

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинская государственная медицинская академия»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра травматологии и ортопедии

Дзацеева Д.В., Сабаев С.С., Калоев С.З.

Медико-тактическая характеристика очагов поражения при авариях на атомных энергетических установках.

**Методические рекомендации для студентов лечебного, педиатрического, фармацевтического, стоматологического, медико-профилактического факультетов по медицине катастроф**

**Владикавказ 2020г.**

Методические рекомендации разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО, предназначено для студентов старших курсов медицинских ВУЗов и факультетов, обучающихся по специальностям «фармация», «лечебное дело», «педиатрия», «медико-профилактическое дело», «стоматология» к работе по оказанию медицинской помощи пораженному населению в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

*Утверждено и рекомендовано к печати Центральным координационным учебно - методическим советом ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России (протокол № 6 от 6 июля 2020 г)*

**Цель:** освоение дисциплины “медицины катастроф” является формирование безопасности, готовности и способности выпускника по специальностям “фармация”, «лечебное дело», «педиатрия», «медико-профилактическое дело», «стоматология» к работе по оказанию медицинской помощи пораженному населению в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.

## «Медико-тактическая характеристика очагов поражения при авариях на атомных энергетических установках».

6 июля 1905г выступая в Стокгольме, Пьер Кюри указал, что радий в преступных руках может быть опасным и надеялся, что человечество извлечет из новых открытий больше пользы, чем зла. К сожалению, сбылись оба предсказания.

Используя энергетические возможности атомного ядра созданы АЭС. В настоящее время более чем в 20 стран действует более 400 АЭС, и строятся еще, кроме того, действует большое количество отдельных ядерных реакторов. В ядерно-энергетические реакторы загружается сотни тон окиси урана. Поэтому при выработке атомной энергии в ядерных реакторах накапливается огромное количество радиоактивных веществ, образующихся при распаде ядер атомов ядерного топлива. Они и являются в первую очередь потенциальным источником радиоактивной опасности. Начнем с того, что утечка радиоактивного материала даже в одиночных установках сильно варьируют.

При аварийных ситуациях количество радиоактивных веществ выброшенных в атмосферу может колебаться в больших диапазонах и зависит от мощности реактора, причин аварии (потеря радиоактивного теплоносителя первого контура охлаждения реактора, полная разгерметизация топлива, плавление активной зоны реактора, частичное испарение продуктов ядерного деления с разрушением или без разрушения реактора). Зависит также (количество выброшенного РВ) от характера разрушений, режимов перегрузок топлива. Разнообразным будет и радионуклеидный состав выброса.

К 1997г в мире зарегистрировано 284 серьезных аварий на АЭС, сопровождающихся выбросом радиоактивных веществ. Наиболее крупным из них в северной Англии в 1957 году, в США – 1979году и в СССР на Чернобыльской АЭС – 1986 году.

С учетом этого разберем медико-тактическую характеристику очагов поражения при авариях на атомных энергетических установках.

### 1. Особенности аварии на радиационно-опасных объектах.

Выброс РВ за пределы ядерных энергетических реакторов сверхустановленных норм, при котором может создаваться повышенная радиоактивная опасность, представляющая собой угрозу для жизни и здоровья людей, называется радиоактивной аварией.

Согласно границам распространения выброса РВ и радиоактивным последствиям аварии делятся на 3 типа:

1. Локальная авария – это авария, радиационные последствия которой ограничиваются одним зданием или сооружением выше уровней, предусмотренных для нормальной эксплуатации.

2. Местная авария – это авария, радиационные последствия которой ограничиваются зданиями и территорией АЭС и при которой возможно облучение персонала и загрязнение зданий и сооружений, находящихся на территории станции выше уровней предусмотренных для нормальной эксплуатации.

3. Общая авария – радиационные последствия распространяются за границу территории АЭС и приводят к облучению населения и загрязнению окружающей среды выше установленных норм.

