**ЗНиОотЧС.РБ 2014**

**Оглавление**

[**Билет №1** 4](#_Toc388397009)

[**1) Уравнение альфа, бета и гамма излучения** 4](#_Toc388397010)

[**2) Устойчивость работы объекта народного хозяйства и факторы, влияющие на устойчивость** 4](#_Toc388397011)

[**Билет №2** 5](#_Toc388397012)

[**1) Взаимодействие бета-излучения с веществом** 5](#_Toc388397013)

[**2) Противорадиационные укрытия и простейшие укрытия** 6](#_Toc388397014)

[**Билет №3** 6](#_Toc388397015)

[**1) Чрезвычайные ситуации, характерные для РБ** 6](#_Toc388397016)

[**2) Виды спасательных и других неотложных работ в очагах ядерного поражения и при стихийных бедствиях** 7](#_Toc388397017)

[**Билет №4** 8](#_Toc388397018)

[**1) Взаимодействие альфа-излучения с веществом** 8](#_Toc388397019)

[**2) Эвакуация** 9](#_Toc388397020)

[**Билет №5** 9](#_Toc388397021)

[**1) Взаимодействие гамма излучения с веществом** 9](#_Toc388397022)

[**2) Классификация убежищ и основные показатели** 10](#_Toc388397023)

[**Билет №6** 10](#_Toc388397024)

[**1) Методы регистрации ионизующих излучений. Параметры детекторов** 10](#_Toc388397025)

[**2) Основные способы защиты населения при ядерном взрыве** 11](#_Toc388397026)

[**Билет №7** 11](#_Toc388397027)

[**1) Устройство и работа ионизационной камеры** 11](#_Toc388397028)

[**2) Основные службы и формирования гражданской обороны** 12](#_Toc388397029)

[**Билет №8** 12](#_Toc388397030)

[**1) Состояние остановленного реактора** 12](#_Toc388397031)

[**2) Атомная электростанция с ВВЭР-1000** 13](#_Toc388397032)

[**Билет №9** 14](#_Toc388397033)

[**1) Строение атома и ядра. Изотопы, изобары** 14](#_Toc388397034)

[**2) Последовательность оценки устойчивости объекта к воздействию светового излучения** 14](#_Toc388397035)

[**Билет №10** 15](#_Toc388397036)

[**1) Понятие чрезвычайной ситуации. Антропогенные катастрофы и социально-политические конфликты** 15](#_Toc388397037)

[**2) Мероприятия по повышению устойчивости работы объекта в особый период** 15](#_Toc388397038)

[**Билет №11** 15](#_Toc388397039)

[**1) Устройство и работа реактора РБМК-1000 и его недостатки** 15](#_Toc388397040)

[**2) Строение клетки, действие на нее ионизирующего излучения. Пути поражения** 16](#_Toc388397041)

[**Билет №12** 17](#_Toc388397042)

[**1) Система управления и защиты реактора РБМК-1000** 17](#_Toc388397043)

[**2) Классификация объектов согласно ОСП-2002 по радиационной опасности. Защитные мероприятия** 18](#_Toc388397044)

[**Билет №13** 18](#_Toc388397045)

[**1) Устройство и работа пропорционального счетчика** 18](#_Toc388397046)

[**2) Гражданская оборона. Задачи. Территориальный и производственный принципы** 19](#_Toc388397047)

[**Билет №14** 19](#_Toc388397048)

[**1) Основные элементы активной области реактора** 19](#_Toc388397049)

[**2) Понятие предельно допустимой дозы. Предел дозы. Предел годового поступления и допустимая концентрация.** 20](#_Toc388397050)

[**Билет №15** 20](#_Toc388397051)

[**1) Классификация нейтронов по энергии. Условия протекания ядерной реакции** 20](#_Toc388397052)

[**2) Радиочувствительность отдельных органов к воздействию радиации** 21](#_Toc388397053)

[**Билет №16** 22](#_Toc388397054)

[**1) Принцип работы ВВЭР-1000** 22](#_Toc388397055)

[**2) Ликвидация последствий аварии на ЧАЭС** 22](#_Toc388397056)

[**Билет №17** 23](#_Toc388397057)

[**1) Устройство и работа счетчика Гейгера-Мюллера** 23](#_Toc388397058)

[**2) Физические способы защиты человека от радиации** 23](#_Toc388397059)

[**Билет №18** 25](#_Toc388397060)

[**1) Ядерное топливо реактора РБМК-1000 и ВВЭР-1000** 25](#_Toc388397061)

[**2) Виды воздействия радиоактивного излучения на человека** 25](#_Toc388397062)

[**Билет №19** 26](#_Toc388397063)

[**1) Закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада. Активность вещества** 26](#_Toc388397064)

[**2) Исследование и оценка устойчивости работы хозяйственного объекта** 26](#_Toc388397065)

[**Билет №20** 27](#_Toc388397066)

[**1) Земное радиоактивное излучение** 27](#_Toc388397067)

[**2) Причины аварии на ЧАЭС** 27](#_Toc388397068)

[**Билет №21** 28](#_Toc388397069)

[**1) Дозиметрические величины и единицы измерения** 28](#_Toc388397070)

[**2) Средства индивидуальной и медицинской защиты** 29](#_Toc388397071)

[**Билет №22** 30](#_Toc388397072)

[**1) Классификация чрезвычайных ситуаций по скорости, масштабам распространения. Стихийные бедствия и техногенные катастрофы** 30](#_Toc388397073)

[**2) Содержание работы командиров формирований по организации и проведению спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ (СНАВ)** 31](#_Toc388397074)

[**Билет №23** 31](#_Toc388397075)

[**1) Пожары, характерные для РБ** 31](#_Toc388397076)

[**2) Последовательность оценки устойчивости объекта к проникающей радиации и радиоактивному заражению** 32](#_Toc388397077)

[**Билет №24** 32](#_Toc388397078)

[**1) Характеристика ядер, дефект массы, ядерные силы** 32](#_Toc388397079)

[**2) Последовательность оценки устойчивости хозяйственного объекта к ударной волне** 33](#_Toc388397080)

[**Билет №25** 33](#_Toc388397081)

[**1) Система безопасности реактора ВВЭР-1000** 33](#_Toc388397082)

[**2) Государственная программа ликвидации последствий аварии на ЧАЭС** 34](#_Toc388397083)

[**Билет №26** 35](#_Toc388397084)

[**1) Космическое излучение** 35](#_Toc388397085)

[**2) Последствия аварии на ЧАЭС** 36](#_Toc388397086)

[**Билет №27** 37](#_Toc388397087)

[**1) История создания атомных реакторов** 37](#_Toc388397088)

[**2) Виды воздействия ионизирующих излучений на ткани и органы. Понятие радиочувствительности и дозы облучения** 37](#_Toc388397089)

[**Билет №28** 38](#_Toc388397090)

[**1) Понятие коэффициента реактивности, температурного коэффициента реактивности. Отравление и шлакование** 38](#_Toc388397091)

[**2) Классификация категорий облучаемых лиц и группы критических органов согласно НРБ-2000** 38](#_Toc388397092)

[**Билет №29** 39](#_Toc388397093)

[**1) Устройство и работа сцинтилляционного счетчика** 39](#_Toc388397094)

[**2) Химические и биологические способы защиты от радиации. Ускоренное выведение радионуклидов из организма** 40](#_Toc388397095)

[**Билет №30** 41](#_Toc388397096)

[**1) Цепная реакция деления тяжелых ядер, взаимодействие нейтронов с ядром, коэффициент размножения** 41](#_Toc388397097)

[**2) Действие ионизирующего излучения на тело человека** 42](#_Toc388397098)

[**Билет №31** 43](#_Toc388397099)

[**1) Искусственные источники радиации** 43](#_Toc388397100)

[**2) Последовательность оценки устойчивости объекта к воздействию проникающей радиации и радиоактивному заражению** 44](#_Toc388397101)

**Билет №1**

## **1) Уравнение альфа, бета и гамма излучения**

***Альфа-излучение*** – поток положительно заряженных ядер гелия, распространяющийся со скоростью 107м/с, имеющий малую проникающую способность (поглощается алюминиевой пластиной толщиной 0,05 мм). Альфа распад наблюдается только у тяжёлых ядер (A>200; Z>82).



***Бета-излученние*** бывает электронное и позитронное:

Электронное бета-излучение 

Позитронное бета-излучение

***Гамма-излучение*** ядер состоит из самопроизвольного испускания гамма-квантов. Этот процесс происходит без изменения A и Z и поэтому гамма-излучение не является самостоятельным типом радиоактивности.

## **2) Устойчивость работы объекта народного хозяйства и факторы, влияющие на устойчивость**

**Устойчивость работы промышленного объекта** - способность его в военное время выпускать продукцию в запланированном объеме, кроме того, восстанавливать нарушенное производство своими силами при попадании объекта в зоны слабых и средних разрушений.

**Факторы, влияющие на устойчивость работы объекта:**

1. Возможность объекта защищать рабочих и служащих от всех видов ОМП. Это обеспечивается:
2. своевременным оповещением производственного персонала о ЧС;
3. накоплением фондов всех видов запасов;
4. разработкой эвакуационных мероприятий в загородную зону;
5. обеспечением работающих и служащих СИЗ и медицинской помощью;
6. всесторонней подготовкой личного состава формирований к ведению СДНР в очагах поражения;
7. обеспечение личного состава формирований и производственного персонала всеми видами довольствия.
8. Способность зданий и сооружений противостоять поражающим факторам ядерного взрыва. Это достигается:
9. рациональным размещением производственных фондов (т.е. не в одном месте, наличие филиалов);
10. заглубленным размещением (обваловка) элементов всех видов систем снабжения;
11. подготовкой к эвакуации части производственных фондов;
12. размещением оборудования под специальными навесы с целью защиты.
13. Защита объекта от поражения вторичными факторами (огонь перекидывается с соседнего здания, действие ударной волны на высоковольтную линию):
14. необходимо сокращать запасы ГСМ и СДЯВ на объекте;
15. защита емкостей и коммуникаций с опасными свойствами (обваловка, заглубление);
16. проведение комплекса противопожарных мероприятий;
17. подготовка к безаварийной остановки производства (по сигналу все отключается, должны быть дежурные);
18. Надежность системы снабжения объекта всеми видами довольствия (энергия, вода, сырье и т.п.). Достигается:
19. накоплением запасов материальных ценностей и рациональным хранением;
20. подготовкой к замене импортного сырья отечественным;
21. переходом к работе на подвижные источники электроэнергии для всех видов потребителей;
22. созданием установленных запасов топлива, воды, ГСМ.
23. Надежность системы управления. Достигается:
24. подготовкой руководящего состава к работе в условиях ЧС;
25. наличием пунктов управления на объекте и оснащением их средствами связи;
26. Подготовленность объекта к восстановлению нарушенного производства:
27. разработка необходимой документации по восстановлению зданий и сооружений;
28. подготовка сил и средств для восстановительных работ;

**Билет №2**

## **1) Взаимодействие бета-излучения с веществом**

***При энергии бета-частицы 0,5 МэВ*** происходит её взаимодействие с ядрами, при этом потери энергии на единицу пути определяются радиационными потерями.



