующих излучений. Классификация приборов дозиметрического контроля.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 33 г цезия-134, если время распада 13 лет, период полураспада 2,062 года.

5. При рентгенологическом обследовании грудной клетки средняя эквивалентная доза облучения легких составила 180 мкЗв; молочной железы – 30 мкЗв; щитовидной железы – 50 мкЗв; красного костного мозга – 110 мкЗв; гонад – 10 мкЗв; поверхности костной ткани – 23 мкЗв; желудка, кишечника, печени, почек, селезенки, поджелудочной железы – по 20 мкЗв. Облучением остальных органов можно пренебречь. Определить эффективную эквивалентную дозу, полученную пациентом при обследовании.

**Вариант № 24**

1. Действия населения при угрозе и возникновении чрезвычайных происшествий при проведении общественно-политических, зрелищных и других массовых мероприятий.

2. Индивидуальные средства защиты.

3. Внутреннее и внешнее облучение. Возможные последствия облучения большими и малыми дозами.

4. Определить мощность поглощенной дозы в биологической ткани на расстоянии 2 м от точечного изотропного источника кобальт-60 с активностью, равной  $1,85 \cdot 10^5$  Бк.

5. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг нитрата калия, если объемная активность равна  $3,2 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.

**Вариант № 25**

1. Причины возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера и их последствия для населения.

2. Задачи и структура Государственной системы по предупреждению и ликвидации ЧС. Организация гражданской обороны на объекте.

3. Законодательство в области радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности.

4. Какое уравнение описывает распад, приводящий к образованию ядра изобарного ядру калия-40?

5. При радиометрическом контроле деловой древесины, заготовленной в одном из районов Могилёвской области, было обнаружено 10-кратное превышение активности древесины по отношению к предельно допустимому её загрязнению цезием-137 и 8-кратное - стронцием-90. Определить, через какое время после проведённой дозиметрии эта древесина может быть использована для изготовления мебели, паркета и т. д.

**Вариант № 26**

1. Чрезвычайные ситуации, связанные с инфекционными заболеваниями. Основные термины и понятия.

2. Основы организации и проведения спасательных и других неотложных работ.

3. Методики оценки радиационной обстановки.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 36 г европия-155, если время распада 25 суток, период полураспада 4,96 года.

5. Выразить величину 1 а.е.м. в граммах через массу необходимой части атома висмута-210. Может ли этот элемент использоваться в качестве определяющего для атомной единицы массы?

**Вариант № 27**

1. Действия и правила поведения населения в очаге инфекционных заболеваний.
2. Проведение спасательных работ в очаге химического заражения.
3. Особенности радиоактивного загрязнения местности после аварии на ЧАЭС.
4. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
кадмий-112, серебро-108, кобальт-59.
5. Элементарная частица весит  $2,4 \cdot 10^{-27}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

**Вариант № 28**

1. Бактериологическое оружие.
2. Основы устойчивости работы хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Предупреждение аварий и катастроф на объектах.
3. Основные типы радионуклидов, выпавших на территорию РБ. Их характеристика, воздействие на организм человека. Последствия радиоактивного загрязнения местности.
4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $\alpha$ ) для ядра серы-32. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.
5. В организм человека одноразово поступило  $3 \cdot 10^{-13}$  кг изотопа  $^{133}_{54}\text{Xe}$ , из которого десятая часть перешла в щитовидную железу. Масса щитовидной железы 25 г, поглощенная энергия на один распад 0,25 МэВ/расп., период полураспада 5,25 суток. Определить эквивалентную дозу облучения щитовидной железы за 8 последующих суток.

**Вариант № 29**

1. Чрезвычайные ситуации экологического характера и их классификация.
2. Правила поведения и действия населения во время стихийных бедствий.
3. Выведение радионуклидов из организма человека. Проведение йодной профилактики.
4. При археологических раскопках были обнаружены сохранившиеся деревянные предметы, активность углерода-14 в которых оказалась равной 10 распадам в минуту на 1 г содержащегося в них углерода. В живом дереве происходит в среднем 14,5 распадов углерода-14 за минуту на 1 г углерода. Исходя из этих данных, определить время изготовления обнаруженных предметов.
5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 0,2 г технеция-99, если время распада 28 минут, период полураспада 66,02 часа.

**Вариант № 30**

1. Последствия чрезвычайных ситуаций экологического характера для человеческой цивилизации.
2. Правила поведения и действия населения в чрезвычайных ситуациях биологического характера.
3. Миграция радионуклидов в природе. Факторы, определяющие миграцию радиоактивных веществ в почве.
4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $np$ ) для ядра азота-14. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.
5. Элементарная частица весит  $1,5 \cdot 10^{-30}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

**Вариант № 31**

1. Основные источники загрязнения окружающей среды и их влияние на жизнедеятельность человека.
2. Правила поведения и действия населения в чрезвычайных ситуациях техногенного характера.
3. Основные пути поступления радионуклидов в организм человека. Типы распределения радионуклидов в организме человека.
4. В какое ядро превратится ядро нептуния-237 вследствие трех альфа и двух  $\beta^-$  распадов? Записать уравнение реакции.
5. Определить годовую поглощенную и годовую эквивалентную дозы внешнего фонового  $\gamma$ -излучения жителей г.п. Брагин Гомельской области в 1989 г., если считать, что они в среднем проводили 5 часов в день на открытом воздухе. Средняя мощность экспозиционной дозы в этом населенном пункте в 1989 г. примерно была равна  $280 \text{ мкР/ч}$ , внутри зданий равна  $40 \text{ мкР/ч}$ .

**Вариант № 32**

1. Экологические чрезвычайные ситуации, характерные для Республики Беларусь.
2. Оценка устойчивости промышленных объектов и мероприятия по повышению устойчивости работы объектов.
3. Строение вещества. Структурные единицы, элементарные частицы, закон Авогадро.
4. Определить активность  $1 \text{ мг}$  радия-226.
5. Выразить величину  $1 \text{ а.е.м.}$  в граммах через массу необходимой части атома фтора-17. Может ли этот элемент использоваться в качестве определяющего для атомной единицы массы?

**Вариант № 33**

1. Назначение гражданских и промышленных противогозав. Правила пользования противогозав.
2. Проведение спасательных работ в очаге химического заражения.
3. Изотопы, изобары, изомеры. Определения и характеристики.
4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 0,8 г иттрия-91, если время распада 60 минут, период полураспада 58,51 суток.
5. Объемная активность цезия-137 в молоке равна 40 пКи/л. Определить, сколько атомов распадается в стакане ( $V = 200 \text{ см}^3$ ) молока за 1 ч?

**Вариант № 34**

1. Респираторы. Их назначение и использование. Простейшие средства защиты органов дыхания.
2. Государственная система по предупреждению и ликвидации ЧС.
3. Законодательство в области радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности.
4. Найти линейный коэффициент ослабления воды.  
Какой толщины должен быть слой воды, чтобы ослабить интенсивность пучка гамма-квантов в 10 раз?
5. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
алюминий-27, кремний-28, фосфор-30.

**Вариант № 35**

1. Изотопы, изобары, изомеры. Определения и характеристики.
2. Организация спасательных и других неотложных работ.
3. Лептоны, мезоны, барионы, гипероны, резонансы. Их определение и характеристика. Их соотношение с другими элементарными частицами.
3. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 58 г родия-106, если время распада 1 минута, период полураспада 29,9 секунды.
4. Чугунная плита уменьшает интенсивность узкого пучка гамма-квантов в 10 раз. Во сколько раз уменьшит интенсивность этого пучка свинцовая плита такой же толщины? Линейный коэффициент ослабления для чугуна равен  $0,3 \text{ см}^{-1}$ , для свинца –  $0,52 \text{ см}^{-1}$ .

**Вариант № 36**

1. Организация обучения населения действиям в ЧС.
2. Альфа-распад: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.

3. Основы устойчивости работы хозяйственных объектов в ЧС.

4. Определить максимальный пробег в воздухе и биологической ткани  $\beta$ -частиц с максимальной энергией бета-спектра, равной 1,712 МэВ, испускаемых фосфором-32. Потерями энергии  $\beta$ -частиц на тормозное излучение пренебречь. Плотность биологической ткани – 1,0 г/см<sup>3</sup>.

5. Доза излучения, поглощенная человеком, составила 1мГр, причем 80 % поглощенной энергии пришлось на долю  $\gamma$ -излучения, а 20 % пришлось на долю  $\alpha$ -излучения. Определить полученную человеком эквивалентную дозу.

### **Вариант № 37**

1. Само- и взаимопомощь при несчастных случаях.

2. Действия населения при угрозе и возникновении чрезвычайных происшествий при проведении общественно-политических, зрелищных и других массовых мероприятий.

3. Бета-распад: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.

4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $pr$ ) для ядра азота-14. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

5. Рассчитать минимальную толщину алюминиевой пластинки, полностью поглощающей  $\beta$ -излучение следующих радионуклидов: 1) цезия-137; 2) цезия-134; 3) стронция-90.

### **Вариант № 38**

1. Оповещение населения при аварии на химически опасном объекте.

2. Гамма-излучение: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.

3. Коллективные средства защиты.

4. Точечный изотропный источник полоний-208 испускает  $\alpha$ -частицы с энергией 5,109 МэВ. На каком расстоянии от источника испускаемые им альфа-частицы полностью поглощаются в воздухе, находящемся при нормальных условиях?

5. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
кадмий-112, серебро-108, кобальт-59.

### **Вариант № 39**

1. Характеристика основных сильнодействующих ядовитых веществ (азотная кислота, соляная кислота, аммиак сжиженный) – основные свойства и виды опасности, необходимые действия и меры первой помощи при поражении, нейтрализация.

2. Основы организации и проведения спасательных и других неотложных работ.

3. Период полураспада. Среднее время жизни радиоактивного ядра. Закон радиоактивного распада.

4. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг перманганата калия, если объемная активность равна  $3,7 \cdot 10^7$  Ки/л.

5. Выразить величину 1 а.е.м. в граммах через массу необходимой части изотома висмута-210. Может ли этот элемент использоваться в качестве определяющего для атомной единицы массы?

#### **Вариант № 40**

1. Характеристика основных сильнодействующих ядовитых веществ (фосфорная кислота, метан, хлор, ртуть) – основные свойства, виды опасности, необходимые действия, меры первой помощи при поражении, нейтрализация.

2. Силы и средства ликвидации последствий ЧС.

3. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Закон ослабления гамма-излучения.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 25 г бария-140, если время распада 6 минут, период полураспада 12,789 суток.

5. Мощность поглощенной дозы рентгеновского излучения, воздействующего на телевизор, находящегося при просмотре передач на расстоянии 200 см от экрана цветного телевизора, равна  $3,5 \cdot 10^{-3}$  мкГр/ч. Рассчитать годовую эквивалентную дозу, полученную телевизором при 3-часовой ежедневной продолжительности просмотра передач.

#### **Вариант № 41**

1. Классификация химических веществ по токсичности, классам опасности и по воздействию на организм человека.

2. Правила поведения и действия населения во время стихийных бедствий.

3. Поглощенная доза, мощность поглощенной дозы. Единицы измерения.

4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $3n$ ) для ядра серы-32. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

5. Элементарная частица весит  $3,9 \cdot 10^{-29}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

#### **Вариант № 42**

1. Химически опасные объекты на территории Республики Беларусь. Расчет зоны химического заражения.

2. Средства защиты кожи.

3. Эквивалентная, эффективная эквивалентная и коллективная эквивалентная дозы. Различия между ними и единицы измерения.

4. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг перманганата калия, если объемная активность равна  $3,7 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.

5. Какое уравнение описывает распад, приводящий к образованию ядра изобарного ядру углерода-14?

#### **Вариант № 43**

1. Оценка химической обстановки в месте выброса сильнодействующих ядовитых веществ. Воздействие сильнодействующих ядовитых веществ на человека.

2. Чрезвычайные ситуации, связанные с инфекционными заболеваниями. Основные термины и понятия.

3. Экспозиционная доза, ее отличительные особенности и единицы измерения. Энергетическое соответствие с поглощенной дозой.

4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $2p$ ) для ядра фтора-19. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

5. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
медь-64, олово-119, кобальт-59.

#### **Вариант № 44**

1. Источники жизни и опасности для человека и биологического мира. Основные термины и понятия.

2. Индивидуальные средства защиты.

3. Мощность экспозиционной дозы, ее взаимосвязь с величиной экспозиционной дозы, а также с поглощенной и эквивалентной дозами.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 22 г йода-131, если время распада 13 лет, период полураспада 8,04 суток.

5. Во сколько раз пробег в воздухе альфа-частиц, испускаемых плутонием-239, больше пробега альфа-частиц от урана-238?

#### **Вариант № 45**

1. Законодательство в области радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности.

2. Оповещение населения при аварии на химически опасном объекте.

3. Чрезвычайные ситуации природного характера.

4. Рассчитать минимальную толщину алюминиевой пластинки, полностью поглощающей  $\beta$ -излучение следующих радионуклидов: 1) цезия-137; 2) цезия-134; 3) стронция-90.

5. Определить массу и количество атомов цезия-137, содержащегося в 100 г мяса с удельной активностью 500 Бк/кг.

**Вариант № 46**

1. Методики оценки радиационной обстановки.
2. Правила поведения и действия населения в чрезвычайных ситуациях техногенного характера.
3. Классификация химических веществ по токсичности, классам опасности и по воздействию на организм человека.
4. Какая масса урана-238 имеет такую же активность, как один мг стронция-90?
5. Максимальная поглощенная доза внутреннего облучения йодом-131 щитовидной железы ребенка при его постоянном проживании в «чистой» зоне после эвакуации из Наровлянского района Гомельской области составила 10 Гр. Найти массу и активность йода-131, инкорпорированного в щитовидной железе ребенка на момент его эвакуации из загрязненного в результате аварии на ЧАЭС района. (Масса щитовидной железы ребенка 15 г).