*В результате аварий из поврежденного реактора в окружающую среду выбрасывается СВ в виде раскаленных газов и аэрозолей.*

*При аварии на Чернобыльской АЭС выброс составил 3,5 % от общего количества продуктов деления, находящихся в 4-ом блоке реактора. По энергоемкости выброс был равен ядерному взрыву в 1 кЛТ.*

*Состав радионуклидов радиоактивного облака включает десятки различных изотопов, и в отличие от ядерного взрыва, основная масса их длительно живущие (от нескольких дней до нескольких миллионов лет).*

*В составе радиоактивного облака входят такие изотопы как йод – 131, цезий – 137, стронций – 90, цирконий -95, рутений – 100, барий – 140, ксенон – 33, теллур – 132 и др.*

*Мощность дозы излучения на зараженной местности обусловлена наличием радиоактивных изотопов цезий - 137 и цезий – 134. Эти изотопы обуславливали неравномерное заражение территории (цезиевые пятна). Отмечалось и весьма пестрая картина по плотности загрязнения радиоактивными веществами территории и в соседних регионах. В самом Чернобыле уровень радиации составлял 24 мр/час (на 30.04.86г.) в Киеве 1,4 мр/час, в Минске, Брянске, Кишиневе 0,06 мр/час.*

*При загрязнении местности с уровнем радиации 5 мр/час, население получило бы в первый год 10 р, что равно 2 годовым нормам профессионального облучения для специалистов (рентгенология, радиология и т.д.). из Чернобыля население было эвакуировано.*

*Процессы выброса были зарегистрированы в ряде сопредельных государств, однако они не вызвали существенного повышения естественного радиационного фона.*

*Доза природного (фонового) излучения полученного человеком за год составляет примерно 0,14 – 0,7 бэр (рад), а в отдельных местах и выше. Пороговый эффект возникновения различных заболеваний (лучевая болезнь, лучевые очаги, катаракты, злокачественные опухоли и др. заболевания) возможны при облучении в течение всей жизни в дозах превышающих 10 бэр (рад) в год. Возникновение лучевых опухолей у человека доказано при дозах за всю жизнь выше 35 бэр (рад). В норме от всех источников ионизирующего излучения человек за жизнь получает 14 бэр (рад). В системе С единицей эквивалентной дозы служит зиверт (Зв), а внесистемной единицей является бэр (биологический эквивалент рада) 1 Зв = 100 бэр.*

*Характерной особенностью для следа радиоактивного облака при авариях на АЭС является пятнистость загрязнения, цезиевый фон нередко наслаивается на фон стронция 90.*

*На местности загрязненной до 15 ки/км<sup>2</sup> по цезию 137 допускается проживание населения, а в 15 ки/км<sup>2</sup> и более устанавливается зона жесткого контроля (дети, беременные и кормящие женщины отселяются), а при 0 ки/км<sup>2</sup> производится эвакуация всего населения.*

*Степень загрязнения местности при авариях на АЭС изменяется в зависимости от расстояния до места аварии и ширины следа.*

*При авариях на АЭС образуется 5 зон радиоактивного загрязнения местности.*

*Зона:*

*М – радиационная опасность;*

*А – умеренного заражения;*

*Б – сильного заражения;*

*В – опасного заражения;*

*Г – чрезвычайно опасного загрязнения.*

*Таблица (слайд № 1)*

Наименозоны	Индекс зоны	Доза излучения за первый год после аварии	Мощность дозы излучения через 1 год после аварии			
На внешней границе	На внутренней границе	В середине зоны	На внешней границе	На внутренней границе		
Радиационной опасности	М	5 Рад	50 Рад	16 Рад	14 мрад/час	140 мрад/час
умеренного заражения	А	50 Рад	500 Рад	160 Рад	140 мрад/час	1400 мрад/час
сильного заражения	Б	500 Рад	1500 Рад	866 Рад	1,4 мрад/час	4,2 мрад/час
опасного заражения	В	1500 Рад	5000 Рад	2740 Рад	4,2 мрад/час	14 мрад/час
чрезвычайно опасного загрязнения	Г	5000 Рад	-	9000 Рад	14 мрад/час	-

*Размер прогнозируемых зон загрязнения зависит от количества выброса РВ из ЯЭР, типа, реактора высоты выброса РВ (в отличие от ядерного взрыва облака стелются по земле) и скорости ветра.*

*При радиационной аварии риск поступления радионуклидов в организм выше, чем при ядерном взрыве, что обусловлено пребыванием некоторой их части в газообразном состоянии и способностью преодолевать противогазы и респираторы.*