***При энергии бета-частицы 1 МэВ*** происходит её взаимодействие с электронами и потери энергии на единицу пути определяются ионизационными потерями.



При прохождении бета-частицы вблизи атомных ядер под действием кулоновской силы, пропорциональной заряду ядра, частица отклоняется от первоначального направления и получает большие ускорения, в результате чего излучаются электромагнитные волны, интенсивность которых пропорциональна квадрату ускорения.

## **2) Противорадиационные укрытия и простейшие укрытия**

***Противорадиационные укрытия (ПРУ)*** защищают людей от внешнего радиоактивного излучения, непосредственно попадания на кожу отравляющих веществ и от заражения радиоактивными веществами при попадании их с радиоактивной пылью в органы дыхания. Все ПРУ должны иметь устойчивость к избыточному давлению не менее 0,2 кг/см2.

Классификация ПРУ по ослаблению проникающей радиации:

* Первая и вторая группа имеют Косл=200;
* третья и четвёртая Косл=100;
* Пятая Косл=50.

Вместимость ПРУ может быть 50 и более. Приспособить под ПРУ можно заглублённые сооружения или помещения нижних этажей наземных зданий.

***Простейшие укрытия*** строятся при недостатке и отсутствии убежищ и противорадиационных укрытий. ***Не перекрытые щели*** ослабляют действие проникающей радиации в 1,5-2 раза и уменьшают возможность облучения в результате радиоактивного заражения местности в 3 раза. ***Перекрытые щели*** толщиной в 70 см защищают от светового излучения полностью, от ударной волны в 3 раза, от радиоактивного излучения 200-300 раз. Строятся щели глубиной 170-180 см, шириной по верху 100-120 см и по дну до 80 см. Для ослабления поражения ударной волной щель делается зигзагообразной или ломанной.

**Билет №3**

## **1) Чрезвычайные ситуации, характерные для РБ**

Для Республики Беларусь наиболее характерными чрезвычайными ситуациями природного характера являются: наводнения (затопления); снежные заносы и обледенения; пожары; бури, ураганы, смерчи и другие.

***Наводнения*** – значительное затопление суши водой в результате подъема ее уровня выше обычного вследствие обильных осадков, быстрого таяния снегов, образования затора льда. Причинами наводнения в основном являются весенние, летние и осенние паводки. Масштабы и начало их спрогнозировать можно за месяц и более. При значительном времени упреждения наводнения осуществляются мероприятия по возведению соответствующих гидротехнических сооружений на реках и в других местах предполагаемого наводнения, по подготовке и проведению заблаговременной эвакуации населения и сельскохозяйственных животных, по вызову материальных ценностей из районов возможного затопления. Затопление может сформироваться также при разрушении гидротехнических сооружений в результате действия сил природы или диверсионных актов.

***Снежные заносы и обледенения*** – проявления стихийных сил природы в зимний период. Они возникают в результате обильных снегопадов, которые могут продолжаться от нескольких часов до нескольких суток. Заносы и обледенения влияют на работу транспорта, коммунально-энергетического хозяйства, учреждений связи, сельскохозяйственных объектов. Резкие перепады температур приводят к обледенению электроприводов и линий связи, причиняют материальный ущерб гидротехническим комплексам и вызывают человеческие жертвы. Обледенение опасно для антенно-мачтовых и других подобных сооружений.

***Пожары*** – стихийное распространение горения, проявляющееся в уничтожающем действии огня, вышедшего из-под контроля человека. Возникают пожары, как правило, при нарушении мер пожарной безопасности, в результате разрядов молний, самовозгорания и других причин.

***Лесные пожары*** – неуправляемое горение растительности, распространяющееся на площади леса. В зависимости от того, в каких элементах леса распространяется огонь, пожары подразделяются на низовые, верховые и подзем-ные (почвенные), а от скорости продвижения кромки пожара и высоты пламени пожары могут быть слабыми, средней силы и сильными.

*Низовые пожары* распространяются только по почвенному покрову, т.е. горение листьев, коры, пней, валежника и др.

*Верховые пожары* могут быть беглыми и устойчивыми. Беглые пожары возникают только при сильном ветре, огонь распространяется со скоростью до 25 км/ч и обычно опережает фронт низового пожара. При устойчивом пожаре огонь движется сплошной стеной от напочвенного покрова до крон деревьев со скоростью до 8 км/ч. *Подземные (почвенные) лесные пожары* обычно являются развитием низового пожара. Они возникают на участках с торфяными почвами или имеющих мощный слой подстилки.

*Торфяные пожары* чаще всего бывают в местах добычи торфа. Они возникают обычно из-за неправильного обращения с огнем, от разрядов молнии или самовозгорания. Торф горит медленно на всю глубину его залегания. Торфяные пожары охватывают большие площади и трудно поддаются тушению.

*Пожары в городах и населенных пунктах* возникают при нарушении правил противопожарной безопасности, из-за неисправности электропроводок, распространения огня при лесных, торфяных и степных пожарах. Очень пожароопасны населенные пункты из деревянных построек с малыми расстояниями между зданиями. При пожаре в населенных пунктах сильный ветер может разносить воспламененный материал и искры на значительные расстояния и этим распространять пожар.

## **2) Виды спасательных и других неотложных работ в очагах ядерного поражения и при стихийных бедствиях**

***К спасательным работам относят:***

1. Разведка участков работ и маршрутов движения.
2. Локализация и тушение пожаров.
3. Розыск пораженных и извлечение их из завалов.
4. Вскрытие заваленных убежищ и подача в них чистого воздуха.
5. Оказание первой помощи пострадавшим.
6. Вывод населения из опасных районов в безопасные.
7. Частичная санитарная обработка людей и частичная дезактивация, дегазация техники и имущества.

**К другим неотложным работам относят:**

1. Устройство проездов и проходов в местах завала.
2. Ликвидация аварий во всех видах систем снабжения.
3. Укрепление от обрушивания конструкций, угрожающих жизни личного состава формирований в процессе работы.
4. Обнаружение, обезвреживание и ликвидация невзорвавшихся боеприпасов.
5. Расчистка завалов на участке работ.

**Успешное ведение спасательных и др. неотложных работ достигается:**

1. Быстрым вводом формирований в очаг поражения.
2. Высокой выучкой личного состава формирований.
3. Знанием и соблюдением мер безопасности в процессе работы.
4. Непрерывным управлением, организацией взаимодействия сил и средств формирований.
5. Непрерывным ведением спасательных работ в любое время суток, года.

Для ведения СДНР создаются группировка сил ГО, которую возглавляет соответствующий начальник ГО. В зависимости от обстановки группировка сил ГО может быть сразу введена в очаг поражения или выводится в загородную зону. Из загородной зоны группировка выдвигается к очагу по нескольким маршрутам.

**Билет №4**

## **1) Взаимодействие альфа-излучения с веществом**

α-частицы взаимодействуют только с электронами.

*Взаимодействие с ядрами маловероятно, так как:*

* α-частица и ядро имеют одинаковые заряды (по знаку);
* масса α-частицы как правило меньше чем масса ядер других веществ.

При взаимодействии α-частиц с электронами атома в зависимости от кинетической энергии α-частиц, происходит выбивание атомных электронов с орбит и переход атомов в ионы, если энергии не достаточно, то происходит смещение электронов на другие орбиты, в результате чего атом возбуждается. При возвращении иона или возбужденного атома в стационарное состояние, ион или возбужденный атом излучает электромагнитное излучение на длине волны равное рентгеновским лучам.

В процессе взаимодействия α-частиц с атомными электронами имеет место потери кинетической энергии частицы на единицу пути – ионизационные потери.

,

Zα  – заряд α-частицы,

Vα – скорость α частиц в веществе,

ne – концентрация элементов вещества через которое проходят α частицы.

## **2) Эвакуация**

***Эвакуация*** – комплекс мероприятий по организованному выводу и вывозу населения из города в загородную зону. ***Загородная зона*** – территория, в пределах которой в результате применения ядерного оружия величина избыточного давления во фронте волны не превысит 0,1 кгс/см2. Загородная зона выделяется в сельских населенных пунктах на расстоянии 4-5 км от объектов народного хозяйства.

Эвакуация населения в крупных городах может производиться и в ЧС мирного времени:

* при крупной производственной аварии;
* при разрушении атомного или химического предприятия, сопровождающимся радиоактивным или химически заражением местности.

***План эвакуации включает:***

1. Способ проведения эвакуации: пеший, транспортный или комбинированный.
2. Намеченное количество людей для эвакуации.
3. Место и порядок размещения людей в безопасной зоне.
4. Материальное обеспечение эвакуации (питание, средства индивидуальной защиты, медицинская помощь).

Существует **три способа эвакуации**: **вывод**, **вывоз**, **комбинированный**. Эвакуация бывает **частичной** и **полной**. При частичной в загородную зону эвакуируются детские дошкольные учреждения и население, незанятое в сфере обслуживания и производства. При полной эвакуируется все население за исключением рабочих смены особо важных объектов.

**Билет №5**

## **1) Взаимодействие гамма излучения с веществом**

***Фотоэффект*** имеет место при приблизительном ***равенстве энергии гамма-кванта и энергии связи электрона с ядром атома*** (энергии связи атома).



В этом случае энергия гамма-кванта поглощается атомными электронами, которые могут покинуть пределы атома или сместиться на другие орбиты. В первом случае атом переходит в состояние иона, а во втором – в возбужденное состояние. Ионом называют атом с недостатком или избытком электронов на орбитах. Однако ион или возбужденный атом будет стремиться перейти в нейтральное состояние, испуская при этом квант рентгеновского излучения.