**Вариант № 47**

1. Особенности радиоактивного загрязнения местности после аварии на ЧАЭС.
2. Природные пожары.
3. Основы организации и проведения спасательных и других неотложных работ.
4. Организм массой 70 кг облучился  $\beta$ -частицами, которые передали ему энергию в 350 мДж. Определить поглощенную и эквивалентные дозы.
5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 120 г галлия-204, если время распада 15 часов, период полураспада 3,78 года.

**Вариант № 48**

1. Эвакуация и отселение. Оказание первой медицинской помощи при радиоактивном облучении человека. Мероприятия по радиационной защите и по обеспечению радиационной безопасности населения.
2. Чрезвычайные ситуации, связанные с инфекционными заболеваниями. Основные термины и понятия.
3. Аварии на транспорте.
4. Выразить величину 1 а.е.м. в граммах через массу необходимой части атома серы-35. Может ли этот элемент использоваться в качестве определяющего для атомной единицы массы?
5. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $p$ ) для ядра азота-14. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

**Вариант № 49**

1. Выведение радионуклидов из организма человека. Проведение йодной профилактики.

2. Средства и способы защиты населения от сильнодействующих ядовитых веществ.

3. Чрезвычайные ситуации техногенного характера и причины их возникновения.

4. Маслята, собранные в лесу возле д. Соколово Гомельской области в сентябре 1990 года, имели по цезию-137 активность, равную 68500 Бк на один килограмм сухой биомассы. По истечении какого времени удельная активность этих грибов снизится до 2500 Бк/кг – предельно допустимого загрязнения цезием-137 сухих грибов, регламентированного Белорусскими РДУ-99?

5. Сравнить относительную устойчивость ядер:

титан-48, хром-52, ванадий-50.

**Вариант № 50**

1. Внутреннее и внешнее облучение. Возможные последствия облучения большими и малыми дозами.

2. Классификация химических веществ по токсичности, классам опасности и по воздействию на организм человека.

3. Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах. Основные термины и определения.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 23 г церия-141, если время распада 2 года, период полураспада 32,5 суток.

5. Доза излучения, поглощенная человеком, составила 1мГр, причем 80 % поглощенной энергии пришлось на долю  $\gamma$ -излучения, а 20 % пришлось на долю  $\alpha$ -излучения. Определить полученную человеком эквивалентную дозу.

**Вариант № 51**

1. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг хлорида калия, если объемная активность  $3,0 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.

2. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное число радиоактивных ядер, число оставшихся радиоактивных ядер; начальную и конечную активность образца, содержащего 1 грамм таллия-208, если время распада 2 года, период полураспада 3,07 минуты.

3. Строение вещества. Структурные единицы, элементарные частицы, закон Авогадро.

4. Источники жизни и опасности для человека и биологического мира. Основные термины и понятия.

5. Оценка обстановки на территории г. Витебска и области в случае ЧС техногенного характера.

**Вариант № 52**

1. Элементарная частица весит  $5,5 \cdot 10^{-27}$  кг. К какому виду частиц она относится?. Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.
2. Написать уравнение ядерной реакции (n, пр) для ядра серы-32. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.
3. Основные свойства элементарных частиц: скорость, энергия; заряд, масса. Четыре вида единиц массы элементарных частиц и взаимосвязи между единицами.
4. Географическое и социально-экономическое положение РБ. Источники опасности для населения, объектов экономики и экологической среды в РБ.
5. Коллективные средства защиты (убежища, ПРУ, простейшие укрытия).

**Вариант № 53**

1. Сравнить относительную устойчивость ядер: кислород-16, кислород-18, кобальт-59.
2. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное число радиоактивных ядер, число оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 120 граммов таллия-204, если время распада 5 лет, период полураспада 3,78 года.
3. Число протонов и нейтронов в ядре, зависимость химических свойств от строения ядра, изотопы, изомеры, изобары.
4. Чрезвычайные ситуации техногенного характера.
5. Основные задачи Государственной системы по предупреждению и ликвидации ЧС. Режимы функционирования ГС ЧС в мирное и военное время.

**Вариант № 54**

1. Космическое излучение, его природа, характеристика, воздействие на природную среду. Первичное и вторичное космическое излучение.
2. Химическое оружие.
3. Воздухоснабжение убежища.
4. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг сульфата калия, если объемная активность равна  $2,6 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.
5. Какое уравнение описывает распад, приводящий к образованию ядра изобарного ядру кобальта-60?

**Вариант № 55**

1. Ядерные источники энергии: термоядерный синтез и деление тяжелых ядер.
2. Бактериологическое оружие.

3. Характеристика основных СДЯВ (азотная кислота, соляная кислота, аммиак сжиженный) – основные свойства и виды опасности, необходимые действия и меры первой помощи при поражении, нейтрализация.

4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $np$ ) для ядра азота-14. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

5. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
алюминий-27, кремний-28, фосфор-30.

### **Вариант № 56**

1. Средства защиты кожи.

2. Основные свойства элементарных частиц. Примеры выражения массы и энергии для элементарных частиц.

3. Оценка химической обстановки в месте выброса сильнодействующих ядовитых веществ. Воздействие сильнодействующих ядовитых веществ на человека.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 48 г серебра-110, если время распада 56 секунд, период полураспада 24,7 секунды.

5. При рентгенологическом обследовании грудной клетки средняя эквивалентная доза облучения легких составила 180 мкЗв; молочной железы – 30 мкЗв; щитовидной железы – 50 мкЗв; красного костного мозга – 110 мкЗв; гонад – 10 мкЗв; поверхности костной ткани – 23 мкЗв; желудка, кишечника, печени, почек, селезенки, поджелудочной железы – по 20 мкЗв. Облучением остальных органов можно пренебречь. Определить эффективную эквивалентную дозу, полученную пациентом при обследовании.

### **Вариант № 57**

1. Понятие активности, единицы измерения. Виды активности и взаимосвязь между ними.

2. Химически опасные объекты на территории Республики Беларусь. Расчет зоны химического заражения.

3. Средства и способы защиты населения от сильнодействующих ядовитых веществ.

4. Рассчитать приближенно толщину защиты из бетона, обеспечивающую допустимые условия облучения персонала при работе 18 часов в неделю с точечным источником кобальт-60 ( $E\gamma = 1,25$  МэВ), если создаваемая им мощность поглощенной дозы в воздухе равна 1,6 мкГр/с.

5. Выразить величину 1 а.е.м. в граммах через массу необходимой части атома тория-233. Может ли этот элемент использоваться в качестве определяющего для атомной единицы массы?

**Вариант № 58**

1. Индивидуальные средства защиты.
2. Чрезвычайные ситуации техногенного характера.
3. Сравнительная характеристик ядра и атома: строение, масса, заряд, линейный размер, объем, плотность. Принцип неопределенности Гейзенберга.
4. Какой активностью обладает источник, содержащий 1 г радионуклида цезия-134?
5. Определить годовую поглощенную и годовую эквивалентную дозы внешнего фонового  $\gamma$ -излучения жителей г.п. Брагин Гомельской области в 1989 г., если считать, что они в среднем проводили 5 часов в день на открытом воздухе. Средняя мощность экспозиционной дозы в этом населенном пункте в 1989 г. примерно была равна 280 мкР/ч, внутри зданий равна 40 мкР/ч.

**Вариант № 59**

1. Строение вещества. Структурные единицы, элементарные частицы, закон Авогадро.
2. Действия и правила поведения населения в очаге инфекционных заболеваний.
3. Оценка устойчивости промышленных объектов и мероприятия по повышению устойчивости работы объектов.
4. Написать уравнение ядерной реакции  $(n, \alpha)$  для ядра серы-32. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.
5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 3 г индия-114, если время распада 60 секунд, период полураспада 71,9 секунды.

**Вариант № 60**

1. Система контроля природной среды и потенциально опасных объектов в Республике Беларусь. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций техногенного, экологического и природного характера.
2. Само- и взаимопомощь при несчастных случаях.
3. Взаимные превращения нуклонов. Термодинамическое условие самопроизвольного протекания процесса, применительно к превращениям нуклонов.
4. Написать уравнение ядерной реакции  $(n, \gamma)$  для ядра калия-39. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.
5. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг фосфата калия, если объемная активность равна  $4,0 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.

**Вариант № 61**

1. Основные нормативные и правовые акты в области деятельности Государственной системы по предупреждению и ликвидации ЧС.
2. Гамма-излучение: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.
3. Бактериологическое оружие.
4. Какое уравнение описывает распад, приводящий к образованию ядра изобарного ядру стронция-90?
5. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
алюминий-27, магний-24, натрий-23.

**Вариант № 62**

1. Последствия отравления сильнодействующими ядовитыми веществами.
2. Альфа-распад: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.
3. Действия населения при угрозе и возникновении чрезвычайных происшествий при проведении общественно-политических, зрелишных и других массовых мероприятий.
4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 28 г технеция-99, если время распада 80 часов, период полураспада 66,02 часа.
5. Организм массой 60 кг облучился  $\beta$ -частицами, которые передали ему энергию в 350 мДж. Определить поглощенную и эквивалентные дозы.

**Вариант № 63**

1. Организация спасательных и других неотложных работ.
2. Характеристика основных СДЯВ (фосфорная кислота, метан, хлор, ртуть) - основные свойства и виды опасности, необходимые действия, меры первой помощи при поражении, нейтрализация.
3. Бета-распад: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.
4. Организм массой 90 кг облучился  $\alpha$ -частицами, которые передали ему энергию в 200 мДж. Определить поглощенную и эквивалентные дозы.
5. Из каждого миллиона атомов некоего радиоактивного изотопа ежесекундно распадается 300 атомов. Определить период полураспада изотопа.

**Вариант № 64**

1. Чрезвычайные ситуации природного характера.
2. Действия населения и правила поведения при авариях на химически опасных объектах. Дегазация.

3. Нейтронное и рентгеновское излучение. Природа и характеристика.
4. Определить массу и количество атомов стронция-90, содержащегося в 0,5 л молока с объемной активностью равной, 3,7 Бк/л.
5. Написать уравнение ядерной реакции (п, пр) для ядра фтора-19. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

### **Вариант № 65**

1. Внутреннее и внешнее облучение. Реакция органов и систем человека на облучение.
2. Назначение гражданских и промышленных противогазов. Правила пользования противогазом.
3. Географическое и социально-экономическое положение Республики Беларусь. Источники опасности для населения, объектов экономики и экологической среды в Республике Беларусь.
4. В какое ядро превратится ядро тория-232, испустив альфа частицу? Записать уравнение реакции.
5. Элементарная частица весит  $2,4 \cdot 10^{-27}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

### **Вариант № 66**

1. Законодательство Республики Беларусь по обеспечению радиационной безопасности.
2. Правила поведения и действия населения во время стихийных бедствий.
3. Аварии на транспорте.
4. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг гидроксида калия, если объемная активность равна  $2,0 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.
5. Какую минимальную толщину должны иметь защитные стеклянные очки при работе с чистым бета-излучателем фосфора-32?  
Плотность стекла –  $2,5 \text{ г/см}^3$ .

### **Вариант № 67**

1. Действия населения при угрозе и возникновении чрезвычайных происшествий при проведении общественно-политических, зрелищных и других массовых мероприятий.
2. Характеристика основных СДЯВ (азотная кислота, соляная кислота, аммиак сжиженный) - основные свойства и виды опасности, необходимые действия и меры первой помощи при поражении, нейтрализация.
3. Ускоренное выведение радионуклидов из организма человека.

4. Железная плита толщиной 2 см ослабляет узкий пучок гамма-квантов в 3 раза. Какую толщину должна иметь железная плита, чтобы ослабить такой же пучок в 10 раз?

5. При рентгенологическом обследовании грудной клетки средняя эквивалентная доза облучения легких составила 180 мкЗв; молочной железы – 30 мкЗв; щитовидной железы – 50 мкЗв; красного костного мозга – 110 мкЗв; гонад – 10 мкЗв; поверхности костной ткани – 23 мкЗв; желудка, кишечника, печени, почек, селезенки, поджелудочной железы – по 20 мкЗв. Облучением остальных органов можно пренебречь. Определить эффективную эквивалентную дозу, полученную пациентом при обследовании.

### **Вариант № 68**

1. Правила поведения и действия населения в ЧС экологического характера.

2. Средства защиты кожи.

3. Возможные последствия облучения большими и малыми дозами.

4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $\gamma$ ) для ядра азота-14. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

5. Элементарная частица весит  $8,5 \cdot 10^{-28}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

### **Вариант № 69**

1. Факторы, влияющие на устойчивость работы хозяйственных объектов в мирное и военное время.

2. Чрезвычайные ситуации, связанные с инфекционными заболеваниями. Основные термины и понятия.

3. Физические основы защиты от ионизирующего излучения.

4. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг хлорида калия, если объемная активность равна  $3,0 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.

5. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
кадмий-112, серебро-108, кобальт-59.

### **Вариант № 70**

1. Способы обнаружения и измерения ионизирующих излучений. Дозиметрические приборы.

2. Правила поведения и действия населения в чрезвычайных ситуациях техногенного характера.

3. Характеристика основных пожаро- и взрывоопасных веществ и факторов. Воздействие опасных факторов пожара и взрыва на человека.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную

и конечную активность образца, содержащего 25 г бария-140, если время распада 6 минут, период полураспада 12,789 суток.

5. Мощность поглощенной дозы рентгеновского излучения, воздействующего на телезрителя, находящегося при просмотре передач на расстоянии 240 см от экрана цветного телевизора, равна  $3,0 \cdot 10^{-3}$  мкГр/ч. Рассчитать годовую эквивалентную дозу, полученную телезрителем при 3-часовой ежедневной продолжительности просмотра передач.