*В ранние сроки (несколько суток) после аварии наибольшую опасность представляют инкорпорация смеси радиоактивных изотопов йода. В более поздние сроки (спустя годы) за счет поступления в организм долгоживущих изотопов.*

## Основные различия между ядерным взрывом и аварией на АЭС.

Показатели	Ядерный взрыв	Авария на АЭС
Зона заражения	А, Б, В, Г	М, А, Б, В, Г
Характеристика радиоактивных продуктов	Крупнодисперсные аэрозоли, оплавленные, легко снимаемые с поверхности частицы.	Мелкодисперсные аэрозоли, трудно снимаемые с поверхности частицы, прикипают к металлам.
90-95 % нерастворимые	50 % растворимые	
$\beta$ и $\gamma$ – излучатели	$\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ – излучатели	
90 % короткоживущие изотопы быстрый спад активности (за 7 часов в 10 раз).	90 % долгоживущие изотопы медленный спад активности.	

## 2. Основные факторы радиоактивной опасности при авариях на АЭС.

При авариях на ЯЭР имеет место 2 основных фактора радиоактивной опасности:

- Радиоактивные заражения местности (внешние облучения от нуклидов, находящихся в воздухе и радиоактивных осадков, выпавших на землю).
- Внутреннее облучение в результате вдыхания радио нуклеидов из облака выброса, радионуклидов поднятых с местности в воздух, а также поступивших в организм человека зараженной РВ водой и пищей.

В первом случае имеет место общее облучение всего тела человека, снижающегося с течением времени, а в случае попадания внутрь приводит к облучению отдельных органов и тканей и наибольшую опасность представляют  $\alpha$  и  $\beta$ - излучения. (Показать размеры частиц).

В момент аварии основная опасность для человека это внешнее облучение. Оно составляет 60 % от средней дозы внешнего облучения, которое человек получает в течение своей жизни.

Пороговой дозой для проявления развернутого симптомо-комплекса считается 1 Гр.

Инкорпорация радио нуклидов через органы дыхания, через ЖКТ, через раневые и ожоговые поверхности быстро попадают в кровь и оседают в тропных для них органах и тканях (йод в щитовидной железе, стронций в костях и тд.).

Особенно опасна инкорпорация изотопа йода, создается возможность интенсивного облучения тканей щитовидной железы. Изотопы, имеющие длительный период полураспада не могут вызвать серьезные изменения, однако при длительном их поступлении в значительных количествах они представляют определенную опасность.

Сущность поражающего действия радиации на человека заключается в ионизации молекул и их повреждение, что приводит к морфологическим и функциональным изменениям биологических структур, клеток, в тканях, органах и системах организма.

Первичным этапом действия ионизирующего излучения является ионизация, происходит диссоциация молекул в результате разрыва химических связей. Это прямое действие ионизирующего излучения. Существует еще и косвенный механизм действия И.И. Под косвенным действием излучения понимают радиационно-химические изменения в данном растворенном веществе, обусловленные продуктами радиолиза воды. При радиолизе воды образуются свободные радикалы и окислители ( $\text{H}^0$ ,  $\text{OH}^0$ ,  $\text{HO}^2$ ,  $\text{H}^{\cdot 2}$ ) обладающие высокой химической активностью.

Свободные радикалы и окислители вступают в химические реакции с молекулами белков, ферментов – других структурных элементов биологической ткани, что приводит к изменению биохимических процессов в организме. В результате нарушаются обменные процессы, подавляется активность ферментов, замедляется и прекращается рост тканей, возникают новые химические соединения (токсины). Это приводит к нарушению жизнедеятельности отдельных функций или систем организма в целом.

Основной формой лучевых поражений является острая лучевая болезнь.

Течение ОЛБ напоминает волнообразный процесс, первичная лучевая реакция сменяется скрытым периодом. Затем наступает разгар болезни, период восстановления, последствий и исходов.

Развернутый симптомокомплекс ОЛБ человека возникает при облучении в дозах, превышающих 1 Гр. при меньших дозах отмечают переходящие реакции со стороны отдельных органов и систем различной степени выраженности клинических проявлений или вообще их отсутствие.