Если ***энергия гамма-кванта больше энергии связи атома*** , основным процессом поглощения гамма-квантов в веществе становится комптоновское рассеяние. В этом случае гамма-квант передает часть энергии свободному электрону, изменяет первоначальное направление и с меньшей энергией продолжает движение, излучая электромагнитную энергию на более длинной волне. Интенсивность комптоновского рассеяния пропорциональна числу свободных электронов в веществе.

При ***энергии гамма-кванта больше 1,02 МэВ*** из ядра выбивается электронно-позитронная пара. Энергия образовавшейся пары расходуется на ионизацию атомов вещества. При столкновении электронов с позитроном образуются 2 новых γ-кванта.

При прохождении γ-кванта через вещество интенсивность пучка уменьшается по экспоненциальному закону:

, где мю – коэффициент линейного ослабления;

 *x* – толщина вещества.

## **2) Классификация убежищ и основные показатели**

***Убежище*** представляет собой сооружение, обеспечивающие наиболее надёжную защиту людей от воздействия всех поражающих факторов современных средств нападения. Надёжность защиты убежища достигается за счёт прочности ограждающих конструкций и перекрытий, а также за счёт герметизации, запаса продовольствия и воды, системы вентиляции, электроснабжения, канализации и отопления.

***Классификация убежищ по назначению:***

* убежища для защиты населения;
* убежища для размещения органов управления;
* убежища для размещения лечебных учреждений.

***Защитные свойства убежищ*** оцениваются по двум показателям:

1. устойчивость к избыточному давлению во фронте ударной волны;
2. коэффициент ослабления проникающей радиации.

***Помещения в убежище*** подразделяются на:

* Основные помещения: помещения для укрытия населения.
* Вспомогательные помещения: для пункта управления, вентиляционной аппаратуры, дизельной электростанции, медицинская комната.

**Билет №6**

## **1) Методы регистрации ионизующих излучений. Параметры детекторов**

Детектор является основным элементом приборов, служащих для обнаружения и измерения количественных характеристик радиоактивного излучения. Детектирование основано на регистрации эффектов, которые вызывает излучение при прохождении через вещество.

***Основные характеристики детектора:***

***Эффективность регистрации*** – отношение числа зарегистрированных частиц к полному числу частиц прошедших через детектор.

***Разрешающая способность*** определяется минимальным промежутком времени между двумя последовательными актами регистрации, в течение которого детектор нечувствителен к излучению.

***Время восстановления*** - интервал времени, в течение которого детектор, зарегистрировав одну частицу (квант) успевает вернуться в исходное состояние для регистрации следующей частицы.

***Методы регистрации ионизирующего излучения:***

* ионизационный метод;
* газоразрядный метод (пропорциональный счётчик и счётчик Гейгера-Мюллера);
* фотографический, химический;
* сцинтилляционный.

## **2) Основные способы защиты населения при ядерном взрыве**

***Основные способы защиты населения:***

* укрытие в защитных сооружениях;
* эвакуация населения;
* использование средств индивидуальной защиты и средств медицинской помощи.

***Укрытие населения в защитных сооружениях*** является наиболее надёжным способом в случае военно-политических конфликтов с применением современных средств поражения, а также в чрезвычайных ситуациях, сопровождающихся выбросом радиоактивных и химических веществ.

***Защитные сооружения*** – инженерные сооружения специально предназначенные для защиты населения от физически, химически и биологически опасных факторов.

В зависимости от защитных свойств эти сооружения подразделяются на:

* убежище;
* противорадиационное укрытие;
* простейшие укрытия;
* перекрытые щели.

**Билет №7**

## **1) Устройство и работа ионизационной камеры**

Простейшим ионизационным детектором является ионизационная камера, представляющая собой конденсатор, состоящий из двух параллельных пластин, пространство между которыми заполнено воздухом или газом. К электродам прикладывается напряжение порядка 100 вольт, что соответствует 1 участку ВАХ. При отсутствии ионизирующего излучения промежуток между электродами является диэлектриком и ток в цепи отсутствует.

При действии ионизирующего излучения между электродами происходит ионизация молекул и атомов газа и образование положительных и отрицательных ионов. Отрицательные ионы движутся к положительному электроду, а положительные ионы наоборот. В цепи возникает ток. Напряжение между электродами подбирается таким, чтобы все образовавшиеся ионы достигли электродов, не успев рекомбинироваться, но и не разогнались бы до такой степени, чтобы вызвать вторичную ионизацию.

Ионизационные камеры просты в эксплуатации, характеризуются высокой эффективностью регистрации, но недостатками является низкая чувствительность. Напряжение, подаваемое на электроды ионизационной камеры должно составлять порядка 100 В.

## **2) Основные службы и формирования гражданской обороны**

На объекте в зависимости от характера производственной деятельности создаются ***службы ГО***: оповещения и связи, медицинская, противорадиационной и противохимической защиты, охраны общественного порядка, противопожарная, энергоснабжения, аварийно-техническая, убежища и укрытий, транспортная и материально-технического снабжения.

***Силы гражданской обороны*** предназначены для выполнения возложенных на неё задач. Ими являются невоенизированные ***формирования и воинские части ГО***. Невоенизированные формирования создаются в мирное время и укомплектовываются личным составом, транспортом, техникой, оборудованием и материалами. В формирования включается всё трудоспособное население страны, а освобождаются инвалиды и беременные женщины.

***Формирования общего назначения включают:***

* сводные отряды;
* спасательные отряды;
* формирования общей разведки.

***Формирования служб ГО включают:***

* разведывательные;
* связи;
* противопожарные;
* медицинские;
* аварийно-технические.

Формирования служб ГО служат для выполнения специальных задач и усиления формирований общего назначения.

**Билет №8**

## **1) Состояние остановленного реактора**

К числу важнейших мер по ликвидации последствий аварии относится строительство укрытия. Основная часть укрытия, представляющая собой аварийный блок, была построена в 1986 году, а весь объект был завершён в 1988 году. Расчётное время эксплуатации укрытия составляет 30 лет.

***Основное назначение укрытия:***

* Предотвращение выброса в окружающую среду радиоактивных веществ.
* Предотвращение возникновения самопроизвольной цепной реакции.
* Поддержание постоянного температурного режима охлаждения остатков ядерного топлива.
* Предотвращение образования взрывоопасных концентраций водорода.

За состоянием разрушенного реактора постоянно наблюдает комиссия, созданная при Институте Атомной Энергетики им. Курчатова. На основе анализа измерений комиссией были сделаны выводы, что ни при каких реальных перемещениях топлива в реакторе, возникновение самопроизвольной цепной реакции не возможно. Поэтому главными опасностями при неконтролируемых разрушениях внутри укрытия являются разогрев топлива при изменении условий его охлаждения и наличие вибраций. Реальная обстановка, сложившаяся при эксплуатации укрытия требует дальнейшего его усовершенствования.

## http://olav-smt.narod.ru/ris/image002.jpg**2) Атомная электростанция с ВВЭР-1000**

Реактор имеет прочный наружный стальной корпус - 5, который может в случае непредвиденных обстоятельств локализовать возможную аварию. Корпус полностью заполнен водой под высоким давлением. В середине активной зоны расположены ТВС - 9. Поглощающие стержни - 12 находятся в активной зоне и перемещаясь осуществляют регулирование цепной реакции. Вода подается в реактор снизу под давлением. Сверху реактор закрыт стальной крышкой - 11, герметизирующей его корпус и являющейся биозащитой.

В качестве ядерного топлива используется спеченный диоксид урана с обогащением ураном-235 до 4.4 %. Реактор ВВЭР обладает важным свойством саморегулирования: при повышении температуры теплоносителя или мощности реактора происходит самопроизвольное снижение интенсивности цепной реакции в активной зоне, и в конечной итоге снижение мощности реактора.

ВВЭР имеет два контура. ***Первый контур***, реакторный, радиоактивный. Он полностью изолирован от второго контура защитной оболочкой, что уменьшает радиоактивные выбросы в атмосферу. Теплоносителем является вода. Циркуляционные насосы первого контура прокачивают воду через активную зону реактора и парогенератор, который через теплообменные трубки отдает тепло второму контуру. Вода первого контура находится под повышенным давлением, поэтому, несмотря на ее высокую температуру (293 градуса - на выходе, 267 - на входе в реактор) она не закипает. ***Второй контур*** нерадиоактивный. Вода находится под обычным давлением и при высокой температуре превращается в пар, который по главным паропроводам второго контура поступает на турбину, связанную с генератором. Отработанный пар поступает в конденсатор, который превращается его в воду. Пройдя систему подогревателей, вода циркуляционными насосами подается снова в парогенератор.

**Билет №9**

## **1) Строение атома и ядра. Изотопы, изобары**

Согласно модели атома Бора (1913) атом состоит из положительно заряженного ядра, вокруг которого расположены на вполне определённых орбитах электроны.

***Ядро*** состоит из протонов и нейтронов, которые объединяются общим названием нуклоны и обозначаются как ***массовое число A***.

***Протон*** представляет собой ядро простейшего атома – водорода, имеет положительный заряд, равный заряду электрона 1,6\*10-19 Кл и массу покоя 1,6\*10-27 кг. Число протонов в ядре совпадает с порядковым номером химического элемента, обозначается буквой ***Z*** и называется ***зарядовым числом***.

***Нейтрон*** электрически нейтрален, а его масса совпадает с массой покоя протона.

***Изотопы*** – ядра, содержащие одинаковое число протонов, но разное число нейтронов называются.

***Изобары*** – ядра, имеющие одинаковое массовое число, но разное число протонов.

В устойчивом состоянии атом электрически нейтрален, т.е. его суммарный положительный заряд ядра равен суммарному заряду электронов. Основная масса атома сосредоточена в ядре.

## **2) Последовательность оценки устойчивости объекта к воздействию светового излучения**

1. По справочной литературе определяется максимальное значение светового импульса с целью установления предела повышения противопожарной устойчивости объекта Uсв.макс.
2. Определяется степень огнестойкости здания и сооружения объекта.
3. Определяется категория производства по пожарной опасности.
4. На основе полученных данных определяется предел устойчивости объекта к световому излучению Uсв.lim. Объект считается устойчивым, если Uсв.lim > Uсв.макс.
5. На основе полученных данных делаются выводы и разрабатываются предложения по повышению устойчивости объекта к световому излучению.