### **Вариант № 71**

1. Нормы радиационной безопасности. Принципы радиационной защиты. Нормирование облучения для практической деятельности человека.

2. Правила поведения и действия населения в чрезвычайных ситуациях биологического характера.

3. Аварии на энергетических системах - газопроводах, нефтепроводах, продуктопроводах.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное число радиоактивных ядер, число оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 25 граммов бария-140, если время распада 6 суток, период полураспада 12,789 суток.

5. Выразить величину 1 а.с.м. в граммах через массу необходимой части атома франция-225. Может ли этот элемент использоваться в качестве определяющего для атомной единицы массы?

### **Вариант № 72**

1. Действия населения при угрозе и возникновении чрезвычайных происшествий при проведении общественно-политических, зрелищных и других массовых мероприятий.

2. Проведение спасательных работ в очаге химического заражения.

3. Взаимодействие  $\gamma$ -излучения с веществом: закон ослабления  $\gamma$ -излучения, фотоэффект, эффект Комптона, образование электронно-позитронных пар в электромагнитном поле.

4. Доза излучения, поглощенная человеком, составила 1 мГр, причем 80 % поглощенной энергии пришлось на долю  $\gamma$ -излучения, а 20 % пришлось на долю  $\alpha$ -излучения. Определить полученную человеком эквивалентную дозу.

5. Объемная активность цезия-137 в молоке равна 40 пКи/л. Определить, сколько атомов распадается в стакане ( $V = 200 \text{ см}^3$ ) молока за 1 ч.

### **Вариант № 73**

1. Медицинские средства защиты.

2. Эвакуация населения.

3. Мощность экспозиционной дозы, её взаимосвязь с величиной экспозиционной дозы, а также с поглощённой и эквивалентной дозами. Понятие «кerma». Схема образования различных дозиметрических величин.

4. Рассчитать толщину биологической ткани, полностью поглощающей альфа-излучение плутония-238, испускающего альфа-частицы с энергией 5,495 МэВ, 5,452 МэВ, 5,352 МэВ. Средняя атомная масса биологической ткани равна 15,7 а.е.м., плотность – 1,0 г/см<sup>3</sup>.

5. Какой активностью обладает источник, содержащий 1 г радионуклида цезия-134?

#### **Вариант № 74**

1. Классификация химических веществ по токсичности, классам опасности и по воздействию на организм человека.

2. Правила поведения и действия населения в ЧС экологического характера.

3. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Закон ослабления гамма-излучения.

4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 40 г лантана-140, если время распада 6 часов, период полураспада 40,22 ч.

5. Какое уравнение описывает распад, приводящий к образованию ядра изобарного ядру калия-40?

#### **Вариант № 75**

1. Аварии на транспорте.

2. Особо опасные болезни и вредители растений.

3. Основные типы радионуклидов, выпавших на территорию Республики Беларусь. Их характеристика, воздействие на организм человека. Последствия радиоактивного загрязнения местности.

4. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг оксалата калия, если объемная активность равна  $2,0 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.

5. Элементарная частица весит  $5,5 \cdot 10^{-25}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

#### **Вариант № 76**

1. Аварии на энергетических системах - газопроводах, нефтепроводах, продуктопроводах.

2. Оценка обстановки на территории г. Витебска и области в случае чрезвычайных ситуаций природного и экологического характера.

3. Механизм действия различных ионизирующих излучений на живую клетку. Действие ионизирующего излучения на организм человека, особенности действия малых доз радиации на организм человека.

4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $pr$ ) для ядра фтора-19. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

5. Сравнить относительную устойчивость ядер:

титан-48, хром-52, ванадий-50.

**Вариант № 77**

1. Природные пожары.
2. Основные источники загрязнения окружающей среды. Взаимосвязь организмов со средой обитания.
3. Выведение радионуклидов из организма человека. Проведение йодной профилактики.
4. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 58 г родия-106, если время распада 1 минута, период полураспада 29,9 секунды.
5. Максимальная поглощенная доза внутреннего облучения йодом-131 щитовидной железы ребенка при его постоянном проживании в «чистой» зоне после эвакуации из Наровлянского района Гомельской области составила 10 Гр. Найти массу и активность йода-131, инкорпорированного в щитовидной железе ребенка на момент его эвакуации из загрязненного в результате аварии на ЧАЭС района. (Масса щитовидной железы ребенка 15 г).

**Вариант № 78**

1. Характеристика основных сильнодействующих ядовитых веществ (азотная кислота, соляная кислота, аммиак сжиженный) – основные свойства и виды опасности, необходимые действия и меры первой помощи при поражении, нейтрализация.
2. Государственная система предупреждения и ликвидации ЧС Республики Беларусь.
3. Основные виды природных взаимодействий. Гравитационные взаимодействия, электромагнитные взаимодействия, слабые взаимодействия и сильные ядерные взаимодействия: их основные проявления и свойства. Проявление различных взаимодействий в ядре.
4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $p$ ) для ядра углерода-12. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.
5. Элементарная частица весит  $4,5 \cdot 10^{-29}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

**Вариант № 79**

1. Характеристика основных сильнодействующих ядовитых веществ (фосфорная кислота, метан, хлор, ртуть) – основные свойства и виды опасности, необходимые действия, меры первой помощи при поражении, нейтрализация.
2. Источники жизни и опасности для человека и биологического мира. Основные термины и понятия.

3. Альфа-распад: природа, источник, энергия, термодинамическое условие протекания, моноэнергетичность и дискретность спектра, проникающая и ионизационная способность.

4. При археологических раскопках были обнаружены сохранившиеся деревянные предметы, активность углерода-14 в которых оказалась равной 10 распадам в минуту на 1 г содержащегося в них углерода. В живом дереве происходит в среднем 14,5 распадов углерода-14 за минуту на 1 г углерода. Исходя из этих данных, определить время изготовления обнаруженных предметов.

5. Рассчитать слой половинного ослабления  $\gamma$ -излучения кобальта-60 и цезия-137: 1) в воде; 2) в свинце; 3) в бетоне; 4) в железе.

### **Вариант № 80**

1. Ликвидация последствий радиоактивного загрязнения местности.

2. Коллективные средства защиты (убежища, противорадиационные укрытия, простейшие укрытия).

3. Величины допустимого, приемлемого и недопустимого риска ЧС, методики их оценки. Величины социального, экономического и экологического риска.

4. Рассчитать минимальную толщину алюминиевой пластинки, полностью поглощающей  $\beta$ -излучение следующих радионуклидов: 1) цезия-137; 2) цезия-134; 3) стронция-90.

5. За какое время от начального количества ядер цезия-137 останется 20 %?

### **Вариант № 81**

1. Мощность экспозиционной дозы, ее взаимосвязь с величиной экспозиционной дозы, а также с поглощенной и эквивалентной дозами.

2. Силы и средства ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

3. Само- и взаимопомощь при несчастных случаях.

4. Какая масса урана-238 имеет такую же активность, как один мг стронция-90?

5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 33 г цезия-134, если время распада 13 лет, период полураспада 2,062 года.

### **Вариант № 82**

1. Экспозиционная доза, ее отличительные особенности и единицы измерения. Энергетическое соответствие с поглощенной дозой.

2. Коллективные средства защиты (убежища, ПРУ, простейшие укрытия).

3. Основы организации и проведения спасательных и других неотложных работ.

4. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
ртуть-200, золото-197, осмий-190.
5. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $\alpha$ ) для ядра кальция-40. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

### **Вариант № 83**

1. Эквивалентная, эффективная эквивалентная и коллективная эквивалентная дозы. Различия между ними и единицы измерения.
2. Организация обучения населения в Государственной системе по предупреждению и ликвидации ЧС.
3. Проведение спасательных работ в очаге химического заражения.
4. Элементарная частица весит  $7,5 \cdot 10^{-26}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.
5. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг фосфата калия, если объемная активность равна  $4,0 \cdot 10^{-7}$  Ки/л.

### **Вариант № 84**

1. Поглощенная доза, мощность поглощенной дозы. Единицы измерения.
2. Химическое оружие.
3. Основы устойчивости работы хозяйственных объектов в ЧС. Предупреждение аварий и катастроф на объектах.
4. Какое уравнение описывает распад, приводящий к образованию ядра изобарного ядру стронция-90?
5. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $3p$ ) для ядра серы-32. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

### **Вариант № 85**

1. Оценка обстановки на территории г. Витебска и области в случае чрезвычайных ситуаций техногенного характера.
2. Оценка устойчивости промышленных объектов и мероприятия по повышению устойчивости работы объектов.
3. Бета-распад: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.
4. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
железо-56, кислород-16, кобальт-59.
5. При радиометрическом контроле деловой древесины, заготовленной в одном из районов Могилёвской области, было обнаружено 10-кратное превышение активности древесины по отношению к предельно допустимому её загрязнению цезием-137 и 8-кратное - стронцием-90. Определить, через какое время после проведённой дозиметрии эта древесина может быть использована для изготовления мебели, паркета и т. д.

**Вариант № 86**

1. Классификация чрезвычайных ситуаций.
2. Действия населения при угрозе и возникновении чрезвычайных происшествий при проведении общественно-политических, зрелищных и других массовых мероприятий.
3. Гамма-излучение: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.
4. При археологических раскопках были обнаружены сохранившиеся деревянные предметы, активность углерода-14 в которых оказалась равной 10 распадам в минуту на 1 г содержащегося в них углерода. В живом дереве происходит в среднем 14,5 распадов углерода-14 за минуту на 1 г углерода. Исходя из этих данных, определить время изготовления обнаруженных предметов.
5. Сколько слоев половинного ослабления необходимо для уменьшения интенсивности рентгеновских лучей в 80 раз?

**Вариант № 87**

1. Чрезвычайные ситуации техногенного характера.
2. Источники жизни и опасности для человека и биологического мира. Основные термины и понятия.
3. Альфа-распад: природа, источник, энергия, проникающая и ионизирующая способность.
4. Какую минимальную толщину должны иметь защитные стеклянные очки при работе с чистым бета-излучателем фосфора-32? Плотность стекла – 2,5 г/см<sup>3</sup>.
5. Определить поглощенную дозу  $\gamma$ -излучения в воздухе, если экспозиционная доза  $\gamma$ -излучения составляет 20 Р.

**Вариант № 88**

1. Основные источники загрязнения окружающей среды и их влияние на жизнедеятельность человека.
2. Средства и способы защиты населения от сильнодействующих ядовитых веществ.
3. Взаимные превращения нуклонов. Термодинамическое условие самопроизвольного протекания процесса, применительно к превращениям нуклонов.
4. При рентгенологическом обследовании грудной клетки средняя эквивалентная доза облучения легких составила 180 мкЗв; молочной железы – 30 мкЗв; щитовидной железы – 50 мкЗв; красного костного мозга – 110 мкЗв; гонад – 10 мкЗв; поверхности костной ткани – 23 мкЗв; желудка, кишечника, печени, почек, селезенки, поджелудочной железы – по 20 мкЗв. Облучением остальных органов можно пренебречь. Определить эффективную эквивалентную дозу, полученную пациентом при обследовании.

5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 0,8 г иттрия-91, если время распада 60 минут, период полураспада 58,51 суток.

### **Вариант № 89**

1. Основы устойчивости работы хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Предупреждение аварий и катастроф на объектах.
2. Чрезвычайные ситуации, вызванные выбросами сильнодействующих ядовитых веществ. Зоны и очаги химического заражения.
3. Ядерные источники энергии: термоядерный синтез и деление тяжелых ядер.
4. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
кислород-18, углерод-12, ксенон-131.
5. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $\alpha$ ) для ядра кальция-40. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

### **Вариант № 90**

1. Чрезвычайные ситуации экологического характера.
2. Само- и взаимопомощь при несчастных случаях.
3. Сравнительная характеристик ядра и атома: строение, масса, заряд, линейный размер, объем, плотность. Принцип неопределенности Гейзенберга.
4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $\gamma$ ) для ядра азота-14. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.
5. Под воздействием ионизирующей составляющей космического излучения в средних широтах на уровне моря в  $1 \text{ см}^3$  воздуха образуется в среднем 2,3 пар однозарядных ионов за 1 с. Исходя из этих данных, определить: 1) мощность поглощенной дозы в средних широтах; 2) годовую поглощенную дозу ионизирующей составляющей космического излучения в теле жителя равнинной местности в средних широтах.

### **Вариант № 91**

1. Эвакуация и отселение. Оказание первой медицинской помощи при радиоактивном облучении человека. Мероприятия по радиационной защите и по обеспечению радиационной безопасности населения.
2. Действия населения и правила поведения при авариях на химически опасных объектах. Дегазация.
3. Характеристика основных пожаро- и взрывоопасных веществ и факторов. Воздействие опасных факторов пожара и взрыва на человека.

4. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $pr$ ) для ядра азота-14. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

5. Рассчитать толщину биологической ткани, полностью поглощающей альфа-излучение плутония-238, испускающего альфа-частицы с энергией 5,495 МэВ, 5,452 МэВ, 5,352 МэВ. Средняя атомная масса биологической ткани равна 15,7 а.е.м., плотность – 1,0 г/см<sup>3</sup>.

### **Вариант № 92**

1. Чрезвычайные ситуации, связанные с инфекционными заболеваниями. Основные термины и понятия.

2. Классификация пожаро- и взрывоопасных объектов.

3. Период полураспада. Среднее время жизни радиоактивного ядра. Закон радиоактивного распада.

4. Определить активность 5 мг радия-226.

5. Элементарная частица весит  $1,5 \cdot 10^{-30}$  кг. К какому виду частиц она относится? Выразить массу этой частицы всеми возможными способами.

### **Вариант № 93**

1. Оценка химической обстановки в месте выброса сильнодействующих ядовитых веществ. Воздействие СДЯВ на человека.

2. Государственная система по предупреждению и ликвидации ЧС Республики Беларусь.