В результате однократного тотального облучения в диапазоне доз 1-6 Гр, развивается 4 степени тяжести ОЛБ:

I. (Легкая) костно-мозговая форма- 1-2 Гр.

II. (Средняя) костно-мозговая форма- 2-4 Гр.

III. (Тяжелая) костно-мозговая форма- 4-6 Гр.

IV. (Крайне тяжелая) переходная 6-10 Гр.

(Крайне тяжелая) кишечная 10-20 Гр.

(Крайне тяжелая) токсемическая или сосудистая 20-50 Гр.

(Крайне тяжелая) церебральная форма больше 50 Гр.

Смерть может наступить при кишечной форме ОЛБ на 8-16 сутки. При токсемической форме на 4-7 сутки. И через 1-4 суток при церебральной форме ОЛБ.

### 3. Особенности радиационной разведки, радиометрического и дозиметрического контроля, специальной обработки при ликвидации аварии на АЭС.

Радиационная и химическая разведка является одним из важных мероприятий в обеспечении радиационной и химической безопасности медицинских подразделений частей и учреждений. В условиях применения ОМП и воздействия факторов радиационной и химической природы при авариях на предприятиях атомно-энергетического цикла и объектах по производству, хранению и транспортировке токсичных химических веществ.

Цель радиационной и химической разведки является своевременного обнаружения, оповещения соответствующих начальников о наличии радиационного или химического заражения местности.

Цель определяет задачи.

а) основные дозовые пределы.

Нормируемые величины	Дозовые пределы	
Категория А	Категория Б	
Эффективная доза	20м Зв в год в среднем за 5 лет, но не более 50м Зв в год.	1м Зв в год в среднем за 5 лет, но не более 5м З в год.
Эквивалентная доза за год		
В хрусталике глаза	150 мЗв	15 мЗв
В коже	500 мЗв	50 мЗв
В кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

б) допускаемые уровни монофакторного воздействия (для одного вида измерения или радионуклида) – величины, производные от основных дозовых приемов, *например*:

- *допустимые пределы годового поступления;*
- *допустимые среднегодовые объемы активности;*
- *допустимые удельные активности.*

**в) контрольные дозы и уровни** – устанавливаются администрацией учреждения по согласованию с органами Госсанэпиднадзора.

В случае возникновения радиационной аварии, при которой облучение людей может превысить основные дозовые пределы, должны быть приняты практические меры для восстановления контроля над источником ионизирующего излучения.

Если доза облучения достигает уровня и превышение ее приводит к появлению клинических симптомов, то применяются срочные меры защиты людей и окружающей среды (дезактивация).

Например: если

Поглощенная доза всего тела за двое суток составляет одна Гр и более, а на щитовидную железу 5 Гр, то необходимо применять защитные меры при дозе за первые 10 суток 50 мГр для категории А и 500 мГр для категории Б требуется проведение эвакуационных мероприятий.

Критерии противорадиационных мероприятий на загрязненных территориях после аварий на АЭС

.

**Различают:**

**Зона, не относящаяся к радиационному загрязнению** < 1 мЗв/год. В этой зоне предусматривается обычный контроль радиационной обстановки. Нет ограничений в социально-хозяйственной деятельности.

**Зона радиационного контроля** – от 1 до 5 мЗв/год. Осуществляется обязательный радиационный контроль окружающей среды, сельхоз продукции и доз критических групп населения.

**Зона ограниченного проживания населения** – от 5 до 20 мЗв/год. К вышеуказанным мерам добавляется разъяснение населению о риске для здоровья при дальнейшем проживании в зараженной зоне.

**Зона добровольного отселения** – от 20 до 50 мЗв/год. Дополнительно проводятся меры радиационной медицинской защиты. Оказывается помощь в добровольном отселении.

**Зона отселения (зона отчуждения)** – более 50 мЗв/год. В этой зоне постоянное проживание не допускается, а хозяйственная деятельность и природопользование регулируется специальными актами. Осуществляются меры мониторинга и защиты, работающих с обязательным дозиметрическим контролем.

Первая медицинская помощь при радиационных поражениях предусматривает уменьшение или ослабление начальных признаков ОЛБ.