**Билет №10**

## **1) Понятие чрезвычайной ситуации. Антропогенные катастрофы и социально-политические конфликты**

***Чрезвычайная ситуация (ЧС)*** – опасность, которая при определённых условиях реализуется в событие, угрожая жизни и здоровью человека.

***Антропогенные катастрофы*** – качественное изменение биосферы, вызванное деятельностью человека и оказывающее вредное воздействие на людей, животных и растительный мир.

***Виды антропогенных катастроф:***

* загрязнение почвы тяжёлыми металлами (свинец, ртуть, хром);
* загрязнение атмосферы химическими материалами;
* разрушение озонового слоя;
* загрязнение водных ресурсов.

***Социально-политические конфликты*** – острая форма разрешения противоречий между государствами с применением современных средств поражения.

## **2) Мероприятия по повышению устойчивости работы объекта в особый период**

На каждом ОНХ заблаговременно организуется и проводится большой объём работ, направленных на повышение устойчивости работы объекта в особый период.

***Основные направления:***

1. Обеспечение защиты рабочих от оружия массового поражения
2. Рациональное размещение производства.
3. Подготовка производства к работе в особый период

**Билет №11**

## **1) Устройство и работа реактора РБМК-1000 и его недостатки**



Вода(5) под давлением в 40 атмосфер главными циркуляционными насосами ГЦН-ми (11) подаётся в нижнюю часть цилиндра, где она продавливается по каналам, омывая поверхности ТВЭЛов, нагревается до 248 градусов и собирается в верхней части цилиндра. Далее пароводянная смесь по трубопроводу (4) подаётся в паросепаратор (6), где происходит отделение пара от воды. Вода вновь через ГЦН возвращается в нижнюю часть реактора, а пар по трубопроводу (7) поступает на турбины (8,9), связанные с генератором (10). Отработанный пар от турбины (9) через охладитель (12) частично превращается в воду и пройдя деаэратор, образовавшаяся пароводянная смесь ГЦН-ми (11) возвращается в паросепаратор (6). Здесь остатки пара дополнительно конденсируется в воду, которая снова поступает в нижнюю часть активной зоны реактора. Цикл замыкается.

***Конструктивные недостатки реактора РБМК-1000:***

* Один радиоактивный контур, связанный с турбиной. В случае аварии радиоактивная вода и продукты распада могут устремится наружу.
* Отсутствует прочный, стальной корпус активной зоны.
* Отсутствует наружная, железобетонная защитная оболочка.

## **2) Строение клетки, действие на нее ионизирующего излучения. Пути поражения**

Клетка является основным элементом живой материи, в 1 г которой содержится 600 млн. клеток, а в теле взрослого человека 1023. Она состоит из мембраны, ядра и цитоплазмы. Ядро содержит ядрышко и хроматин, который представляет собой определенный набор нитевидных частиц – хромосом. Вещество хромосом состоит из нуклеиновых кислот (хранителей наследственной информации) и специфичных белков. Индивидуальная особенность каждого типа белка зависит от того, сколько и какие именно аминокислоты составляют его цепь.

***Прямой путь поражения клетки*** характеризуется поглощением энергии излучения молекулами ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты), входящими в структуру ядерных хромосом. При этом происходит возбуждение молекул, их ионизация, разрыв химических связей. Разрушаются ферменты и гормоны и, соответственно, в организме осуществляются физико-химические сдвиги. Наблюдается разрушение и гибель хромосом. При воздействии больших доз излучения нарушается целостность оболочки клетки и составных частей цитоплазмы, ядро уплотняется, и клетка погибает. При небольших дозах облучения наиболее опасным является повреждение ядерных ДНК, в которых закодирована структура белков. Повреждение ДНК дает толчок для изменения генетического кода.

***Косвенный путь воздействия ионизирующих излучений*** проявляется в химических реакциях, происходящих в результате разложения или диссоциации воды, из которой организм человека состоит на 90%.

Под воздействием ионизирующего излучения в воде происходят процессы ионизации с образованием быстрых свободных электронов и положительно заряженных ионов воды. Последние в результате химической реакции образуют сначала свободные радикалы, а затем перекись водорода H2O2, гидропероксид HO2. Пероксидные вещества, обладая сильными окислительными и токсичными свойствами приводят к изменению состава нуклеиновых кислот, нарушению проницаемость клеточных мембран, повышению проницаемости стенок кровеносных сосудов, сопровождающемуся кровотечениями и кровоизлияниями.

Клетки при воздействии небольших дозы облучения способны к репарации, т.е. восстановлению. Репарация ДНК – основа нормального функционирования клетки.

***Различают три вида репараций:***

* Безошибочные репарации, основанные на удалении поврежденного участка ДНК и замене его новыми, что приводит к восстановлению нормальной функции ДНК.
* Ошибочные репарации, приводящие к изменению части генетического кода.
* Неполные репарации, при которых непрерывность нитей ДНК не восстанавливается.

Два последних вида репараций приводят к возникновению мутаций, т.е. видоизменений в клетках. Появление мутаций означает, что клетка содержит генетический материал, отличный от содержащегося в исходных (нормальных) клетках. Мутации могут усиливать, уменьшать или качественно изменять признак, определяемый геном. Ген – единица наследственного материала, ответственная за формирование какого-либо элементарного признака, обычно представляющая собой часть молекулы ДНК.

**Билет №12**

## **1) Система управления и защиты реактора РБМК-1000**

Оперативное изменение режима работы реактора, а именно, изменение коэффициента размножения, удержание реактора в подкритическом состоянии осуществляется ***системой управления и защиты (СУЗ)***, в которую входят рабочие органы, механические устройства, детекторы, приборы контроля и усилительные устройства.

***Основные функции системы управления и защиты реактора (СУЗ) реактора:***

* компенсация избыточной реактивности;
* изменение мощности реактора, включая пуск и его остановку;
* аварийная защита реактора, т.е. быстрое и надёжное гашение цепной реакции.

***Основные элементы СУЗ*** – рабочие органы, представляющие регулирующие и поглощающие стержни, которые погружаются в активную зону и поглощают нейтроны. В качестве материалов могут быть использованы кадмий или бор.

***Группы поглощающих стержней:***

1. Стержни автоматического регулирования (АР) служат для изменения режима работы реактора.
2. Стержни аварийной защиты (АЗ) служат для экстренной остановки реактора.
3. Компенсационные стержни (КС) служат для компенсации избыточной реактивности.

## **2) Классификация объектов согласно ОСП-2002 по радиационной опасности. Защитные мероприятия**

ОСП-2002 содержат требования к размещению учреждений и предприятий для работы с радиоактивными источниками, а также требования к системам вентиляции, пыле и газоочистке, отоплению, водоснабжению, канализации и радиоактивному контролю.

***Категории объектов по потенциальной радиоактивной опасности:***

* Радиационное воздействие ограничивается территорией помещения.
* Радиационное воздействие ограничивается территорией объекта.
* Воздействие ограничивается территорией санитарно-защитной зоны.
* Возможно радиационное воздействие на население.

***В зависимости от обстановки для защиты населения могут быть использованы следующие меры:***

* Ограничение времени пребывания на открытой местности.
* Герметизация помещений при прохождении радиоактивного облака.
* Применение лекарственных препаратов, препятствующих накоплению радионуклидов в организме.
* Временная эвакуация населения.
* Санитарная обработка кожных покровов и одежды.
* Исключение употребления радиоактивных продуктов питания.
* Там, где проводятся работы с радиоактивными веществами в открытом виде, должны быть водопровод, канализация и система вентиляции.
* В бытовую канализацию допускается сброс радиоактивных веществ с концентрацией, не превышающих 10 предельно допустимых доз.

**Билет №13**

## **1) Устройство и работа пропорционального счетчика**

***Газоразрядный счётчик (пропорциональный и счетчик Гейгера- Мюллера)*** представляет собой металлический или стеклянный цилиндр, внутренняя поверхность, покрытая металлом, который является катодом. Вдоль оси цилиндра натягивается тонкая металлическая нить диаметром порядка 100 микрон, которая является анодом.

***Пропорциональные счётчики*** работают при напряжениях, соответствующих участку 2 ВАХ. При напряжении 100‑1000 В между электродами создаётся высокая напряжённость электрического поля и образовавшиеся первичные ионы создают вторичную ионизацию атомов и молекул газа. В таких счётчиках величина тока зависит от уровня ионизирующего излучения.

## **2) Гражданская оборона. Задачи. Территориальный и производственный принципы**

***Гражданская оборона (ГО)*** – составная часть общегосударственных оборонных мероприятий, проводимых в мирное и военное время в целях защиты населения и народного хозяйства от оружия массового поражения, а также для проведения спасательных и неотложно аварийно-восстановительных работ (СНАВР) в очагах поражения и зонах катастрофического затопления.

***Основные задачи ГО:***

* Защита населения от оружия массового поражения и других средств нападения противника.
* Повышение устойчивости работы объекта в условиях военного времени за счёт заблаговременного проведения организационных и технических мероприятий.
* Проведение спасательных и неотложно аварийно-восстановительных работ в очагах поражения и зонах затопления.

Гражданская оборона организуется по территориально-производственному принципу. ***Территориальный принцип*** заключается в организации ГО на территории города, района, области. ***Производственный принцип*** заключается в организации ГО в министерстве, ведомстве, учреждении. Начальниками ГО, предприятия, организации, учреждения являются руководители. Ответственность за организацию состояния ГО несёт начальник объекта т.е. руководитель предприятия.

**Билет №14**

## **1) Основные элементы активной области реактора**

***Основные элементы активной зоны РБМК-1000:***

1. Ядерное топливо
2. Замедлитель
3. Управляющие стержни
4. Отражатель
5. Биологическая защита
6. Теплоноситель

Активная область имеет форму цилиндра диаметром 10,8 м и высотой 7 м. Цилиндр собран из шестигранных графитовых колон, которые собраны из графитовых блоков 25Х25 см с отверстиями. 1661 отверстие предназначены для кассет с ядерным топливом, а 211 отверстий для регулирующих стержней.

## **2) Понятие предельно допустимой дозы. Предел дозы. Предел годового поступления и допустимая концентрация.**

***Предельно допустимая доза (ПДДа)*** – наибольшее значение эквивалентной дозы, при которой равномерное облучение в течение 50 лет не вызывает неблагоприятных изменений в здоровье человека.