3. Взаимодействие заряженных частиц с веществом: ионизационное торможение, радиационное торможение, излучение Вавилова-Черенкова, пробег и путь частицы.

4. Найти долю распадающихся за 1 секунду ядер калия в 1 кг перманганата калия, если объемная активность равна  $3,7 \cdot 10^7$  Ки/л.

5. В какое ядро превратится ядро урана-238 вследствие пяти альфа- и двух  $\beta^-$  распадов? Записать уравнение реакции.

### **Вариант № 94**

1. Классификация химических веществ по токсичности, классам опасности и по воздействию на организм человека.

2. Действия и правила поведения в очаге инфекционного заболевания.

3. Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Закон ослабления гамма-излучения.

4. Какое уравнение описывает распад, приводящий к образованию ядра изобарного ядру углерода-14?

5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 23 г церия-141, если время распада 2 года, период полураспада 32,5 суток.

**Вариант № 95**

1. Законодательство в области радиационной безопасности. Нормы радиационной безопасности.
2. Бактериологическое оружие.
3. Открытие явления радиоактивности. Понятие радиоактивного распада. Естественная и искусственная радиоактивность.
4. Сравнить относительную устойчивость ядер:  
кислород-18, иттрий-89, стронций-88.
5. Доза излучения, поглощенная человеком, составила 5мГр, причем 80 % поглощенной энергии пришлось на долю  $\gamma$ -излучения, а 20 % пришлось на долю  $\alpha$ -излучения. Определить полученную человеком эквивалентную дозу.

**Вариант № 96**

1. Аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах. Основные термины и определения.
2. Оценка устойчивости промышленных объектов и мероприятия по повышению устойчивости работы объектов.
3. Основные виды ионизирующих излучений. Их сравнительная характеристика.
4. Мощность поглощенной дозы рентгеновского излучения, воздействующего на телезрителя, находящегося при просмотре передач на расстоянии 220 см от экрана цветного телевизора, равна  $3,5 \cdot 10^{-3}$  мкГр/ч. Рассчитать годовую эквивалентную дозу, полученную телезрителем при 3-часовой ежедневной продолжительности просмотра передач.
5. Из каждого миллиона атомов некоего радиоактивного изотопа ежедневно распадается 200 атомов. Определить период полураспада изотопа.

**Вариант № 97**

1. Основы организации и проведения спасательных и других неотложных работ.
2. Чрезвычайные ситуации экологического характера.
3. Ядерные источники энергии: термоядерный синтез и деление тяжелых ядер.
4. При археологических раскопках были обнаружены сохранившиеся деревянные предметы, активность углерода-14 в которых оказалась равной 20 распадам в минуту на 1 г содержащегося в них углерода. В живом дереве происходит в среднем 14,5 распадов углерода-14 за минуту на 1 г углерода. Исходя из этих данных, определить время изготовления обнаруженных предметов.
5. Найти постоянную радиоактивного распада, начальное количество радиоактивных ядер, количество оставшихся радиоактивных ядер, начальную и конечную активность образца, содержащего 36 г европия-155, если время распада 25 суток, период полураспада 4,96 года.

**Вариант № 98**

1. Основные задачи Государственной системы по предупреждению и ликвидации ЧС. Режимы функционирования Государственной системы по предупреждению и ликвидации ЧС в мирное и военное время.
2. Оповещение населения при аварии на химически опасном объекте.
3. Удельная энергия связи ядра: определение, единицы измерения, зависимость от массового числа. Основные закономерности зависимости устойчивости ядер от соотношения числа протонов и нейтронов. Понятия дефекта массы и упаковочного коэффициента.
4. Определить массу и количество атомов цезия-137, содержащегося в 400 г мяса с удельной активностью 600 Бк/кг.
5. Рассчитать минимальную толщину алюминиевой пластинки, полностью поглощающей  $\beta$ -излучение следующих радионуклидов: 1) цезия-137; 2) цезия-134; 3) стронция-90.

**Вариант № 99**

1. Проведение спасательных работ в очаге химического заражения.
2. Медицинские средства защиты.
3. Энергия связи ядра. Полная энергия связи ядра: вывод формулы, определение, единицы измерения.
4. Определить максимальный пробег в воздухе и биологической ткани  $\beta$ -частиц с максимальной энергией бета-спектра, равной 1,712 МэВ, испускаемых фосфором-32. Потерями энергии  $\beta$ -частиц на тормозное излучение пренебречь. Плотность биологической ткани –  $1,0 \text{ г/см}^3$ .
5. Определить годовую поглощенную и годовую эквивалентную дозы внешнего фонового  $\gamma$ -излучения жителей г.п. Брагин Гомельской области в 1989 г., если считать, что они в среднем проводили 5 часов в день на открытом воздухе. Средняя мощность экспозиционной дозы в этом населенном пункте в 1989 г. примерно была равна 300 мкР/ч, внутри зданий равна 45 мкР/ч.

**Вариант № 100**

1. Действия населения при угрозе и возникновении чрезвычайных происшествий при проведении общественно-политических, зрелищных и других массовых мероприятий.
2. Характеристика основных пожаро- и взрывоопасных веществ и факторов. Воздействие опасных факторов пожара и взрыва на человека.
3. Взаимные превращения свободных нуклонов. Термодинамическое условие самопроизвольного протекания процесса применительно к превращениям нуклонов.
4. За какое время от начального количества ядер цезия-137 останется 30 %?
5. Написать уравнение ядерной реакции ( $n$ ,  $pr$ ) для ядра азота-14. Оценить устойчивость ядра отдачи и написать уравнение возможного распада этого ядра.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Естественная радиоактивность

Величина	$\alpha$ -частица	$\beta$ -частица	$\gamma$ -излучение
Скорость частиц, вылетающих из ядер радиоактивных веществ, км/с	14000-20000	160000 (средняя)	300000
Энергия частицы, МэВ	4-9	0,01-2	0,2-3
Масса одной вылетающей частицы, кг	$6,6 \cdot 10^{-27}$	$9 \cdot 10^{-31}$	$\approx 2,2 \cdot 10^{-30}$
<i>Пробег в:</i>			
воздухе	3-9 см	до 40 м	до нескольких сот метров
алюминии	до 0,06 мм	до 2 см	в свинце до 5 см
биологической ткани	до 0,1 мм	до 6 см	пронизывают тело человека

### Приложение 2

#### Обзорная таблица доз и единиц измерения

Доза	Единица измерения		Соотношение единиц
	международная	внесистемная	
Экспозиционная	Кулон на кг воздуха (Кл/кг)	Рентген (Р)	1 Кл/кг=3876 Р
Поглощённая	Грей (Гр)	рад	1 Гр=100 рад
<b>Индивидуальные:</b>			
эквивалентная	Зиверт (Зв)	бэр	1 Зв=100 бэр
эффективная	Зиверт (Зв)	бэр	
ожидаемая эффективная	Зиверт (Зв)	бэр	
<b>Коллективные:</b>			
эффективная	человеко-зиверт (чел·Зв)	человеко-бэр (чел·бэр)	1 чел·Зв = = 100 чел·бэр
ожидаемая эффективная	(чел·Зв)	(чел·бэр)	

## Приложение 3

Ориентировочные значения поглощённой дозы излучения, разовое облучение которой может вызвать опасные последствия для организма человека

Доза излучения, Гр	Последствия облучения
до 0,25	Не обнаруживаются
0,5 - 1,0	Незначительные обратимые процессы
1,0 - 2,5	Лёгкая форма лучевой болезни
2,5 - 4,0	Лучевая болезнь средней тяжести
4,0 - 6,0	Тяжёлая форма лучевой болезни (без лечения возможен смертельный исход в 50% случаев)
6,0 10,0	Крайне тяжёлая форма лучевой болезни
<i>Примечание:</i> Поглощённая доза, приводящая в 50% случаев к гибели облучённых организмов, равна (в Гр) для: КРС - 1,5-2,7; птиц - 6,0-14,0; грызунов - 8,0-15,0; насекомых - 580-2000; вирусов - 62-4600; бактерий - 17-3500	

## Приложение 4

Взвешивающие коэффициенты,  
рекомендованные Международной комиссией по радиологической защите  
для различных органов и тканей организма человека,  $W_T$

Орган или ткань	Взвешивающие коэффициенты $W_T$
Костный мозг	0,12
Костная ткань	0,03
Щитовидная железа	0,05
Молочная железа	0,15
Лёгкие	0,12
Яичники или семенники	0,25
Другие ткани	0,30
<b>Организм в целом</b>	<b>1,0</b>

## Коэффициенты качества излучения

Вид излучения и диапазон энергии	Коэффициенты качества К
Фотоны всех энергий	1
Электроны всех энергий	1
Альфа-частицы	20
Нейтроны с энергией	
<10 кэВ	5
от 10 кэВ до 100 кэВ	10
от 100 кэВ до 2 МэВ	20
от 2 МэВ до 20 МэВ	10
> 20 МэВ	5
Протоны с энергией более 2МэВ, кроме протонов отдачи	5
Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра	20
<b>Примечание.</b> Все значения относятся к излучению, падающему на тело, а в случае внутреннего облучения – испускаемому при ядерном превращении	

Приложение 6

Периоды полураспада, вид радиоактивного распада и энергия излучения радионуклидов, индуцированных космическим излучением

Радионуклид и его символ		Период полураспада	Вид распада и энергия излучения, МэВ
Водород-3	${}^3_1\text{H}$	12,26 лет	$\beta^-$ ; 0,01795
Бериллий-7	${}^7_4\text{Be}$	53,01 сут	К-захват; 0,479
Бериллий-10	${}^{10}_4\text{Be}$	$2,5 \cdot 10^5$ лет	$\beta^-$ ; 0,555
Углерод-14	${}^{14}_6\text{C}$	5700 лет	$\beta^-$ ; 0,155
Натрий-22	${}^{22}_{11}\text{Na}$	2,6 года	$\beta^+$ ; 0,540(99,94%); 1,89 (0,06%); $\gamma$ ; 1,28
Натрий-24	${}^{24}_{11}\text{Na}$	15ч	$\beta^-$ ; 1,39; 4,17(0,003%); $\gamma$ ; 4,14; 2,76; 1,38
Магний-28	${}^{28}_{12}\text{Mg}$	21,2ч	$\beta^-$ ; 0,459; $\gamma$ ; 0,032-1,35
Алюминий-26	${}^{26}_{13}\text{Al}$	6,7с	$\beta^+$ ; 3,20
Кремний-31	${}^{31}_{14}\text{Si}$	2,6ч	$\beta^-$ ; 1,471; $\gamma$ ; 0,17; 0,52; 1,00
Кремний-32	${}^{32}_{14}\text{Si}$	700 лет	$\beta^-$ ; 0,21
Фосфор-32	${}^{32}_{15}\text{P}$	14,3 сут	$\beta^-$ ; 1,712
Фосфор-33	${}^{33}_{15}\text{P}$	24,4 сут	$\beta^-$ ; 0,249
Сера-35	${}^{35}_{16}\text{S}$	87 сут	$\beta^-$ ; 0,167
Сера-38	${}^{38}_{16}\text{S}$	2,9ч	$\beta^-$ ; 1,1
Хлор-34	${}^{34}_{17}\text{Cl}$	32,0 мин	$\beta^-$ ; 2,48
Хлор-36	${}^{36}_{17}\text{Cl}$	$3,1 \cdot 10^5$ лет	$\beta^-$ ; 0,714
Хлор-38	${}^{38}_{17}\text{Cl}$	37,3 мин	$\beta^-$ ; 4,81 (53%); 2,77 (16%); 1,11 (31%); $\gamma$ ; 1,6; 2,15
Хлор-39	${}^{39}_{17}\text{Cl}$	35,5 мин	$\beta^-$ ; 1,65 (93%); 2,96 (7%); $\gamma$ ; 1,35; 0,35
Аргон-39	${}^{39}_{18}\text{Ar}$	265 лет	$\beta^-$ ; 0,565
Криптон-81	${}^{81}_{36}\text{Kr}$	$2,1 \cdot 10^5$ лет	К-захват

Периоды полураспада, вид радиоактивного распада и энергия излучения основных радионуклидов аварийного чернобыльского выброса в 1986 г.