По линии гражданской обороны на оснащении имеется медицинская аптечка АИ-2. В которой вложены радиозащитные средства № 1 и № 2.

Первое это радиопротектор и принимается заблаговременно до входа в очаг, для профилактики поражений при внешнем радиационном облучении и носит он название цистамин. Второе средство это йодистый калий, который тоже принимается заблаговременно, а также ежедневно 10 дней после выпадения радиоактивных осадков. Цистамин (пенал розового цвета) принимают за 30-40 минут до входа в очаг, в количестве 6 таблеток запивая водой, и при продолжающемся облучении еще 6 таблеток через 4-5 часов. В качестве радиопротекторов принимают и другие радиопротекторы.

К средствам, предупреждающим первичную общую реакцию на облучение, относятся отдельные препараты и рецептуры. Наибольшее признание получили седативные средства с выраженным противорвотным (антиэмитическим) действием: этаперазин, диэтилперазин, аэрон, церукал. В качестве рецептуры может быть предложена композиция, включающая метаклопрамид, пиридоксин, передрин и эфедрин.

В аптечке АИ – 2 для купирования первичной общей реакции на облучение имеется этаперазин.

Основные мероприятия по профилактике лучевых поражений при внутреннем облучении должны быть направлены на сокращение времени пребывания радиоактивных веществ в организме и методов ускорения выведения радиоактивных веществ из ЖКТ, дыхательных путей, легких и мест депонирования.

При попадании радионуклидов в ЖКТ в первую очередь следует принять меры к предотвращению их всасывания в кровь и депонированию в органах.

Для этого пострадавшим дают адсорбенты, которые рассматриваются как антитоксические и эффективны в отношении отдельных радиоизотопов или определенных их групп. К таким адсорбентам относят пентоциан (к иттрию, цинку и др.).

Для удаления всасывающихся в кровь РВ перспективен метод гемосорбции.

При загрязнении кожи радиоактивной пылью наиболее надежной мерой профилактики от радиационных поражений является санитарная обработка. Ее нужно проводить в максимально короткие сроки после загрязнения. Для эффективной очистки кожи в этом случае используется простой способ – тщательное мытье водой с мылом, а также используют специальные дезактивирующие средства (препарат «Защита»), 1-3 % раствор соляной кислоты или цитрата натрия.

Очистка кожи тряпками, щетками менее эффективна. Профилактические мероприятия при загрязнении радиоактивной пылью ран и ожоговых поверхностей должны быть направлены на снижение резорбции и максимально быстрое удаление с этих поверхностей. Для снижения проникновения РВ в кровь из ран и с ожоговых поверхностей применяют различные сорбирующие средства, индивидуальные перевязочные пакеты и другие перевязочные материалы.

При попадании в ЖКТ изотопов стронция и бария эффективны адсорбар, полисурьмин, высокоокисленная целлюлоза и альгинат кальция, при попадании радиоактивного йода – препараты стабильного йода. Для предотвращения всасывания изотопов цезия наиболее эффективны феррацин, вермикулит, берлинская лазурь.

Для связывания попавших в организм радиоизотопов применяются катионо- и анионообменные смолы, назначаемые внутрь. Катионообменными смолами являются экспатин и КУ-2, анионообменными – ЭДЭ-10п, АВ-16, АВ-17.

Абсорбенты следует применять немедленно после обнаружения факта внутреннего заражения, т.к. легко растворимые изотопы быстро всасываются в кровь.

После приема абсорбентов необходимо принять меры к освобождению ЖКТ от содержимого. Для освобождения желудка – это дача рвотных средств (апоморфин и др.). При противопоказаниях к применению рвотных средств – промывание желудка водой.

Изотопы могут долго задерживаться в кишечнике, особенно в толстом (трансураниевые и редкоземельные элементы), поэтому для очистки этих отделов ЖКТ следует применять сифонные и обычные очистительные клизмы.

Рекомендуются также солевые слабительные (сернистый натрий и магний).