***Предел дозы (ПДб)*** – максимальная эквивалентная доза, при которой облучение в течение 70 лет не приводит к неблагоприятным изменениям в здоровье человека.

НРБ устанавливает также допустимые уровни поступления и содержания радиоактивных веществ в организме, их концентрацию в воздухе, воде и пище. Так для лиц категории Б вводится ***предел годового поступления (ПГПб)*** радиоактивных веществ через органы дыхания и пищеварения и ***допустимая концентрация (ДКб)*** их в воздухе и воде.

Для основной массы населения средняя доза гамма-облучения почвы и воздуха:

* от естественных радионуклидов 0,32 мЗв/год;
* за счёт стройматериалов 1 мЗв/год;
* за счёт удобрений 0,003 мЗв/год.

НРБ устанавливает допустимые уровни поступления и содержания радиоактивных веществ в организме, их концентрацию в воздухе, воде и пище.

**Билет №15**

## **1) Классификация нейтронов по энергии. Условия протекания ядерной реакции**

***Классификация нейтронов в зависимости от величины их энергии***:

* Тепловые нейтроны
* Резонансные нейтроны
* Быстрые нейтроны

***Условия протекания ядерной реакции:***

* Уран должен быть очищен от примесей и продуктов распада.
* При цепной реакции на быстрых нейтронах необходимо обогащение естественного урана - ураном 235 от 0,72 % до 26 %. Реакция протекает без замедлителя.
* При цепной реакции на тепловых нейтронах необходимо обогащение ураном 235 до 2.8 %- 4,5 %. Для исключения захвата нейтронов ураном 238 используют замедлитель из графита, воды или тяжелой воды D2O.
* Система ядерного топлива и замедлитель должна быть чередующаяся, т.е. гетерогенная.
* Система должна приближаться к сферической.

Для осуществления ядерной реакции должно быть достаточным количество ядерного топлива. Минимальное значение топлива, при котором еще протекает ядерная реакция называется критическая масса.

## **2) Радиочувствительность отдельных органов к воздействию радиации**

***Радиочувствительность*** – чувствительность биологических объектов к действию ионизирующего излучения. Обратным понятием является ***радиоустойчивость***.

В качестве меры радиочувствительности используется доза облучения. ***Доза облучения*** – доза, которая приводит к гибели 50% облученных клеток. На клеточном уровне радиочувствительность зависит от содержания в клетке антиоксидантов, активности ферментов, интенсивности окислительно-восстановительных процессов и состояние системы ДНК.

*Наибольшей радиочувствительностью (поражаемостью) при внешнем облучении обладают* *кроветворная система* (красный костный мозг, селезёнка и лимфатические узлы) и пищеварительная система (слизистая оболочка тонкой кишки и желудка), которые теряют способность нормально функционировать при дозах 0,5-1 Грэй. Однако они обладают способностью восстанавливаться, если продолжительность и доза облучения незначительные и не все клетки поражены.

Облучение тонкого кишечника дозой 10 Грэй приводит к его гибели.

*Сердце считается радиоустойчивым* органом, однако при локальном облучении дозой 5-10 Грэй могут быть обнаружены изменения в его миокарде.

При локальном облучении лёгких дозой 8-10 грей может развиться воспаление верхних дыхательных путей или радиационная пневмония.

*Почки* *достаточно радиоустойчивы,* однако при облучении дозой 30 Грей в течение 5 недель может развиться хронический нефрит.

При ионизирующем облучении органов зрения дозой 3-8 Грей может развиться конъюнктивит, а при дозе более 8 грей катаракта.

При облучении *центральной нервной системы* дозой более 100 Грэй может вызвать гибель системы на клеточном уровне.

*Кости и мышцы* *обладают повышенной радиоустойчивостью, которая нарушается лишь при дозах более 100 Грэй.*

*Почки играют основную роль при выводе радионуклидов из организма, т.к. являются пассивным фильтром, очищающим кровь от токсинов и продуктов распада.* Основными факторами, нарушающими работу почек являются повышенное содержание мяса в рационе питания, зашлакованность организма, наличие токсических веществ, таких как ртуть, мышьяк, свинец, фтор, органические растворители. К веществам, улучшающим работу почек следует отнести наличие витамина C, магния, калия, а также такого универсального продукта как гречка.

*Печень* *задерживает радиоактивные вещества и выводит их из организма естественным путём.* Работу печени ухудшает повышенное содержание жиров, углеводов, яиц, сыра, а также избыток витаминов B, C и микроэлементов кремния и меди. Улучшает работу печени пониженное содержание жиров и употребление натуральных продуктов.

*Иммунная система* *защищает от вирусов, бактерий, токсинов, в состав которой входит селезёнка, костный мозг, лимфоциты*. Ее работу ухудшают белки возникшие в результате воздействия радиации, перегрузка лимфатических узлов иммунной системы, недостаток витаминов A, E, C и микроэлементов магния, железа, йода и цинка, подавление функции печени и почек за счёт их зашлакованности.

*Кровь защищает от радиации за счёт поддержания кислотно-щелочного баланса*. Ухудшают состав крови избыток мяса и яиц, неоптимальное соотношение натрия и калия в крови (оптимальное соотношение 7:1), заболевание почек, желудка, печени, дефицит железа и витаминов C, B8, B12. Улучшают состав крови употребление каши, овощей и фруктов, ограничение употребления жиров, сахара и соли.

**Билет №16**

## **1) Принцип работы ВВЭР-1000**

ВВЭР имеет два контура. ***Первый контур***, реакторный, радиоактивный. Он полностью изолирован от второго контура защитной оболочкой, что уменьшает радиоактивные выбросы в атмосферу. Теплоносителем является вода. Циркуляционные насосы первого контура прокачивают воду через активную зону реактора и парогенератор, который через теплообменные трубки отдает тепло второму контуру. Вода первого контура находится под повышенным давлением, поэтому, несмотря на ее высокую температуру (293 градуса - на выходе, 267 - на входе в реактор) она не закипает. ***Второй контур*** нерадиоактивный. Вода находится под обычным давлением и при высокой температуре превращается в пар, который по главным паропроводам второго контура поступает на турбину, связанную с генератором. Отработанный пар поступает в конденсатор, который превращается его в воду. Пройдя систему подогревателей, вода циркуляционными насосами подается снова в парогенератор.

## **2) Ликвидация последствий аварии на ЧАЭС**

Для локализации очага аварии шахту реактора стали забрасывать с вертолётов нейтронно-поглощающими, теплоотводящими и фильтрующими материалами, состоящими из соединения бора, доломита, песка, глины и свинца. В результате принятых мер уже 11 мая активность уменьшилась в 100 раз.
Однако радиационная обстановка при этом не стабилизировалась, так как за счёт ветра и атмосферных осадков началось вторичное перераспределение активности. Поэтому конечная картина радиационного загрязнения местности является сложной и неравномерной.

**Билет №17**

## **1) Устройство и работа счетчика Гейгера-Мюллера**

***Газоразрядный счётчик (пропорциональный и счетчик Гейгера- Мюллера)*** представляет собой металлический или стеклянный цилиндр, внутренняя поверхность, покрытая металлом, который является катодом. Вдоль оси цилиндра натягивается тонкая металлическая нить диаметром порядка 100 микрон, которая является анодом.

***Счётчики Гейгера-Мюллера*** работают на 3 участке ВАХ при напряжениях, превышающих 1000 В. При действии ионизирующего излучения в пространстве между электродами образуются положительные ионы и отрицательные электроны, которые двигаясь к аноду создают вторичную ионизацию. За счёт высокой напряжённости электрического поля вблизи анода, связанной с малой его площадью, вторичные электроны ускоряются настолько, что вновь ионизируют газ. Число электронов возрастает лавинообразно, возникает коронный разряд, который действует после прекращения ионизирующего излучения. Заряд обрывается включением большого сопротивления 1 МОм. Счётчики Гейгера-Мюллера характеризуются высокой эффективностью регистрации и большой амплитудой сигнала (около 40 вольт). ***Недостатки:*** малая разрешающая способность и большое время восстановления.

## **2) Физические способы защиты человека от радиации**

Проживая на радиоактивно загрязненной территории, ***можно уменьшить степень радиоактивного облучения следующими способами***:

1. *Ограничивая время* *пребывания* на наиболееопасных участках территории.

2. Используя в качестве*экранов* жилые помещения, кабины транспортных средств.

3. В ряде случаев можно использовать защиту расстоянием.

4. Однако наиболее эффективным способом физической защиты является *дезактивация.* Оназаключается в удалении радиоактивных веществ с различных поверхностей, продуктов питания, воды при загрязнении территории радионуклидами активностью свыше 10 Ku/км2.

 *Дезактивацию овощей и фруктов следует начинать с механической очистки поверхности продуктов от земли, затем необходимо их промыть в теплой проточной воде и произвести их варку.*

*Картофель перед употреблением необходимо промыть от частиц почвы со сменой воды 2-3 раза, очистить от кожуры и варить в подсоленной воде в течение 10—15 минут.* Это уменьшит количество радионуклидов в 10-15 раз. Картофель, выращенный на территории с плотностью загрязнения более 15 Ки/км2 можно употреблять в пищу, если воду сливать трижды после того, как она закипит.

*Капусту при употреблении необходимо промыть в проточной воде, а затем удалить 4-5 верхних кроющих листьев, что уменьшит радиацию в 40 раз.* Радиоактивной остается верхняя часть кочерыжки, поэтому употреблять ее в сыром виде не рекомендуется.

*Морковь можно употреблять в сыром виде, если она была выращена в зоне проживания с плотностью загрязнения не превышающей 10 Ки/км2.* *При этом, очищая морковь от остатков земли, промывая в проточной воде и срезая 1 см верхней ее части количество радионуклидов уменьшается в 10-20 раз.* Морковь, выращенная на территории с плотностью загрязнения, превышающей 15 Ки/км2 требует варки в течение 15 минут со сменой воды. Это приводит к уменьшению количества радионуклидов на 90 %.

*Свекла дезактивируется также, как и морковь.* При варке свеклы в течение 10 минут в подсоленной воде количество радионуклидов уменьшается на 50-80%.

*Томаты, огурцы, фрукты* в меньшей степени накапливают радионуклиды, поэтому дезактивация заключается, в том, чтобы тщательно вымыть их в проточной воде. В этом случае степень загрязнения радионуклидами снижается в 5-7 раз.