Радионуклид и его символ		Период полураспада	Вид распада и энергия излучения, МэВ
Криптон-85	$^{85}_{36}\text{Kr}$	10,71 года	$\beta^-$ ; 0,150; 0,672; $\gamma$ , 0,51
Стронций-89	$^{89}_{38}\text{Sr}$	50,55 сут	$\beta^-$ ; 1,463
Стронций-90	$^{90}_{38}\text{Sr}$	28,6 года	$\beta^-$ ; 0,563
Цирконий-95	$^{95}_{40}\text{Zr}$	64,05 сут	$\beta^-$ ; 0,364 (54%); 0,396 (43%); 0,883 (3%); $\gamma$ , 0,235; 0,722; 0,754
Молибден-99	$^{99}_{42}\text{Mo}$	66,02 ч	$\beta^-$ ; 1,23 (80%); 0,45 (20%); $\gamma$ , от 0,002 до 0,779
Рутений-103	$^{103}_{44}\text{Ru}$	39,35 сут	$\beta^-$ ; 0,128 (28%); 0,202 (70%); 0,374 (1%); 0,695 (1%); $\gamma$ , 0,498; 0,610
Рутений-106	$^{106}_{44}\text{Ru}$	368 сут	$\beta^-$ ; 0,0392; $\gamma$ , 1,12; 1,05; 0,620; 0,51
Йод-131	$^{131}_{53}\text{I}$	8,04 сут	$\beta^-$ ; 0,815 (0,7%); 0,608 (87,2%); 0,335 (9,3%); 0,250 (2,8%); $\gamma$ , 0,08; 0,163; 0,284; 0,364; 0,637; 0,722
Теллур-132	$^{132}_{52}\text{Te}$	78,2ч	$\beta^-$ ; $\gamma$ ; 0,22; 0,029
Ксенон-133	$^{133}_{54}\text{Xe}$	5,24 сут	$\beta^-$ ; 0,345; $\gamma$ , 0,081
Цезий-134	$^{134}_{55}\text{Cs}$	2,06 года	$\beta^-$ ; 0,078 (25%); 0,210 (2%); 0,410 (5%); 0,657 (68%); $\gamma$ , от 0,561 до 1,361
Цезий-137	$^{137}_{55}\text{Cs}$	30,17 года	$\beta^-$ ; 0,51 (92%); 1,17 (8%); $\gamma$ , 0,661
Барий-140	$^{140}_{56}\text{Ba}$	12,8 сут	$\beta^-$ ; 1,0 (60%); 0,4 (40%); $\gamma$ , 0,03; 0,16; 0,31; 0,54
Церий-141	$^{141}_{58}\text{Ce}$	33,1 сут	$\beta^-$ ; 0,574 (25%); 0,442 (75%); $\gamma$ , 0,145
Церий-144	$^{144}_{58}\text{Ce}$	290 сут	$\beta^-$ ; 0,30 (70%); 0,17 (30%); $\gamma$ , 0,034; 0,041; 0,053; 0,081; 0,094; 0,10; 0,134
Нептуний-239	$^{239}_{93}\text{Np}$	2,35 дня	$\beta^-$ ; 0,718 (4,8%); 0,656 (1,7%); 0,441 (31%); 0,38 (10%); 0,379 (52%); $\gamma$ , 0,045; 0,049; 0,058; 0,061; 0,067; ОД06; 0,209; 0,227; 0,254; 0,285
Плутоний-238	$^{238}_{94}\text{Pu}$	89,6 года	$\alpha$ ; 5,495 (72%); 5,452 (28%); 5,352 (0,09%); $\gamma$ , 0,045
Плутоний-239	$^{239}_{94}\text{Pu}$	$2,44 \cdot 10^4$ лет	$\alpha$ ; 5,150 (69%); 5,137 (20%); 5,049 (11%); $\gamma$ , 0,038; 0,051
Плутоний-240	$^{240}_{94}\text{Pu}$	6,58 года	$\alpha$ ; 5,162 (76%); 5,118 (24%); $\gamma$ , 0,044
Плутоний-241	$^{241}_{94}\text{Pu}$	13 лет	$\alpha$ ; 4,91 ( $\sim 10^{-3}$ ); $\beta^-$ ; 0,021 (99%); $\gamma$ , 0,10; 0,45
Кюрий-242	$^{242}_{96}\text{Cm}$	162,5 сут	$\alpha$ ; 6,110 (73,7%); 6,066 (26,3%); 5,965 (0,035%); $\gamma$ , 0,044; 0,103; 0,153

Линейный ( $\mu$ ,  $\text{см}^{-1}$ ) и массовый ( $\mu_m$ ,  $\text{см}^2/\text{г}$ ) коэффициенты поглощения гамма-излучения для воздуха, воды, алюминия, железа и свинца при различных значениях энергии  $E_\gamma$  фотонов

$E_\gamma$ , МэВ	Воздух		Вода		Алюминий		Железо		Свинец	
	$\mu$ , $10^{-3}$	$\mu_m$								
0,01	6,62	4,81	4,99	4,99	69,80	25,90	1330	169	1390	124
0,02	0,87	0,67	0,70	0,70	8,61	3,19	196,0	25,0	932,0	82,8
0,05	0,24	0,18	0,20	0,20	0,86	0,31	14,4	1,81	82,1	7,2
0,10	0,19	0,15	0,16	0,16	0,42	0,16	2,60	0,33	60,3	5,3
0,15	0,17	0,13	0,15	0,15	0,35	0,1	1,40	0,17	21,8	1,9
0,20	0,16	0,12	0,13	0,13	0,32	0,12	1,06	0,13	10,7	0,9
0,50	0,11	0,09	0,10	0,10	0,22	0,08	0,65	0,08	1,70	0,15
1,00	0,08	0,06	0,07	0,07	0,16	0,06	0,47	0,06	0,77	0,07
1,50	0,07	0,06	0,06	0,06	0,13	0,06	0,38	0,05	0,56	0,05
2,00	0,06	0,04	0,05	0,05	0,12	0,04	0,33	0,04	0,61	0,05
5,00	0,03	0,02	0,03	0,03	0,08	0,03	0,25	0,03	0,48	0,04

Слой половинного ослабления бета-излучения  $\Delta_{1/2}$  в алюминии при различных значениях максимальной энергии  $E_\beta$  бета-спектра

$E_\beta$ , МэВ	$\Delta_{1/2}$ , $10^{-3}$ , г/см <sup>2</sup>	$E_\beta$ , МэВ	$\Delta_{1/2}$ , $10^{-3}$ , г/см <sup>2</sup>	$E_\beta$ , МэВ	$\Delta_{1/2}$ , $10^{-3}$ , г/см <sup>2</sup>
0,15	2,7	0,80	37	2,0	140
0,20	3,8	0,90	45	2,2	150
0,30	7,0	1,00	53	2,4	168
0,40	11,7	1,20	70	2,6	180
0,50	17,5	1,40	87	2,8	195
0,60	24,0	1,60	107	3,0	210
0,70	30,0	1,80	121		

Средняя длина пробега альфа-частиц  $R_\alpha$  в воздухе при нормальных условиях, биоткани и алюминии в зависимости от их энергии  $E_\alpha$

$E_\alpha$ , МэВ	Воздух $R_\alpha$ , см	Биоткань $R_\alpha$ , мкм	Алюминий $R_\alpha$ , мкм	$E_\alpha$ , МэВ	Воздух $R_\alpha$ , см	Биоткань $R_\alpha$ , мкм	Алюминий $R_\alpha$ , мкм
4,0	2,37	26,2	16,5	7,5	6,23	69,9	40,1
4,5	2,82	31,2	19,2	8,0	7,00	78,0	43,4
5,0	3,29	36,7	22,2	8,5	8,10	81,0	48,4
5,5	3,82	42,6	25,4	9,0	8,66	94,4	52,2
6,0	4,37	48,8	28,8	9,5	9,30	103,0	57,0
6,5	4,96	55,5	32,4	10,0	10,20	112,0	61,6
7,0	5,68	62,4	36,2				

Средняя удельная естественная активность  $A_{уд}$  строительных материалов

Строительный материал	Страна	Кол-во проб	$A_{уд}$ Бк/кг		
			$^{40}_{19}\text{K}$	$^{226}_{88}\text{Ra}$	$^{232}_{90}\text{Th}$
Кирпич	ФРГ	23	330	280	230
Бетон, содержащий глинистые сланцы	Швеция	83	850	1500	70
Фосфогипс из фосфоритов	ФРГ	39	110	600	5
Фосфогипс	США			1500	7
Шлак силиката кальция	Канада			2150	
Шлак силиката кальция	США			1300-1500	
Шлак из доменной печи	СССР	29	240	70	20

## Приложение 12

Допустимое загрязнение поверхностей, част/(мин·см<sup>2</sup>) (для категории А\*)

Объект загрязнения	$\alpha$ -активные нуклиды		$\beta$ -активные нуклиды	
	отдельные	прочие		
Кожные покровы, полотенца, спецбельё, внутренняя поверхность лицевых частей средств индивидуальной защиты	1	1	100	
Основная спецодежда, внутренняя поверхность дополнительных средств индивидуальной защиты	5	20	800	
Наружные поверхности спецовки и дополнительных средств индивидуальной защиты, используемых в помещениях:	постоянного пребывания персонала	5	20	2000
	периодического пребывания персонала	50	200	8000
	Специальная одежда	5	20	800
Другие индивидуальные средства защиты:	внутренняя поверхность	5	20	800
	наружная поверхность	50	200	8000
Поверхности помещений периодического пребывания персонала и находящегося в них оборудования	50	200	8000	
Поверхности помещений постоянного пребывания персонала и находящегося в них оборудования	5	20	2000	

**Категория А\*** - персонал, лица, профессионально работающие с источниками ионизирующих излучений.

Дозовый фактор накопления для различных материалов  
(точечный изотропный источник в бесконечной среде)

Материал	E <sub>γ</sub> , МэВ	μd						
		1	2	4	7	10	15	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Вода	0,03	2,35	3,32	5,07	7,45	9,69	13,5	17,2
	0,05	4,42	9,25	22,6	51,3	90,9	185,0	323
	0,10	4,55	11,9	41,3	137,0	321,0	938,0	2170
	0,20	3,42	8,31	27,0	88,5	408,0	600,0	1350
	0,40	2,60	5,43	15,0	41,8	85,0	202,0	387,0
	0,50	2,44	4,88	12,8	32,7	62,9	138,0	252,0
	1,0	2,08	3,62	7,68	15,9	26,1	477,0	74,0
	2,0	1,83	2,81	4,98	8,65	12,7	20,1	28,0
	3,0	1,71	2,46	4,00	6,43	8,97	13,3	17,8
	4,0	1,63	2,24	3,46	5,30	7,16	10,3	13,4
	6,0	1,51	1,97	2,86	4,12	5,38	7,41	9,4
	8,0	1,43	1,80	2,49	3,48	4,44	5,99	7,49
10,0	1,37	1,68	2,25	3,07	3,86	5,14	6,38	
Алюминий	0,05	1,7	3,6	6,2	10,0	12,0	16	19,0
	0,10	2,9	5,8	13,0	25,0	57,0	130	290,0
	0,20	2,9	5,5	12,0	27,0	73,0	230	500,0
	0,40	2,5	4,5	9,9	22,0	48,0	120	220,0
	0,50	3,37	4,24	9,47	21,5	38,9	80,8	141,0
	1,0	2,02	3,31	6,57	13,1	21,2	37,9	58,5
	2,0	1,75	2,61	4,62	8,05	11,9	18,7	26,3
	3,0	1,64	2,32	3,78	6,14	8,65	13,0	17,7
	4,0	1,53	2,08	3,22	5,01	6,88	10,1	13,4
	6,0	1,42	1,85	2,70	4,06	5,49	7,79	10,4
8,0	1,34	1,68	2,37	3,45	4,58	6,56	8,52	
10,0	1,28	1,55	2,12	3,01	3,96	5,63	7,32	
Железо	0,1	1,5	2,2	3,1	4,1	4,6	5,4	5,9
	0,2	2,0	3,1	5,3	8,9	14,0	22,0	31,0
	0,4	2,1	3,3	6,0	12,0	23,0	49,0	84,0
	0,5	1,98	3,09	5,98	11,7	19,2	35,4	55,6
	1,0	1,87	2,89	5,39	10,2	16,2	28,3	42,7
	2,0	1,76	2,43	4,13	7,25	10,9	17,6	25,1
	3,0	1,55	2,15	3,51	5,85	8,51	13,5	19,1
	4,0	1,45	1,95	3,03	4,91	7,11	11,2	16,0
	6,0	1,34	1,72	2,58	4,14	6,02	9,89	14,7
	8,0	1,27	1,56	2,23	3,49	5,07	8,50	13,0
10,0	1,20	1,42	1,95	2,99	4,35	7,54	12,4	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Свинец	0,15	1,01	1,03	1,06	1,15	1,16	1,18	1,19
	0,30	1,11	1,17	1,25	1,34	1,41	1,50	1,56
	0,40	1,17	1,29	1,46	1,58	1,72	1,89	2,02
	0,50	1,24	1,42	1,69	2,00	2,27	2,65	2,73
	1,0	1,37	1,69	2,26	3,02	3,74	4,81	5,86
	2,0	1,39	1,76	2,51	3,66	4,84	6,87	9,00
	3,0	1,34	1,68	2,43	3,75	5,30	8,44	12,3
	4,0	1,27	1,56	2,25	3,61	5,44	9,80	16,3
	6,0	1,18	1,40	1,97	3,34	5,69	13,8	32,7
	8,0	1,14	1,30	1,74	2,89	5,07	14,1	44,6
10,0	1,11	1,23	1,58	2,52	4,34	12,5	39,2	
Бетон	0,05	1,74	2,26	2,95	3,79	4,51	5,57	6,51
	0,50	2,27	4,03	8,97	20,2	30,4	75,6	131,0
	1,0	1,98	3,24	6,42	12,7	20,7	37,2	57,1
	2,0	1,77	2,65	4,61	7,97	11,7	18,6	26,0
	3,0	1,67	2,38	3,84	6,20	8,71	13,1	17,7
	4,0	1,61	2,18	3,37	5,23	7,15	10,5	13,9
	6,0	1,49	1,93	2,80	4,14	5,52	7,86	10,2
	8,0	1,41	1,76	2,45	3,52	4,59	6,43	8,31
	10,0	1,35	1,64	2,22	3,10	4,01	5,57	7,19

Период полураспада  $T_{1/2}$ , период биологического выведения  $T_6$   
и эффективная энергия  $E_{эф}$  некоторых радионуклидов  
при воздействии их излучения на критический орган