При ингаляционном заражении радиоактивными веществами полезно назначение рвотных средств, промывание желудка и других мероприятий по очистке ЖКТ, т.к. до 50-80 % задерживающихся в верхних дыхательных путях, вскоре попадают в желудок в результате проглатывания мокроты. Для удаления РВ из легких используются отхаркивающие средства (внутрь и ингаляционно), для связывания – комплексообразующие вещества. Комплексоны применяются ингаляционно в виде аэрозолей. Они образуют в легких с радиоизотопами комплексные соединения, которые затем всасываются в кровь и выводятся с мочой.

При проникновении радионуклидов в кровь, лимфу и места депонирования, т.е. в более поздний период после заражения, применяются также комплексоны.

Для купирования психомоторных возбуждений и реакций страха – фенотепам, оксидин или фенибут.

**При сердечно-сосудистой недостаточности** – введение сердечно-сосудистых средств (кордиамин, кофеин, строфантин, коргликон).

**При выраженных явлениях кровоточивости** – внутрь 100мл 5 % раствора аминокaproновой кислоты, витамины С и Р, димедрол.

**При угрозе развития отека головного мозга** – в/в 15 % раствора манита, 10 % раствора хлорида натрия, 10-20 мл однократно или 25 % раствор магния сульфата 10-20 мл.

**При токсемии** 200-400 мл 5 % раствора глюкозы в/в, до 3 литров изотопического раствора, раствора Рингер-Локка, 300-500 мл гемодеза или 500-1000 мл реополиглюкина.

Заключение.

Современные стремительные темпы технического прогресса неразрывно связаны с ядерной энергетикой. В настоящее время в европейских странах до 30 % электроэнергии производится за счет энергии деления ядра. По прогнозам, учитывающим рост населения и потребности электроэнергии в ближайшие 10 лет, вклад АЭС в ее производство возрастет в 10 раз, а через 50 лет в 1000 раз.

Естественно и возрастет риск возникновения аварий, т.к. они могут быть следствием не только технологических просчетов, сколько результатом непредсказуемых ошибок или прямой оплошности обслуживающего персонала. Примером тому может служить аварии в Три Майл Айленде и Чернобыле. Поэтому современному врачу данная лекция поможет в получении информации, необходимой для действия в чрезвычайных ситуациях.

### **Контрольные тестовые задания**

#### **1. Что такое локальная авария на радиационно-опасных объектах?**

- а) авария, радиационные последствия которой ограничиваются зданиями и территорией АЭС
- б) авария, радиационные последствия которой ограничиваются одним зданием (сооружением)
- в) авария, радиационные последствия которой ограничиваются территорией АЭС
- г) радиационные последствия распространяются за границу территории АЭС
- д) авария, радиационные последствия которой ограничиваются только несколькими зданиями

#### **2. Что такое местная авария на радиационно-опасных объектах?**

- а) авария, радиационные последствия которой ограничиваются зданиями и территорией АЭС
- б) авария, радиационные последствия которой ограничиваются одним зданием (сооружением)
- в) авария, радиационные последствия которой ограничиваются территорией АЭС
- г) радиационные последствия распространяются за границу территории АЭС
- д) авария, радиационные последствия которой ограничиваются только несколькими зданиями

#### **3. Что такое общая авария на радиационно-опасных объектах?**

- а) авария, радиационные последствия которой ограничиваются зданиями и территорией АЭС
- б) авария, радиационные последствия которой ограничиваются одним зданием (сооружением)

- в) авария, радиационные последствия которой ограничиваются территорией АЭС
- г) радиационные последствия распространяются за границу территории АЭС
- д) авария, радиационные последствия которой ограничиваются только несколькими зданиями

**4. Какую характеристику по видам излучений имеют радиоактивные продукты, образующиеся при ядерных взрывах?**

- а) бета
- б) гамма
- в) альфа
- г) бета, гамма
- д) альфа, бета, гамма

**5. Какую характеристику по видам излучений имеют радиоактивные продукты, образующиеся при авариях на АЭС?**

- а) бета
- б) гамма
- в) альфа
- г) бета, гамма
- д) альфа, бета, гамма

**6. Какую характеристику имеют изотопы, образующиеся при ядерном взрыве?**

- а) короткоживущие, быстрый спад активности
- б) короткоживущие, медленный спад активности
- в) долгоживущие, медленный спад активности
- г) долгоживущие, быстрый спад активности
- д) 50% долгоживущих и 50% короткоживущих изотопов