*В мясных продуктах цезий-137 накапливается прежде всего в мышечных тканях, в почках, печени, сердце, а стронций-90 накапливается преимущественно в костях. Промывка мяса в проточной воде, вымачивание в 85 % растворе поваренной соли (2 столовые ложки соли на литр воды) в течение 2 часов и варки в течение 10 минут уменьшает радиация 30 - 40 раз.*

*Рыба*, выловленная в морях и океанах, считается радиационной безопасной. *Рыбу, выловленную в водоемах и реках, необходимо очистить от чешуи, удалить внутренности. Затем рыбу разрезать на куски и вымочить в течение 10-15 часов, сменяя периодически воду. Этот способ уменьшает количество цезия-137 на 70-75 %.* При отварах количество цезия-137 в рыбе уменьшается в 10 раз, а стронция-90 в 20 раз.

*Грибы* по способности аккумулировать цезий-137 *можно разделить на три группы:*

1. *Слабо и средненакапливающие радионуклиды: белые, подзеленки, опята осенние, лисички, подберезовики, подосиновики.* Их разрешается собирать на территориях с радиоактивностью менее 2 Ки/км2.

*2. Сильно накапливают радионуклиды: груздь настоящий и черный, волнушка розовая, зеленка, рыжик.* Их разрешается собирать только на территориях с радиоактивностью менее 1 Ku/км2 с обязательной проверкой на пунктах контроля.

3. *Аккумуляторы радионуклидов: моховик, польский гриб, масленок. Особенно отличаются маслята.*

По способности аккумулировать стронция-90 темноокрашенные грибы впитывают его на три порядка больше, чем светлоокрашенные. При дезактивации, грибы очищают от грязи, промывают холодной водой и режут на кусочки, укладывают в эмалированную кастрюлю, заливают раствором поваренной соли, ставят на огонь и кипятят 10 минут. Раствор сливают, грибы промывают холодной водой, снова заливают водой и кипятят 20 минут. После этого процедуру повторяют и снова кипятят 20 минут. Такой процесс уменьшает радиацию в 1000-5000 раз.

**Билет №18**

## **1) Ядерное топливо реактора РБМК-1000 и ВВЭР-1000**

Ядерное топливо представляет собой таблетки, диаметром 1 см и высотой 1,5 см. Они загружаются в трубки длиной 3,5 м и диаметром 1,4 см, изготовленные из циркония. Трубки называются тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ) и собираются по 18 штук в тепловыделяющие сборки (ТВС), которые загружаются в каналы активной зоны. Две ТВС образуют кассеты.



97%

3%

Для ВВЭР-1000 в качестве ядерного топлива используется спеченный диоксид урана с обогащением ураном-235 до 4.4 %.

##  **2) Виды воздействия радиоактивного излучения на человека**

В НРБ-2000 приведены основные пределы доз, допустимые уровни воздействия и требования по ограничению облучения человека.

Нормы распространяются на следующие виды воздействия излучения на человека:

1. В условиях нормальной эксплуатации радиоактивных источников излучения.
2. В результате радиационной аварии.
3. От природных источников излучения.
4. Излучение от медицинской аппаратуры.

**Билет №19**

## **1) Закон радиоактивного распада. Постоянная распада. Период полураспада. Активность вещества**

Количество радионуклидов в любой момент времени определяется выражением:

$N=N\_{0}e^{-λt}$***,***

Где N0 - количество радионуклидов в начальный момент времени

 ***λ*** - ***постоянная распада*** характеризует вероятность распада радионуклида за единицу времени.

***Период полураспада*** - время, в течение которого количество радионуклидов уменьшается вдвое.

$$T\_{1/2}=\frac{ln2}{λ}$$

***Активность вещества*** - определяется скоростью радиоактивного распада.



Внесистемная единица активности – Кюри (Ku).



## **2) Исследование и оценка устойчивости работы хозяйственного объекта**

***Исследование устойчивости работы промышленного объекта*** предусматривает всестороннее изучение условий, в которых будет протекать производственная деятельность объекта в условиях воздействия поражающих факторов ядерного взрыва.

***Этапы исследования:***

* **Подготовительный**. Определяется состав участников исследования, создаются группы и назначаются их руководители, разрабатывается документация и проводится специальная подготовка участников исследования.
* **Исследовательский**. Изучается район расположения объекта, плотность и тип застройки, возможное образование завалов и оцениваются возможности воздействия поражающих факторов ядерного взрыва на элементы объекта.
* **Заключительный**. Разрабатывается план мероприятий по повышению устойчивости работы объекта.

***Оценка устойчивости работы хозяйственного объекта*** производится по каждому поражающему фактору ядерного взрыва и учитывает следующие положения:

* Основные поражающие факторы: ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение, электромагнитный импульс.
* Вторичные поражающие факторы: пожары и заражение сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ).
* Оценка последствий ядерных взрывов проводится на основе законов теории вероятности.
* Устойчивость объекта в целом определяется устойчивостью каждого элемента объекта.
* Анализ уязвимости объекта предполагает обязательную оценку второстепенных и вспомогательных элементов объекта.
* Защита зданий и сооружений должна быть доведена до такого целесообразного уровня, при котором выход из строя от действия каждого поражающего фактора не может возникнуть на одинаковом расстоянии от центра взрыва.

**Билет №20**

## **1) Земное радиоактивное излучение**

Радионуклиды ***земного происхождения*** относятся к элементам средней части таблицы Менделеева и к радиоактивным веществам тяжёлых элементов. В средней части таблицы Менделеева находятся 12 радионуклидов, основными из которых являются калий-40 и рубидий-87, которые могут оказать существенное влияние на здоровье человека т.к. являются элементами биологической ткани.

К тяжёлым элементам следует отнести уран-235, уран-238 и торий-232, конечным продуктом распада которых является газ радон. Человек 54% земной радиации получает именно от излучения радона.

## **2) Причины аварии на ЧАЭС**

В ночь с 25-го на 26-е апреля 1986 г. на ЧАЭС произошла крупнейшая авария. ***Основными причинами аварии были:***

1. Продолжение эксперимента, при падении тепловой мощности и ксеноновом отравлении, вместо остановки реактора.
2. Блокировка системы автоматического отключения реактора.
3. Отключение турбогенератора, что привело к уменьшению числа оборотов ГЦН, ухудшению условий охлаждения активной области и резкому увеличению тепловой мощности реактора.

Для экстренной остановки реактора были приняты следующие меры:

Три группы стержней автоматического регулирования опускаются в активную зону, но остановить нарастание тепловой мощности не удаётся. Не сработала и заблокированная система автоматического отключения реактора. Была предпринята попытка погрузить стержни аварийной защиты, однако за счёт высокого давления пара в активной области они выталкивались и не погружались ни в автоматическом режиме, ни под действием силы тяжести. В результате давление пара увеличилось настолько, что произошёл первый взрыв. Разрушились перегородки в активной области, где вода соединилась с продуктами распада и образовался водород, который соединился с водой и образовался гремучий газ. В результате высокой температуры и наличия гремучего газа произошёл второй более мощный взрыв, и верхняя плита приподнялась и продукты распада устремились наружу.

 **Билет №21**

## **1) Дозиметрические величины и единицы измерения**

***Поглощённая доза*** – количество энергии, поглощённой единицей массы. В СИ единица измерения Грей (Гр), внесистемная единица Рад: 1 Рад = 10-2 Гр



***Мощность поглощенной дозы*** – количество энергии, поглощённое за единицу времени.



***Эквивалентная доза*** отличается от поглощённой тем, что она учитывается особенности радиационного эффекта в биологической ткани за счёт коэффициента качества $\overbar{K}$. В СИ единица измерения зиверт (Зв), внесистемная единица бэр: 1 бэр = 10-2 Зв



***Эффективная эквивалентная доза*** учитывает влияние ионизирующего излучения на отдельные органы человека за счёт взвешивающегося коэффициента *w*.

В Си - Зв. Внесистемная - бэр. 1бэр=10-2 Зв.



***Экспозиционная доза*** определяет ионизационную способность фотонного излучения в воздухе и равна отношению суммарного заряда всех ионов одного знака возникающих в воздухе при полном торможении электронов и позитронов к массе воздуха в этом объёме.



***Мощность экспозиционной дозы***:



## **2) Средства индивидуальной и медицинской защиты**

***Средства индивидуальной и медицинской помощи*** предназначены для защиты от попаданий внутрь организма и на кожные покровы радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств.

***Классификация средств защиты по назначению:***

* средства защиты органов дыхания:
* фильтрующие противогазы:
* ГП-4, ГП-5 для взрослого населения и ДП-6, ДПФ-7 для детей;
* изолирующие противогазы ИП-4, ИП-5;
* респираторы Р-2;
* противопыльные тканевые маски ПТМ-1;
* ватно-марлевые повязки.
* средства защиты кожи.

***Медицинские средства защиты включают:***

* Аптечка индивидуальная АИ-2 содержит средства, повышающие устойчивость организма к воздействию:
	1. ионизирующего излучения (радиопротекторы);
	2. токсических веществ (антидоты);
	3. противобактериальных средств.
* Индивидуальный противохимический пакет предназначен для проведения частичной санитарной обработки и дегазации;
* Пакет перевязочный, индивидуальный используется для наложения стерильных повязок.

**Билет №22**

## **1) Классификация чрезвычайных ситуаций по скорости, масштабам распространения. Стихийные бедствия и техногенные катастрофы**

**Классификация ЧС**

1. ***По скорости распространения***
	1. Внезапные (землетрясения и взрывы)
	2. Стремительные (пожары и аварии с выбросом ядовитых веществ)
	3. Плавные (засухи, эпидемии и загрязнения почвы).
2. ***По масштабам распространения***
	1. *Локальные ЧС* ограничиваются пределами объекта народного хозяйства.
	2. *Местные ЧС* распространяются в пределах населённого пункта или крупного города.
	3. *Региональные ЧС* ограничиваются пределом области или экономического района.
	4. *Национальные ЧС* охватывают государство.
	5. *Глобальные ЧС* выходят за пределы одной страны и распространяются на другие государства.