Радио- нуклид	Критический орган и его масса	$T_{1/2}$ , сут	$T_6$ , сут	$E_{эф}$	
				МэВ/расп	$10^{-13}$ Дж/расп
$^{40}_{19}\text{K}$	Всё тело, 70 кг	$4,67 \cdot 10^{11}$	58	0,6	0,96
	Мышечная ткань, 28 кг		58	0,6	0,96
$^{60}_{27}\text{Co}$	Всё тело	$1,9 \cdot 10^3$	9,5	1,5	2,4
	Печень, 1,8 кг		9,5	0,72	1,15
$^{90}_{38}\text{Sr}$	Костная ткань, 7 кг	$1 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^4$	1,0	1,76
	Всё тело		$1,8 \cdot 10^4$	0,21	0,34
$^{90}_{39}\text{Y}$	Костная ткань	2,67	$1,8 \cdot 10^4$	4,4	7,04
	Всё тело		$1,8 \cdot 10^4$	0,89	1,42
$^{131}_{53}\text{I}$	Всё тело	8,04	138	0,41	0,66
	Щитовидная железа, 20 г		138	0,20	1,28
$^{137}_{55}\text{Cs}$	Всё тело, мышечная ткань: взрослый человек	$1,1 \cdot 10^4$	70	0,59	0,94
	подросток		45		
	новорождённый		10		
$^{198}_{79}\text{Au}$	Всё тело	2,7	120	0,58	0,93
$^{239}_{94}\text{Pu}$	Всё тело, печень, почки	$8,9 \cdot 10^6$	$6,5 \cdot 10^4$	53	84,8
	Костная ткань		$7,3 \cdot 10^4$	270	43,2
$^{239}_{94}\text{U}$	Всё тело, лёгкие, почки	$1,6 \cdot 10^{12}$	3300	43	68,8
	Кости		300	220	352

Линейный коэффициент ослабления  $\gamma$ -излучения  $\mu$  (см<sup>-1</sup>)

для некоторых материалов

Материал	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$E, \text{ МэВ}$		
		1	3	6
Карбид бора	2,6	0,150	0,0825	0,0675
Кирпич огнеупорный	2,05	0,129	0,0738	0,0543
Кирпич силикатный	1,78	0,113	0,0646	0,0473
Углерод	2,25	0,143	0,0801	0,0590
Глина	2,2	0,130	0,0801	0,0590
Цемент	2,07	0,133	0,0760	0,0559
Бетон баритовый	3,5	0,213	0,127	0,110
Бетон портланд	2,4	0,154	0,0878	0,0646
Стекло свинцовое	6,4	0,439	0,257	0,257
Парафин	0,89	0,646	0,0360	0,0246
Каучук	0,915	0,0662	0,0370	0,0254
Дуб	0,77	0,0521	0,0293	0,0203
Сосна	0,67	0,0452	0,0253	0,0175
Ткани человека*	1,0	0,0699	0,0393	0,0274
Гранит	2,45	0,155	0,0887	0,0654
Известняк	2,91	0,187	0,109	0,0824
Песчаник	2,40	0,152	0,0871	0,0641
Песок	2,2	0,140	0,0825	0,0578
Сталь (1% С)	7,83	0,460	0,276	0,234
Нержавеющая сталь	7,8	0,462	0,279	0,236

\*Состав ткани человека, %: 76,2 O, 11,1 C, 10,1 H, 2,6 N.

Толщина защиты из воды (см) ( $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ )  
 для различной кратности ослабления  $\gamma$ -излучения (широкий пучок)

Кратность ослаб- ления	Энергия $\gamma$ -излучения, МэВ											
	0,1	0,142	0,20	0,279	0,3	0,4	0,5	0,6	0,661	0,7	0,8	0,9
1,5	19	21	23	23	23	22	21	21	20,4	20	20	20
2	21	24	27	28	28	28	28	27	27	27	27	28
5	26	30	37	42	43	45	46	47	47	47	48	49
8	29	33	41	47	49	52	54	54	54	54	56	57
10	30	36	44	50	51	54	57	57	57	58	60	61
20	34	40	50	58	60	64	68	69	70	71	72	74
30	37	44	54	63	65	70	73	75	76	77	79	81
40	38	46	57	66	69	74	77	80	81	82	84	90
50	40	48	60	69	71	77	80	83	84	85	88	93
60	41	49	62	71	74	79	83	86	87	88	91	99
80	43	53	65	74	77	83	87	90	92	93	96	103
100	44	55	67	77	80	86	89	93	95	96	100	115
$2 \cdot 10^2$	48	58	73	84	87	94	99	103	105	107	111	129
$5 \cdot 10^2$	63	65	83	94	97	104	110	115	118	120	124	141
$10^3$	58	71	89	102	105	113	119	125	129	131	136	152
$2 \cdot 10^3$	63	76	95	108	112	120	128	134	138	140	146	165
$5 \cdot 10^3$	68	82	102	117	121	131	140	146	150	153	160	177
$10^4$	73	89	109	125	129	139	148	155	159	162	169	187
$2 \cdot 10^4$	78	94	114	131	135	147	157	165	169	172	180	201
$5 \cdot 10^4$	83	98	121	139	144	157	168	177	182	185	193	211
$10^5$	88	104	127	145	150	164	176	185	190	194	203	221
$2 \cdot 10^5$	92	108	133	152	157	172	184	194	199	203	213	236
$5 \cdot 10^5$	98	115	140	160	166	182	195	205	212	216	226	245
$10^6$	102	120	146	166	172	189	203	213	220	224	234	256
$2 \cdot 10^6$	108	128	153	173	179	195	211	221	228	235	245	270
$5 \cdot 10^6$	113	136	160	181	187	205	223	234	242	247	258	280
$10^7$	118	145	166	187	193	212	231	242	250	257	268	

Кратность ослабления	Энергия $\gamma$ -излучения, МэВ											
	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,2	2,75	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
1,5	20	19	19	19	20	20	20,7	21	22	23	25	25
2	28	28	29	29	30	31	33	34	35	39	41	41
5	60	52	54	56	59	61	65	67	71	83	89	93
8	58	62	65	68	72	74	79	81	89	105	113	120
10	62	66	70	74	78	80	85	88	97	115	124	131
20	76	82	87	91	96	99	107	111	125	144	159	170
30	83	89	94	100	105	109	118	122	139	162	178	190
40	93	99	106	112	118	122	133	138	156	184	204	217
50	96	102	109	116	123	127	139	144	162	191	213	226
60	102	110	116	123	130	134	147	153	171	204	225	240
80	105	114	120	128	134	139	153	159	180	211	235	251
100	118	127	135	143	152	157	172	179	204	242	268	285
$2 \cdot 10^2$	133	145	155	164	173	180	199	207	236	278	310	330
$5 \cdot 10^2$	145	157	168	178	188	195	216	225	257	305	343	366
$10^3$	156	170	182	193	204	212	235	245	280	330	372	398
$2 \cdot 10^3$	171	185	199	212	224	234	259	271	308	368	413	443
$5 \cdot 10^3$	183	198	213	227	241	251	278	290	330	393	444	477
$10^4$	194	211	227	243	258	270	298	311	354	420	475	511
$2 \cdot 10^4$	208	227	244	261	277	290	320	334	383	457	516	556
$5 \cdot 10^4$	220	240	259	276	294	306	339	353	404	484	547	590
$10^5$	231	252	272	290	308	322	356	372	426	511	578	622
$2 \cdot 10^5$	246	268	289	310	329	343	389	397	454	543	616	657
$5 \cdot 10^5$	254	279	302	324	345	360	396	417	478	571	649	701
$10^6$	266	293	315	339	360	376	412	435	498	597	659	733
$2 \cdot 10^6$	281	308	333	357	379	397	440	460	528	633	719	778
$5 \cdot 10^6$	292	318	345	370	393	411	458	480	549	659	748	813

Толщина защиты из бетона (см) ( $\rho = 2,3 \text{ г/см}^3$ )  
для различной кратности ослабления  $\gamma$ -излучения (широкий пучок)

Кратность ослабления	Энергия $\gamma$ -излучения, МэВ												
	0,1	0,142	0,2	0,279	0,3	0,4	0,5	0,6	0,661	0,7	0,8	0,9	
1,5	2,6	3,5	4,7	6,0	6,3	7,5	8,2	8,2	8,2	8,2	8,3	8,3	
2	4,7	5,9	7,6	9,4	9,9	11,3	12,3	12,4	12,4	12,5	12,6	12,7	
5	6,0	7,9	11,0	14,6	15,5	18,8	21,1	21,8	22,1	22,3	22,6	23,0	
8	7,0	9,5	12,9	16,8	17,8	22,0	24,6	25,6	26,1	26,4	27,2	27,9	
10	7,2	10,9	13,5	18,6	19,0	22,5	25,8	26,8	27,3	27,6	28,4	29,1	
20	8,2	11,2	15,3	20,1	21,4	25,8	29,9	31,9	32,9	33,6	35,0	36,2	
30	9,0	11,8	16,4	21,5	22,8	27,7	32,9	34,8	35,8	36,4	37,8	39,2	
40	9,5	0,3	17,6	22,8	24,2	29,6	34,0	36,2	37,2	37,9	39,6	41,3	
50	9,9	13,2	18,8	23,8	25,1	30,8	35,0	37,6	38,8	39,4	41,2	42,8	
60	10,2	14,8	19,3	24,8	26,1	31,7	36,4	38,5	39,7	40,5	42,5	44,1	
80	10,7	15,8	20,4	26,2	27,7	33,6	38,7	41,1	42,3	43,0	44,8	46,5	
100	11,2	15,9	21,1	28,3	28,9	35,2	39,9	43,0	44,4	45,3	47,2	48,8	
$2 \cdot 10^2$	12,7	17,1	23,5	30,5	32,4	39,2	44,6	47,9	49,5	50,5	52,6	54,6	
$5 \cdot 10^2$	13,8	18,3	26,0	33,0	36,0	43,9	50,5	54,5	56,2	57,3	59,8	62,5	
$10^3$	15,5	20,8	28,2	36,9	39,2	48,1	55,2	59,2	61,1	62,5	65,3	67,8	
$2 \cdot 10^3$	17,0	23,0	30,5	39,8	42,3	51,5	59,9	64,1	66,1	67,4	70,4	73,2	
$5 \cdot 10^3$	18,8	24,8	33,1	43,0	45,6	56,4	65,2	70,0	72,4	74,0	77,0	80,2	
$10^4$	20,1	25,7	35,2	45,7	48,5	60,3	69,3	74,5	77,4	79,1	82,9	86,2	
$2 \cdot 10^4$	21,3	28,4	38,2	49,1	51,6	63,4	73,5	78,7	81,2	83,1	87,3	91,1	
$5 \cdot 10^4$	23,3	31,3	42,3	53,4	56,4	68,6	79,0	84,7	86,6	88,7	93,4	97,9	
$10^5$	30,5	38,9	50,5	61,6	64,6	75,1	82,8	89,0	91,5	93,5	98,1	102,5	
$2 \cdot 10^5$	38,3	46,0	56,7	67,9	69,8	79,4	87,2	93,5	95,8	98,5	102,8	108,0	
$5 \cdot 10^5$	44,8	51,8	61,5	71,7	73,7	83,7	92,5	99,3	101,6	104,5	109,5	114,8	
$10^6$	49,3	56,5	66,4	77,0	79,8	89,8	97,0	103,7	107,0	109,2	114,1	119,5	
$2 \cdot 10^6$	57,6	64,1	73,1	82,1	84,5	93,3	101,0	108,2	111,2	113,6	119,7	125,0	
$5 \cdot 10^6$	69,4	67,9	79,7	88,3	91,6	100,6	106,6	114,1	117,8	120,2	126,0	131,5	
$10^7$	64,0	72,8	84,9	93,4	95,7	105,7	111,0	118,6	121,2	124,6	130,1	136,5	

Кратность ослабления	Энергия $\gamma$ -излучения, МэВ											
	1	1,25	1,5	1,75	2,0	2,2	2,75	3,0	4,0	6,0	8,0	9,0
1,5	8,5	8,6	9,7	8,7	8,8	8,9	9,2	9,4	10,0	11,7	11,7	11,7
2	12,9	13,3	13,6	13,8	14,1	14,3	15,0	15,3	16,4	18,8	18,8	18,8
5	23,6	24,6	25,8	27,0	28,8	29,4	31,8	32,9	35,2	38,7	39,3	39,9
8	28,8	30,5	32,2	33,8	35,2	36,4	38,8	39,9	43,4	48,1	48,7	49,3
10	29,9	31,9	34,0	35,9	37,6	39,0	42,0	43,4	47,5	51,6	52,8	54,0
20	37,0	39,9	42,5	44,8	47,0	48,6	52,3	54,0	58,7	64,6	65,7	69,3
30	40,5	43,7	46,5	49,3	51,6	53,5	57,9	59,9	65,7	71,6	72,8	78,1
40	42,8	46,3	48,5	52,8	55,2	57,3	61,9	64,0	69,8	77,5	79,2	84,5
50	44,6	48,5	51,0	55,2	58,1	60,1	64,8	66,9	72,8	81,6	83,9	89,8
60	45,8	50,1	52,5	67,5	60,5	62,7	67,6	69,8	74,0	85,1	88,0	93,9
80	48,1	52,4	56,4	59,9	63,4	65,7	71,4	74,0	81,0	90,4	93,9	100,4
100	50,5	54,5	58,3	62,2	65,7	68,6	74,7	77,5	84,5	95,1	98,0	105,1
$2 \cdot 10^2$	56,4	60,8	65,3	69,7	74,0	77,2	84,6	88,0	95,7	108,0	112,1	120,9
$5 \cdot 10^2$	64,6	69,8	74,8	79,8	84,5	88,5	97,0	101,0	110,4	124,4	129,7	139,7
$10^3$	70,4	76,1	81,7	87,6	92,7	97,0	106,0	110,9	120,9	137,9	143,2	155,0
$2 \cdot 10^3$	75,7	82,2	88,5	94,6	100,4	104,0	115,0	120,9	132,1	150,3	156,1	168,5
$5 \cdot 10^3$	82,8	91,0	97,4	104,2	110,9	115,5	127,0	132,7	146,8	166,7	173,8	186,7
$10^4$	89,2	97,2	104,5	111,5	118,6	123,7	137,0	143,2	156,7	179,0	187,8	201,3
$2 \cdot 10^4$	94,5	104,0	111,4	118,6	126,2	131,7	146,0	152,6	167,3	190,8	201,9	216,0
$5 \cdot 10^4$	102,1	112,5	120,4	128,4	136,2	142,0	159,0	164,9	181,4	206,6	218,4	233,6
$10^5$	106,8	119,0	126,6	135,7	144,4	150,7	166,0	173,8	191,4	218,4	231,3	247,5
$2 \cdot 10^5$	112,7	125,1	134,3	143,5	152,5	158,7	171,0	177,3	201,9	231,3	245,4	262,0
$5 \cdot 10^5$	119,7	133,8	142,5	152,6	162,5	169,5	187,0	196,0	214,8	247,1	261,8	281,2
$10^6$	124,4	140,2	149,8	160,6	171,0	178,6	193,0	205,4	225,4	260,6	274,7	294,8
$2 \cdot 10^6$	129,7	147,0	157,0	168,0	179,0	186,0	205,0	215,0	236,0	272,4	287,6	308,8
$5 \cdot 10^6$	137,0	154,7	165,8	177,5	189,0	197,0	218,0	227,0	250,1	287,6	305,0	327,5
$10^7$	142,0	160,0	173,0	184,7	197,0	205,0	225,0	236,5	259,4	299,4	317,5	340,5