**7. Какую характеристику по активности и длительности полураспада имеют изотопы, образующиеся при авариях на радиационно-опасных объектах?**

- а) короткоживущие, быстрый спад активности
- б) короткоживущие, медленный спад активности

- в) долгоживущие, медленный спад активности
- г) долгоживущие, быстрый спад активности
- д) 50% долгоживущих и 50% короткоживущих изотопов

**8. Какую характеристику по растворимости имеют радиоактивные продукты, образующиеся при ядерном взрыве?**

- а) 90-95% нерастворимые
- б) 100% растворимые
- в) 10-20% растворимые
- г) 50% растворимые
- д) гидролизуются

**9. Какую характеристику по растворимости имеют радиоактивные продукты, образующиеся при авариях на радиационно-опасных объектах?**

- а) 90-95% нерастворимые
- б) 100% растворимые
- в) 10-20% растворимые
- г) 50% растворимые
- д) гидролизуются

**10. Какие особенности дезактивации радиоактивных продуктов (изотопов) при ядерных взрывах?**

- а) возможность проведения дезактивации простым методом
- б) затруднение дезактивации, необходимы специальные сорбенты
- в) дезактивация невозможна
- г) невозможность удаления РВ из воды
- д) частичная возможность удаления РВ из воды

**11. Какие особенности дезактивации радиоактивных продуктов (изотопов) при авариях на радиационно-опасных объектах?**

- а) возможность проведения дезактивации простым методом
- б) затруднение дезактивации, необходимы специальные сорбенты

- в) дезактивация невозможна
- г) невозможность удаления РВ из воды
- д) частичная возможность удаления РВ из воды

**12. Чему равна предельно допустимая доза внешнего и внутреннего облучения для профессиональных работников согласно нормам радиационной безопасности в течении 1 года?**

- а) 5 бэр
- б) 10 бэр
- в) 15 бэр
- г) 20 бэр
- д) 30 бэр

**13. Чему равна доза природного (фонового или естественного) излучения, получаемая человеком за 1 год?**

- а) 0,05-0,1 бэр
- б) 0,14-0,7 бэр
- в) 0,15-0,8 бэр
- г) 0,2-0,9 бэр
- д) около 1 бэр

**14. При какой степени загрязненности местности по цезию 137 допускается проживание населения?**

- а) до 10 Ки\км<sup>2</sup>
- б) до 15 Ки\км<sup>2</sup>
- в) до 20 Ки\км<sup>2</sup>
- г) до 25 Ки\км<sup>2</sup>
- д) до 30 Ки\км<sup>2</sup>

**15. При какой степени загрязненности местности по цезию 137 устанавливается зона жесткого контроля?**

- а) более 10 Ки\км<sup>2</sup>
- б) более 15 Ки\км<sup>2</sup>
- в) более 20 Ки\км<sup>2</sup>
- г) более 25 Ки\км<sup>2</sup>
- д) более 30 Ки\км<sup>2</sup>

**16. При какой степени загрязненности местности по цезию 137 население должно быть эвакуировано?**

- а) при 10 Ки\км<sup>2</sup>
- б) при 20 Ки\км<sup>2</sup>
- в) при 30 Ки\км<sup>2</sup>
- г) при 40 Ки\км<sup>2</sup>
- д) при 50 Ки\км<sup>2</sup>

**17. От чего зависит степень заражения местности при авариях на АЭС?**

- а) от мощности взрыва
- б) от ширины следа и расстояния до места аварии
- в) от защитных свойств реактора
- г) от метеорологических условий в момент аварии
- д) от вида ядерного горючего

**18. От чего зависит размер зон загрязнения местности?**

- а) от количества выброса РВ из реактора
- б) от типа реактора
- в) от высоты выброса РВ
- г) от скорости ветра
- д) все вышеперечисленное

**19. Какие виды излучения имеют место при внешнем облучении?**

а) альфа, бета

б) бета, гамма

в) гамма, нейтроны

г) альфа, гамма

д) бета, нейтроны

**20. Какие виды излучения наиболее опасны для человека при внутреннем облучении?**

а) альфа, бета

б) бета, гамма

в) гамма, нейтроны

г) альфа, гамма

д) бета, нейтроны