***Стихийные бедствия*** – опасные природные явления и процессы, имеющие чрезвычайный характер и приводящие не только к нарушению повседневного уклада жизни людей, но и к человеческим жертвам и уничтожению материальных ценностей. ***К ним можно отнести*** землетрясения, наводнения, извержения вулканов, оползни, ураганы, смерчи, лесные и торфяные пожары, снежные заносы и лавины. К ним также можно отнести засухи, длительные проливные дожди, сильные устойчивые морозы и массовое распространение вредителей в сельском и лесном хозяйстве.

*Причины стихийных бедствий*:

* в результате быстрого перемещения вещества (землетрясения и оползни);
* в процессе высвобождения земной энергии (вулканы);
* при повышении водного уровня рек, озёр и морей (наводнения и цунами).

В результате стихийных бедствий страдает экономика, уничтожаются материальные ценности и гибнут люди.

***Техногенные катастрофы*** – внезапный выход из строя машин и механизмов, сопровождающийся нарушениями производственного процесса, а также взрывами, пожарами, радиоактивным, химическим и биологическим заражением территории.

***К техногенным катастрофам относятся***: аварии на промышленных объектах, на железнодорожном, автомобильном, водном и воздушном транспорте, в результате которых образуются пожары и возникает опасность радиоактивного, химического и биологического заражения местности. Характер последствий техногенных катастроф зависит от вида аварии, её масштабов и особенностей предприятия.

Техногенные катастрофы могут быть следствием внешних факторов, в т. ч. стихийных бедствий, а также в результате дефектов сооружения. Однако наиболее частыми причинами являются нарушение технологического процесса и правил техники безопасности.

## **2) Содержание работы командиров формирований по организации и проведению спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ (СНАВ)**

***Спасательные работы:***

1. ведение разведки маршрутов выдвижения формирований;
2. локализация и тушение пожаров;
3. розыск поражённых и извлечение их из завалов повреждённых зданий;
4. вскрытие разрушенных защитных сооружений и подача в них воздуха;
5. оказание первой помощи поражённым людям и эвакуация их в лечебные учреждения;
6. вывоз населения из опасных районов и санитарная обработка людей, одежды и территории.

***Другие неотложные работы:***

1. прокладка путей и устройство проездов в завалах;
2. локализация аварий во всех системах снабжения объекта;
3. укрепление конструкций зданий и сооружений, угрожающих обвалом;
4. восстановление и ремонт повреждённых защитных сооружений для защиты людей от возможных повторных ядерных взрывов.

***Цели проведения СНАВР:***

1. Спасение людей и оказание помощи поражённым;
2. локализация аварий во всех видах систем снабжения

**Билет №23**

## **1) Пожары, характерные для РБ**

***Пожары*** – стихийное распространение горения, проявляющееся в уничтожающем действии огня, вышедшего из-под контроля человека. Возникают пожары, как правило, при нарушении мер пожарной безопасности, в результате разрядов молний, самовозгорания и других причин.

***Лесные пожары*** – неуправляемое горение растительности, распространяющееся на площади леса. В зависимости от того, в каких элементах леса распространяется огонь, пожары подразделяются на низовые, верховые и подзем-ные (почвенные), а от скорости продвижения кромки пожара и высоты пламени пожары могут быть слабыми, средней силы и сильными.

*Низовые пожары* распространяются только по почвенному покрову, т.е. горение листьев, коры, пней, валежника и др.

*Верховые пожары* могут быть беглыми и устойчивыми. Беглые пожары возникают только при сильном ветре, огонь распространяется со скоростью до 25 км/ч и обычно опережает фронт низового пожара. При устойчивом пожаре огонь движется сплошной стеной от напочвенного покрова до крон деревьев со скоростью до 8 км/ч. *Подземные (почвенные) лесные пожары* обычно являются развитием низового пожара. Они возникают на участках с торфяными почвами или имеющих мощный слой подстилки.

*Торфяные пожары* чаще всего бывают в местах добычи торфа. Они возникают обычно из-за неправильного обращения с огнем, от разрядов молнии или самовозгорания. Торф горит медленно на всю глубину его залегания. Торфяные пожары охватывают большие площади и трудно поддаются тушению.

*Пожары в городах и населенных пунктах* возникают при нарушении правил противопожарной безопасности, из-за неисправности электропроводок, распространения огня при лесных, торфяных и степных пожарах. Очень пожароопасны населенные пункты из деревянных построек с малыми расстояниями между зданиями. При пожаре в населенных пунктах сильный ветер может разносить воспламененный материал и искры на значительные расстояния и этим распространять пожар.

## **2) Последовательность оценки устойчивости объекта к проникающей радиации и радиоактивному заражению**

1. Определяется максимальное значение уровня радиации, ожидаемого на объекте по справочной литературе.
2. Определяется степень защищённости рабочих, здания и убежища, в которых будет работать и укрываться производственный персонал. Коэффициенты также определяются по справочной литературе.
3. Определяются дозы облучения, которые может получить персонал при воздействии проникающей радиации и радиоактивного заражения.
4. На основе полученных данных разрабатываются предложения по повышению устойчивости объекта к проникающей радиации и радиоактивному заражению.

**Билет №24**

## **1) Характеристика ядер, дефект массы, ядерные силы**

Известно, что одноименные заряды, которыми в ядре являются протоны, отталкиваются. Поэтому наличие в ядре нескольких положительных заряженных протонов свидетельствует о существовании специфических ***ядерных сил*** притяжения, которые преобладают над силами отталкивания протонов. Эти силы обеспечивают стабильность ядра и называются ***ядерные силы***, которые связывают протоны и нейтроны в ядре.

***Энергия связи ядра*** – работа, которую необходимо затратить на расщепление ядра на составляющие его нуклоны (нейтроны и протоны). ***Удельная энергия связи*** – энергия, приходящаяся на 1 нуклон.

Согласно теории относительности, наличие ядерных сил приводит к тому, что масса ядра ***М*** всегда меньше суммы масс составляющих его нуклонов. Это соотношение называется ***дефектом масс***.

**М < Z \* mр + (A –Z) \* mn**,

где mр - масса протона; mn – масса нейтрона; Z- количество протонов; (A–Z) – количество нейтронов.

## **2) Последовательность оценки устойчивости хозяйственного объекта к ударной волне**

1. Определяется максимальное избыточное давление ударной волны ΔPф.макс.
2. Выделяются основные элементы на объекте, от которых зависит функционирование объекта и выпуск продукции в военное время.
3. Определяется предел устойчивости к ударной волне каждого элемента, т.е. избыточное давление, приводящее к такой степени разрушения элемента, при котором возможно его восстановление.
4. Заключение об устойчивости к ударной волне производится путём сравнения найденного предела устойчивости с ожидаемым максимальным значением избыточного давления. Если ΔPф.lim > ΔPф.макс то объект устойчив к ударной волне, если ΔPф.lim < ΔPф.макс, то объект неустойчив.
5. На основе анализа результатов оценки устойчивости делаются выводы и предложения по каждому элементу объекта, разрабатываются предложения по повышению предела устойчивости. Целесообразным пределом повышения устойчивости считается избыточное давление, вызывающее такой характер разрушений на объекте, при котором восстановление будет реально. Предел устойчивости объекта необходимо повышать до ΔPф.макс.

**Билет №25**

## **1) Система безопасности реактора ВВЭР-1000**

* ***Пассивная система аварийного охлаждения зоны (ПСАОЗ)*** представляет собой 4 независимых друг от друга сосуда высокого давления, расположенные вертикально и заполненные борной кислотой и азотом. Система срабатывает в первый момент аварийной ситуации при разрыве трубопроводы 1-го контура и заливает корпус реактора в нижней и верхней его части.
* ***Активная система аварийного охлаждения зоны (АСАОЗ)*** срабатывает, если охлаждение активной зоны системой (ПСАОЗ) было недостаточно. АСАОЗ включает циркуляционные насосы, которые закачивают воду из бассейна в корпус реактора.
* В реакторе ВВЭР-1000 предусмотрена ***двойная защитная оболочка (контайнмент)***. Наружная герметичная оболочка выполнена из напряженного бетона толщиной более одного метра, способная выдержать прямое падение самолета массой 5т, давление 5 кг/см, землетрясение, ураганы, смерчи. В случае аварии – разрыва 1-го контура и разрушении парогенератора радиоактивные вещества концентрируются внутри защитной оболочки. Внутри оболочки установлены спринклерная система разбрызгивания борной кислотой и система рекомбинации водорода.
* При аварии за счет расплава активной области и элементов конструкции образуется смесь называемая «***кориум***». Она локализуется в нижней части реактора в специальном устройстве УЛК (типа тигеля), который препятствует растеканию радиоактивных веществ за пределы реактора.

## **2) Государственная программа ликвидации последствий аварии на ЧАЭС**

В ноябре 1991 г. Верховным Советом Республики Беларусь был принят Закон «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС». При классификации территорий и зон радиоактивного загрязнения были приняты следующие критерии:

а) возможность проживания населения (величина эффективной эквивалентной дозы облучения);

б) уровень загрязненности территории и отдельных экологических систем;

в) возможность получения экологически чистой продукции (сельскохозяйственной, лесохозяйственной, торфа, вод и других видов).

Вся территория по плотностям загрязнения цезием-137 разделена на пять зон:

а) зона эвакуации (отчуждения) – территория в пределах 30-километровых границ с плотностью загрязнения почв от 100 и более Ки/км2 ;

б) зона первоочередного отселения – территория с плотностью загрязнения почв от 40 до 100 Ки/км2;

в) зона последующего отселения - территория с плотностью загрязнения почв от 15 до 40 Ки/км2;

г) зона с правом на отселение - территория с плотностью загрязнения почв от 5 до 15 Ки/км2;

д) зона проживания с периодическим радиационным контролем - с плотностью загрязнения почв от 1 до 5 Ки/км2.

Характеристика зон произведена не только по цезию-137, но и по стронцию-90 и плутонию-239.

Принято решение о том, что если доза облучения населения не превышает 1мЗв в год, то население не подлежит отселению.

*В период с апреля 1986 г. по 1989 г. правительством бывшего СССР и пострадавших республик был принят ряд решений о мерах по охране здоровья населения, которых оказалось недостаточно.*

В ноябре 1991 г. Верховным Советом Республики Беларусь был принят закон «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на ЧАЭС». Настоящий закон направлен на снижение радиационного воздействия на население и экологические системы, на проведение природовосстановительных и защитных мероприятий. Закон регулирует правовой режим территорий радиоактивного загрязнения, условия проживания, осуществление хозяйственной, научно-исследовательской и другой деятельности на этих территориях.