Толщина защиты из железа (см) ( $\rho = 7,87 \text{ г/см}^3$ )  
для различной кратности ослабления  $\gamma$ -излучения (широкий пучок)

Кратность ослабле- ния	Энергия $\gamma$ -излучения, МэВ											
	0,1	0,142	0,2	0,279	0,3	0,4	0,5	0,6	0,661	0,7	0,8	0,9
1,5	0,5	0,7	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8	1,7	1,8	2,1	2,2	2,3
2	0,3	0,9	1,3	1,6	1,8	2,3	2,6	2,8	2,8	3,0	3,2	3,3
5	1,5	1,9	2,5	3,2	3,4	4,2	4,8	5,3	5,3	5,7	6,0	6,3
8	1,9	2,3	3,1	4,0	4,2	5,1	5,8	6,4	6,5	6,9	7,4	7,7
10	2,1	2,5	3,4	4,4	4,5	5,4	6,2	6,8	7,1	7,3	7,8	8,2
20	2,6	3,1	4,3	5,4	5,5	6,6	7,5	8,3	8,6	8,9	9,5	10,0
30	2,8	3,3	4,7	5,8	6,0	7,2	8,2	9,0	9,6	9,8	10,5	11,0
40	3,0	3,5	5,0	6,2	6,4	7,6	8,7	9,6	10,2	10,4	11,1	11,8
50	3,1	3,9	5,1	6,7	6,6	7,9	9,0	10,0	10,7	10,9	11,6	12,3
60	3,3	4,1	5,3	7,1	6,9	8,2	9,3	10,2	11,1	11,2	12,0	12,7
80	3,6	4,3	5,7	7,3	7,2	8,6	9,8	10,8	11,7	11,8	12,6	13,3
100	3,8	4,5	5,9	7,7	7,5	9,0	10,2	11,2	12,2	12,2	13,1	14,0
$2 \cdot 10^2$	4,1	5,4	6,5	7,7	8,4	10,1	11,6	12,7	13,6	13,8	14,7	15,6
$5 \cdot 10^2$	4,6	5,8	7,4	9,6	9,6	11,6	13,4	14,7	15,6	15,8	16,9	17,7
$10^3$	5,0	6,1	8,0	10,0	10,5	12,7	14,7	16,2	18,0	17,5	18,6	19,5
$2 \cdot 10^3$	5,3	6,6	8,6	10,7	11,4	13,8	16,0	17,7	18,5	19,0	20,2	21,2
$5 \cdot 10^3$	6,7	7,5	10,2	11,9	13,0	15,5	17,6	19,2	20,0	20,7	22,1	23,3
$10^4$	7,4	8,8	11,1	13,0	14,0	16,6	18,8	20,7	21,6	22,2	23,6	24,9
$2 \cdot 10^4$	7,8	10,0	11,7	15,0	15,0	17,7	20,0	22,0	22,8	23,6	25,2	26,5
$5 \cdot 10^4$	8,3	10,8	12,6	16,0	16,0	19,0	21,6	23,6	24,6	25,5	27,1	28,5
$10^5$	8,5	12,0	13,1	17,7	16,9	20,0	22,7	25,0	26,0	26,9	28,6	30,3
$2 \cdot 10^5$	8,9	13,0	13,6	18,6	17,5	20,8	23,9	26,3	27,0	28,4	30,1	31,8
$5 \cdot 10^5$	9,3	14,0	14,3	19,7	18,5	22,1	25,5	27,9	29,0	30,1	32,0	33,8
$10^6$	9,9	14,6	15,4	20,6	19,9	23,6	26,7	29,2	30,0	31,5	33,5	35,4
$2 \cdot 10^6$	10,1	15,8	15,8	21,4	20,5	24,5	27,8	30,5	31,8	32,9	35,0	36,9
$5 \cdot 10^6$	10,9	16,8	16,8	22,4	21,8	25,9	29,4	32,4	33,7	34,8	37,0	39,0
$10^7$	11,6	17,1	17,7	23,5	22,8	27,0	30,5	33,5	34,8	36,1	38,4	40,5

Кратность ослабления	Энергия $\gamma$ -излучения, МэВ											
	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,2	2,75	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
1,5	2,3	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,9	2,5	2,4	2,4	2,0
2	3,4	3,6	3,8	3,9	4,0	4,0	4,3	4,4	4,2	4,1	4,0	3,4
5	6,5	6,9	7,3	7,7	8,1	8,4	8,7	9,0	9,1	9,1	8,9	8,0
8	8,0	8,7	9,2	9,7	10,1	10,4	10,9	11,2	11,4	11,6	11,4	10,4
10	8,5	9,3	10,0	10,5	11,0	11,3	11,9	12,2	12,5	12,7	12,6	12,0
20	10,5	11,5	12,2	13,0	13,7	14,1	14,9	15,3	16,0	16,4	16,1	15,0
30	11,6	12,7	13,7	14,4	15,1	15,6	16,6	17,0	17,8	18,6	18,2	17,0
40	12,4	13,6	14,7	15,5	16,3	16,8	17,6	18,3	19,1	20,1	19,7	19,0
50	13,0	14,4	15,5	16,5	17,1	17,6	18,6	19,3	20,2	21,2	20,8	20,0
60	13,4	14,8	16,0	16,9	17,7	18,3	19,4	20,0	21,0	22,0	21,7	21,0
80	14,1	15,5	16,8	17,9	18,8	19,4	20,6	21,3	22,3	23,4	23,2	22,0
100	14,7	16,3	17,6	18,8	19,7	20,4	21,5	22,3	23,4	24,6	24,4	23,1
$2 \cdot 10^2$	16,4	18,2	19,7	21,0	22,2	23,0	24,3	25,2	26,6	27,8	27,8	27,0
$5 \cdot 10^2$	18,6	20,5	22,4	24,0	25,5	26,6	27,9	29,1	30,7	32,3	32,3	31,2
$10^3$	20,4	22,5	24,6	26,4	28,0	29,1	30,7	31,9	33,7	35,6	35,6	35,0
$2 \cdot 10^3$	22,1	24,4	26,5	28,4	30,3	31,6	33,5	34,7	36,7	39,0	39,0	38,0
$5 \cdot 10^3$	24,4	27,5	29,4	31,5	33,4	34,7	36,9	38,2	40,3	43,2	43,2	42,2
$10^4$	26,2	28,9	31,4	33,7	35,8	37,2	39,6	41,0	43,2	46,5	46,6	46,0
$2 \cdot 10^4$	27,8	30,9	33,6	36,0	38,1	39,5	42,0	43,8	46,0	49,6	50,0	49,8
$5 \cdot 10^4$	30,0	33,3	36,3	39,9	41,2	42,7	45,7	47,2	49,9	53,9	54,3	54,2
$10^5$	31,8	35,1	38,2	40,9	43,5	45,1	48,6	50,0	53,0	57,2	57,8	57,7
$2 \cdot 10^5$	33,3	36,8	40,0	42,9	45,6	47,4	51,0	52,7	56,0	60,2	61,0	61,0
$5 \cdot 10^5$	35,5	39,2	42,6	45,9	48,8	50,4	54,5	56,1	60,0	64,4	65,3	65,1
$10^6$	37,1	41,0	44,6	47,8	51,0	53,0	56,8	58,8	63,0	67,5	68,5	68,3
$2 \cdot 10^6$	38,7	42,8	46,5	50,0	53,3	55,5	59,0	61,5	66,0	70,6	71,7	71,6
$5 \cdot 10^6$	40,8	45,1	49,1	52,9	56,3	58,6	62,6	65,1	70,0	75,0	76,2	76,1
$10^7$	42,4	46,9	51,1	55,0	58,6	61,2	65,1	67,8	72,8	78,0	79,4	79,3

Толщина защиты из свинца (см) ( $\rho = 11,3 \text{ г/см}^3$ )  
для различной кратности ослабления  $\gamma$ -излучения (широкий пучок)

Кратность ослабления	Энергия $\gamma$ -излучения, МэВ											
	0,1	0,142	0,2	0,279	0,3	0,4	0,5	0,6	0,661	0,7	0,8	0,9
1,5	0,05	0,07	0,1	0,14	0,15	0,2	0,2	0,3	0,36	0,4	0,6	0,7
2	0,1	0,14	0,2	0,28	0,3	0,4	0,5	0,7	0,76	0,8	1,0	1,15
5	0,2	0,30	0,4	0,56	0,6	0,9	1,1	1,5	1,74	1,9	2,2	2,5
8	0,2	0,3	0,5	0,64	0,8	1,1	1,5	1,95	2,2	2,35	2,8	3,2
10	0,3	0,4	0,55	0,8	0,9	1,3	1,6	2,1	2,4	2,6	3,05	3,5
20	0,3	0,4	0,6	1,0	1,1	1,5	2,0	2,6	3,0	3,25	3,85	4,4
30	0,35	0,5	0,7	1,0	1,15	1,7	2,3	3,0	3,4	3,65	4,3	4,95
40	0,4	0,6	0,8	1,20	1,3	1,8	2,4	3,1	3,5	3,8	4,5	5,2
50	0,4	0,6	0,85	1,28	1,4	1,95	2,6	3,25	3,7	3,95	4,6	5,3
60	0,45	0,6	0,9	1,3	1,45	2,05	2,7	3,45	3,9	4,2	4,95	5,6
80	0,45	0,7	1,0	1,4	1,55	2,15	2,8	3,7	4,2	4,5	5,3	6,0
100	0,5	0,7	1,0	1,5	1,6	2,3	3,0	3,85	4,4	4,9	5,5	6,3
$2 \cdot 10^2$	0,6	0,8	1,25	1,8	1,9	2,6	3,4	4,4	4,9	5,3	6,3	7,2
$5 \cdot 10^2$	0,65	1,0	1,4	2,0	2,2	3,1	4,0	5,1	5,7	6,1	7,2	8,2
$10^3$	0,7	1,0	1,5	2,2	2,4	3,3	4,4	5,7	6,5	6,95	8,1	9,2
$2 \cdot 10^3$	0,85	1,2	1,7	2,5	2,7	3,8	5,0	6,3	7,1	7,6	8,8	10,0
$5 \cdot 10^3$	0,9	1,3	1,9	2,8	3,0	4,2	5,5	7,0	7,9	8,5	9,9	11,2
$10^4$	1,05	1,5	2,1	3,0	3,3	4,55	5,9	7,5	8,5	9,1	10,6	12,0
$2 \cdot 10^4$	1,1	1,6	2,2	3,2	3,5	4,85	6,3	8,0	9,0	9,7	11,3	12,8
$2 \cdot 10^4$	1,15	1,65	2,35	3,4	3,7	5,2	6,9	8,7	9,8	10,5	12,3	14,0
$10^5$	1,15	1,7	2,4	3,5	3,8	5,4	7,2	9,2	10,4	ПД	13,0	14,8
$2 \cdot 10^5$	1,3	1,85	2,6	3,8	4,1	5,7	7,6	9,6	10,8	11,6	13,6	15,5
$5 \cdot 10^5$	1,4	2,0	2,8	4,1	4,4	6,1	8,2	10,2	11,5	12,3	14,4	16,5
$10^6$	1,45	2,1	3,0	4,3	4,7	6,5	8,7	10,9	12,2	13,1	15,3	17,5
$2 \cdot 10^6$	1,55	2,2	3,2	4,6	5,0	7,0	9,1	11,5	13,0	14,0	16,3	18,5
$5 \cdot 10^6$	1,65	2,3	3,3	4,9	5,3	7,3	9,6	12,1	13,7	14,7	17,2	19,5
$10^7$	1,7	2,4	3,4	4,5	5,4	7,6	10,1	12,6	14,2	15,2	17,8	20,3

## Окончание приложения 19

Кратность ослабления	Энергия $\gamma$ -излучения, МэВ											
	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,2	2,75	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0
1,5	0,8	0,95	1,1	1,2	1,2	1,2	1,27	1,3	1,2	1,0	0,9	0,9
2	1,3	1,5	1,7	1,85	2,0	2,0	2,07	2,1	2,0	1,6	1,5	1,35
6	2,8	3,4	3,8	4,1	4,3	4,4	4,54	4,6	4,5	3,8	3,3	3,0
8	3,8	4,5	5,1	5,6	5,9	6,1	6,4	6,5	6,4	4,5	4,9	4,2
10	3,8	4,5	5,1	5,6	5,9	6,1	6,4	6,5	6,4	5,5	4,9	4,2
20	4,9	5,8	6,6	7,2	7,6	7,8	8,2	8,3	8,2	7,1	6,3	5,6
30	5,5	6,5	7,3	8,0	8,5	8,8	9,1	9,8	9,2	8,0	7,2	6,3
40	5,8	6,85	7,8	8,6	9,1	9,4	9,8	10,0	9,9	8,7	7,8	6,8
50	6,0	7,2	8,2	9,0	9,6	10,0	10,4	10,6	10,5	9,2	8,3	7,3
60	6,3	7,5	8,6	9,5	10,1	10,4	10,8	11,0	10,9	9,7	8,7	7,7
80	6,7	8,0	9,2	10,1	10,7	11,1	11,5	11,7	11,6	10,4	9,4	8,2
100	7,0	8,45	9,65	10,6	11,3	11,7	12,0	12,2	12,1	10,9	9,9	8,7
$2 \cdot 10^2$	8,0	9,65	11,1	12,2	12,9	13,4	13,8	14,0	13,8	12,6	11,4	10,2
$5 \cdot 10^2$	9,2	11,3	12,9	14,2	15,0	15,4	15,9	16,3	16,1	14,9	13,3	11,9
$10^3$	10,2	12,3	14,1	15,5	16,5	17,0	17,7	18,0	17,8	16,5	15,1	13,3
$2 \cdot 10^3$	11,1	13,5	15,4	16,8	17,9	18,5	19,3	19,7	19,5	18,1	16,6	14,8
$5 \cdot 10^3$	12,4	14,9	17,0	18,6	19,8	20,5	21,5	21,9	21,7	20,3	18,5	16,6
$10^4$	13,3	16,1	18,3	20,1	21,3	22,1	23,1	23,5	23,4	22,0	20,1	18,0
$2 \cdot 10^4$	14,2	17,2	19,5	21,4	22,7	23,5	24,6	25,1	25,0	23,6	21,7	19,5
$5 \cdot 10^4$	15,6	18,8	21,4	23,3	24,7	25,5	26,7	27,3	27,2	25,8	23,7	21,5
$10^5$	16,5	20,1	22,7	24,7	26,2	27,0	28,3	28,9	28,9	27,5	25,3	22,9
$2 \cdot 10^5$	17,4	21,3	24,1	26,1	27,6	28,5	30,5	29,9	30,5	29,2	26,9	24,3
$5 \cdot 10^5$	18,5	22,3	25,4	27,8	29,5	30,4	33,7	32,0	32,7	31,4	28,9	26,3
$10^6$	19,5	23,5	26,8	29,2	31,0	32,0	32,0	33,6	34,4	33,0	30,4	27,7
$2 \cdot 10^6$	20,4	24,4	27,8	30,5	32,4	33,5	33,5	35,3	36,1	34,6	32,0	29,2
$5 \cdot 10^6$	21,6	26,2	29,7	32,3	34,4	35,5	35,5	37,2	38,3	36,8	34,0	31,1
$10^7$	22,5	27,5	31,2	33,9	35,8	37,0	37,0	38,9	39,9	38,4	35,5	32,5

## Приложение 20

Плотность  $\rho$  некоторых веществ

Вещество	$\rho, 10^3, \text{кг/м}^3$	Вещество	$\rho, 10^3, \text{кг/м}^3$
Алюминий	2,70	Свинец	11,35
Железо	7,88	Цинк	7,15
Золото	19,31	Бетон	2,3
Кобальт	8,80	Воздух (н.у.)	$1,29 \cdot 10^{-3}$
Медь	8,93	Стекло	2,6

## Приложение 21

## Плотности соединений калия

Вещество	KCl	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	KMnO <sub>4</sub>	KOH
Плотность $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1,98	2,66	2,109	2,127	2,564	2,703	2,044

## Приложение 22

## Органы накопления различных радионуклидов

Наименование радионуклида	Вид излучения	Орган накопления
Йод-131	Бета, гамма	Щитовидная железа, легкие, ЖКТ
Церий-144	Бета, гамма	Кость, легкие, печень
Стронций-90	Бета, гамма	Кость, легкие, ЖКТ
Цезий-137	Бета, гамма	Все тело, печень, селезенка, мышцы
Плутоний-239	Альфа, гамма	Легкие, костная ткань, ЖКТ
Америций-241	Альфа, гамма	Почки, кость, легкие, ЖКТ
Кюрий-245	Альфа, гамма	Кость, легкие
Уран-235	Альфа, гамма	Почки, кость, легкие
Торий-232	Альфа, гамма	Кость, почки, легкие, ЖКТ

## Приложение 23

Эффективные периоды полувыделения  
из различных органов для некоторых радионуклидов

Радионуклид	Орган накопления	$T_{ЭФ}$ , сут	$T_{1/2}$ , сут	$T_0$ , сут
Тритий	Все тело	12	$4,5 \cdot 10^3$	12
Натрий-24	Все тело	11	0,63	0,6
Йод-131	Щитовидная железа	138	8	7,6
Цезий-137	Мышцы	140	$1,1 \cdot 10^4$	140
Церий-144	Все тело	563	290	191
Полоний-210	Селезенка	60	138,4	42

## Приложение 24

## Греческий алфавит

Α, α	альфа	Ι, ι	йота	Ρ, ρ	ρ, о
Β, β	бета	Κ, κ	каппа	Σ, σ	сигма
Γ, γ	гамма	Λ, λ	лямбда	Τ, τ	тау
Δ, δ	дельта	Μ, μ	мю	Υ, υ	ипсилон
Ε, ε	эпсилон	Ν, ν	ню	Φ, φ	фи
Ζ, ζ	дзета	Ξ, ξ	кси	Χ, χ	хи
Η, η	эта	Ο, ο	омикрон	Ψ, ψ	пси
Θ, θ	тэта	Π, π	пи	Ω, ω	омега

## Приложение 25

Множители и приставки для образования десятичных кратных  
и дольных единиц и их наименований

Множитель	Приставка	Обозначение приставки	Множитель	Приставка	Обозначение приставки
$10^{18}$	экса	Э	$10^{-1}$	деци	д
$10^{15}$	пета	П	$10^{-2}$	санتي	с
$10^{12}$	тера	Т	$10^{-3}$	милли	м
$10^9$	гига	Г	$10^{-6}$	микро	мк
$10^6$	мега	М	$10^{-9}$	нано	н
$10^3$	кило	к	$10^{-12}$	пико	п
$10^2$	гекто	г	$10^{-15}$	фемто	ф
$10^1$	дека	да	$10^{-18}$	атто	а

Периодическая система элементов Д. И. Менделеева																																																																																						
A I B		A II B		A III B		A IV B		A V B		A VI B		A VII B		A VIII B		A IX B																																																																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																					
1 H водород	2 He гелий	3 Li литий	4 Be бериллий	5 B бор	6 C углерод	7 N азот	8 O кислород	9 F фтор	10 Ne неон	11 Na натрий	12 Mg магний	13 Al алюминий	14 Si кремний	15 P фосфор	16 S сера	17 Cl хлор	18 Ar аргон	19 K калий	20 Ca кальций	21 Sc скандий	22 Ti титан	23 V ванадий	24 Cr хром	25 Mn марганец	26 Fe железо	27 Co кобальт	28 Ni никель	29 Cu медь	30 Zn цинк	31 Ga галлий	32 Ge германий	33 As мышьяк	34 Se селен	35 Br бром	36 Kr криптон	37 Rb рубидий	38 Sr стронций	39 Y иттрий	40 Zr цирконий	41 Nb ниобий	42 Mo молибден	43 Tc технеций	44 Ru рутений	45 Rh родий	46 Pd палладий	47 Ag серебро	48 Cd кадмий	49 In индий	50 Sn олово	51 Sb сурьма	52 Te теллур	53 I йод	54 Xe ксенон	55 Ba барий	56 La лантан	57 Ce цезий	58 Pr примидий	59 Nd неодимий	60 Pm прометий	61 Sm самарий	62 Eu европий	63 Gd гадолиний	64 Tb тербий	65 Dy диспрозий	66 Ho гольмий	67 Er эрбий	68 Tm тморий	69 Yb ytterbium	70 Lu лютеций	71 Fr франций	72 Ra радий	73 Ac актиний	74 Th торий	75 Pa пасторий	76 U уран	77 Np нептуний	78 Pu путорий	79 Am амерсий	80 Cm куманий	81 Bk берклиевий	82 Cf калфорний	83 Es езерий	84 Fm фермий	85 Md мendelevium	86 No нобелий	87 Lr лоуренсий

\* ЛАНТАНОИДЫ

\*\* АКТИНОИДЫ

5-ЭЛЕМЕНТЫ Р-ЭЛЕМЕНТЫ Д-ЭЛЕМЕНТЫ Э-ЭЛЕМЕНТЫ  
Значения относительных атомных масс и символы приведены по состоянию на январь 2005 года.

## ЛИТЕРАТУРА

## Основная

1. Республика Беларусь. Законы. О радиационной безопасности населения : закон Республики Беларусь № 122-3 от 05.01.1998 г // Ведомости Национального собрания РБ. – 1998. – № 5.
2. Республика Беларусь. Законы. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера : закон Республики Беларусь № 141-3 от 05.05.1998 г // Ведомости Национального собрания РБ. – 1998. – № 19.
3. Защита населения и объектов хозяйствования в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : методическая разработка к выполнению контрольной работы для студентов технологических специальностей дневной формы обучения / УО «ВГТУ» ; сост. В. В. Ушаков [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 65 с.
4. Ковчур, С. Г. Радиационная безопасность : учебное пособие / С. Г. Ковчур, О. А. Щигельский, В. Н. Потоцкий ; УО «ВГТУ». – 2-е изд., перераб. и доп. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 175 с.
5. Ковчур, С. Г. Радиационная безопасность : учебное пособие / С. Г. Ковчур, О. А. Щигельский, В. Н. Потоцкий ; УО «ВГТУ». – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 152 с.
6. Дорожко, С. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 1. Чрезвычайные ситуации и их предупреждение / С. В. Дорожко, В. Т. Пустовит, Г.И. Морзак. – Минск , 2002. – 222 с.
7. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 2. Система выживания и защита территорий в чрезвычайных ситуациях / С. В. Дорожко [и др.]. – Минск , 2002. – 261 с.
8. Дорожко, С. В. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность : учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 3. Радиационная безопасность / С. В. Дорожко, В. П. Бубнов, В. Т. Пустовит. – Минск , 2003. – 208 с.
9. Защита населения и объектов народного хозяйства в чрезвычайных ситуациях : учебник для вузов / под ред. М. И. Постника. – Минск : Вышэйшая школа, 1997. – 398 с.
10. Козлов, В. Ф. Справочник по радиационной безопасности / В. Ф. Козлов. – Минск : Энергоатомиздат, 1991. – 352 с.
11. Максимов, М. Т. Радиоактивные загрязнения и их измерение : учебное пособие / М. Т. Максимов, Г. О. Оджагов. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 304 с.

## Дополнительная

1. Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций : учебно-метод. комплекс для студ. технических, финансово-экономических и юридических спец. / сост. и общ. ред. Э. П. Калвана. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новополоцк : ПГУ, 2006. – 360 с.
2. Методическая разработка к выполнению расчетно-графической работы по курсу «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность» раздел «Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях» для студентов экономических специальностей дневной формы обучения / сост. С. Г. Ковчур, В. Н. Потоцкий, А. А. Трутнёв ; УО «ВГТУ». – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 50 с.
3. Основы радиационной безопасности : лабораторный практикум для студентов специальностей Г.11.11, Г.11.13, Г.11.14 / сост. В. В. Ушаков, Ю. А. Нетсев, А. А. Трутнёв ; УО «ВГТУ». – Витебск : УО «ВГТУ», 2003. – 63 с.
4. Методическая разработка к выполнению контрольной работы по курсу «Защита населения и ОХ в ЧС. Радиационная безопасность» для студентов всех специальностей дневной и заочной форм обучения / сост. С. Г. Ковчур [и др.]. – Витебск : УО «ВГТУ», 2002. – 8 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
<b>РАЗДЕЛ 1 ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ</b> .....	4
ГЛАВА 1 ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ.....	4
1.1. Термины и определения.....	4
1.2. Классификация чрезвычайных ситуаций.....	5
ГЛАВА 2 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ, ХАРАКТЕРНЫХ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	7
2.1. Техногенные чрезвычайные ситуации.....	10
2.2. Природные чрезвычайные ситуации.....	11
2.3. Экологические чрезвычайные ситуации.....	13
2.4. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации.....	16
ГЛАВА 3 ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	17
ГЛАВА 4 СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	20
4.1. Средства индивидуальной защиты органов дыхания.....	20
4.2. Коллективные средства защиты.....	25
4.3. Эвакуация населения.....	27
4.4. Медицинские средства защиты.....	29
ГЛАВА 5 УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.....	31
5.1. Основы устойчивости работы объектов.....	31
5.2. Устойчивость экономики в чрезвычайных ситуациях и экологическая безопасность.....	33
5.3. Факторы, влияющие на устойчивость работы промышленных объектов в чрезвычайных ситуациях.....	35
ГЛАВА 6 ЛИКВИДАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	38
6.1. Основы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.....	38
6.2. Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очаге химического поражения.....	40
6.3. Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очаге биологического поражения.....	41
6.4. Проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ в очаге комбинированного поражения.....	42
<b>РАЗДЕЛ 2 РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ</b> .....	43
ГЛАВА 7 ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	43
ГЛАВА 8 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	46
ГЛАВА 9 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	57
ГЛАВА 10 ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ.....	59
ГЛАВА 11 ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	75
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	107
ЛИТЕРАТУРА.....	129

Учебное издание

**Ковчур** Сергей Григорьевич  
**Потоцкий** Василий Николаевич  
**Трутнёв** Андрей Анатольевич

## **ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Пособие по курсу «Защита населения и хозяйственных объектов  
в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность»**

Редактор И.А. Тимонов  
Технический редактор А.А. Трутнёв  
Корректор И.П. Лабусова  
Компьютерная вёрстка А.А. Трутнёв

---

Подписано к печати 18.01.2008. Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная №1. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. листов 8,8. Уч./издат. листов 8,2. Дополнит. тираж 500 экз. Зак. № 26.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, Витебск, Московский пр-т, 72.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Лицензия № 02330/0133005 от 1 апреля 2004 г.