При классификации территорий и зон радиоактивного загрязнения были приняты следующие критерии:

а) возможность проживания населения (величина эффективной эквивалентной дозы облучения);

б) уровень загрязненности территории и отдельных экологических систем;

в) возможность получения экологически чистой продукции (сельскохозяйственной, лесохозяйственной, торфа, вод и других видов).

**Билет №26**

## **1) Космическое излучение**

***Космическое излучение*** подразделяется на:

* галактическое;
* межгалактическое;
* солнечное.

А также на:

* первичное космическое излучение преобладает на высотах более 45 км (протоны, альфа-частицы);
* вторичное космическое излучение до 45 км (тритий, углерод-14, др. частицы и фотоны).

Галактическое и межгалактическое излучение представляет собой поток протонов (92%), альфа-частиц (7%) и ядра лёгких элементов (1%) (литий, азот, кислород, фтор). Энергия галактического излучения 1016 МэВ.

Незначительный вклад в космическое излучение вносят вспышки на солнце, интенсивность которых не превышает 100 МэВ.

## **2) Последствия аварии на ЧАЭС**

В результате аварии на ЧАЭС в атмосферу из разрушенного реактора было выброшено около 450 радиоактивных веществ, основными из которых являются:

Суммарная активность радиоактивных выбросов составляла 10 кюри, что в процентном отношении составляет 4% активности продуктов распада.

Радиационная обстановка после аварии была обусловлена:

* продолжительностью выброса (10 суток);
* дисперсионным составом;
* высотой радиоактивного выброса (1,5 км);
* метеорологическими условиями, которые определялись направлением ветра (северным, северо-западным, северо-восточным) и его скоростью (10 м/с).

Основной вклад в начальный период внёс короткоживущий изотоп йода-131, который благодаря своей летучести распространялся на большие расстояния и попадал в организм человека при вдыхании, с пищей и водой. Являясь активным элементом йод-131 соединяясь с белковыми молекулами потоком крови распространялся по всему организму человека и 60% его оседало в щитовидной железе.

В этот период облучение щитовидной железы получили 1,5 млн. человек. Из них 160 тыс. детей. В связи с тем, что период полураспада йода-131 составляет 8 суток, то его активность через 2 месяца уменьшилась в 250 раз.

В настоящее время наибольшую опасность для человека представляют долгоживущие радионуклиды стронций 90 и цезий 137.

Загрязнение стронцием-90 было обнаружено в основном в пределах 30 км зоны. На оставшейся территории загрязнённость стронцием составляла менее 1Ku/км2. Кроме загрязнения почвы, радиоактивному загрязнению были подвержены реки Днепр, Сож и Припять. Так, например, в доаварийный период концентрация цезия-137 в реке Припять составляла 0,006 Бк/л, то после аварии этот показатель составлял 3000 Бк/л.

**Билет №27**

## **1) История создания атомных реакторов**

Первый ядерный реактор, названный ***СР-1***, был создан в 1942 г группой физиков Чикагского университета, возглавляемая Энри Ферми. Он состоял из графитовых блоков, между которыми были расположены шары из природного урана и его двуокиси.

В СССР исследования реакторов были проведены группой физиков и инженеров под руководством академика И. В. Курчатова. Первый советский реактор ***Ф-1*** был изготовлен и испытан 25 декабря 1946 года. Реактор Ф-1 был набран из графитовых блоков и имел форму шара диаметром примерно 7,5 м.

В центральной части шара по отверстиям в графитовых блоках размещены урановые стержни. Реакторы Ф-1 и CP-1 не имел системы охлаждения, поэтому работал на очень малых уровнях мощности (доли ватта, редко — единицы ватт). Результаты исследований на реакторе Ф-1 стали основой проектов более сложных по конструкции промышленных реакторов. В 1954 году вступила в строй первая в мире атомная электростанция электрической мощностью 5 МВт в г. Обнинске.

## **2) Виды воздействия ионизирующих излучений на ткани и органы. Понятие радиочувствительности и дозы облучения**

Поступая в живой организм, энергия ионизирующего излучения изменяет протекающие в нем биологические и физиологические процессы, нарушает обмен веществ. Воздействие ионизирующего излучения на биологические объекты подразделяется на пять видов:

1. ***Физико-химические***, вызывающие перераспределение энергии за счет ионизации. Продолжительность – 10-12 до10-8 с.
2. ***Химические*** повреждения клеток, тканей и образование свободных радикалов, возбужденных молекул. Продолжительность – от 10-7 с до нескольких часов.
3. ***Биомолекулярные*** повреждения белков, нуклеиновых кислот. Продолжительность – от микросекунд до нескольких часов.
4. ***Ранние биологические эффекты***, приводящие к гибель клеток, органов, всего организма. Данная стадия длится от нескольких часов до нескольких месяцев.
5. ***Отдаленные биологические эффекты***, приводящие к возникновению опухолей, генетическим нарушениям, сокращению продолжительности жизни. Длятся годы, десятилетия и даже столетия.

***Радиочувствительность*** – чувствительность биологических объектов к действию ионизирующего излучения. Обратным понятием является ***радиоустойчивость***.

В качестве меры радиочувствительности используется доза облучения. ***Доза облучения*** – доза, которая приводит к гибели 50% облученных клеток. На клеточном уровне радиочувствительность зависит от содержания в клетке антиоксидантов, активности ферментов, интенсивности окислительно-восстановительных процессов и состояние системы ДНК.

**Билет №28**

## **1) Понятие коэффициента реактивности, температурного коэффициента реактивности. Отравление и шлакование**

Состояние реактора с точки зрения критичности, т.е. способности поддержания цепной реакции оценивается ***коэффициентом реактивности***:

, K - коэффициент размножения - отношение количества нейтронов в данном поколении (в данный момент времени) к количеству нейтронов в предыдущем поколении (момент времени).

Т.к. режим работы реактора в сильной степени зависит от температуры, то вводится понятие ***температурный коэффициент реактивности***:



***Реакторы с положительным температурным коэффициентом*** при внешних возмущениях требуют включения системы регулирования. ***Реакторы с отрицательным температурным коэффициентом реактивности*** в стационарном режиме устойчивы.

Во время работы реактора в его активной зоне возникают продукты распада, которые захватывают нейтроны и снижают реактивность реактора. Если радионуклиды сильно поглощают нейтроны, то такой процесс называется – ***отравление***. Если радионуклиды слабо поглощают нейтроны, то такой процесс называется – ***шлакование***. При кратковременном падении мощности, как говорят специалисты, реактор попадает в ***йодную яму***, что затрудняет его управление.

## **2) Классификация категорий облучаемых лиц и группы критических органов согласно НРБ-2000**

***Категории облучаемых лиц:***

* ***Категория А*** – профессиональные работники, которые работают с источниками радиоактивного излучения.
* ***Категория Б*** – ограниченная часть населения, проживающая на территории, где дозы облучения превышают предельно-допустимые значения.
* ***Категория В*** – население городов, районов, областей, где дозы облучения не превышают предельно-допустимые значения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Группа критических органов** | **ПДб, бэр/год** | **ПДДа, бэр/год** |
| 1. Половые железы и костный мозг | 5 | 0,5 |
| 2. Все остальное (кроме 1 и 3). | 15 | 1,5 |
| 3. Кожный покров и костная ткань. | 30 | 3 |

В основу группировки критических органов положена вероятность возникновения в них отдалённых эффектов облучения. В качестве основных предельных доз в зависимости от групп критических органов для категории А устанавливается предельно допустимая доза (ПДДа) а для категории Б предел дозы (ПДб).

**Билет №29**

## **1) Устройство и работа сцинтилляционного счетчика**

***Сцинтилляционный метод*** основан на изменении интенсивности световых вспышек, возникающих в люминесцирующих веществах. Вещества, испускающие свет под действием ионизирующего излучения называются ***сцинтилляторы***.

***Достоинства:*** высокая эффективность регистрации радиоактивного излучения и малое время восстановления.



Сцинтилляционный счетчик с фотоумножителем состоит из сцинтиллятора 1, фотокатода 2, фокусирующего устройства 3, динодов 4, анода 5. Положительное напряжение на диноды подается с делителя сопротивлений, подключенного к источнику питания. Напряжение на каждый последующий динод увеличивается и максимальное напряжение, равное напряжению источника питания подается на анод. На катод подается отрицательная полярность напряжения.

При действии ионизирующего излучения на сцинтиллятор он испускает кванты света, которые воздействуя на фотокатод выбивают электроны. Фокусирующие устройство концентрирует электроны в узкий пучок и за счет положительного напряжения на первом диноде электроны ускоряются и движутся к нему. Из первого динода выбиваются электроны, которые за счет ускоряющего напряжения на втором диноде движутся к нему и вновь выбивают электроны. Процесс повторяется для каждого последующего динода и количество электронов увеличивается. С последнего динода электроны движутся к положительному аноду и выбивают максимальное число электронов. В анодной цепи возникает ток, который, протекая через сопротивление, создает на нем усиленное, выходное напряжение, пропорциональное интенсивности ионизирующего излучения.

##  **2) Химические и биологические способы защиты от радиации. Ускоренное выведение радионуклидов из организма**

Химический и биологический методы защиты от радиации основаны на том, что химические вещества прерывают или ослабевают реакции, протекающие в облученном организме и стимулируют процессы восстановления клеток и молекул ДНК. Вещества, обладающие радиозащитным эффектом, называются радиопротекторами. *Однако большинство радиопротекторов имеют ряд существенных недостатков: они токсичны и нестабильны*.

Различают следующие *виды радиопротекторов:*

 1. *Серосодержащие*. *К ним относятся цистеин, цистеамин*. При этом за счет нейтрализации свободных радикалов доза подавляется примерно в 2 раза, а продолжительность защитного действия составляет около 1 часа. Эффективны только при гамма- и рентгеновском облучении, неэффективны при нейтронном облучении. Очень токсичны, поэтому необходимо соблюдать нормы приема.

 2. *Биогенные амины*. *К ним можно отнести триптамин, серотонин, мегафен, аминазин, мексамин.* Эти препараты создают кислородное голодание, замедляют обмен веществ и обладают радиопротекторными свойствами. Но у них имеется и недостаток - они не защищают половые клетки.

 *3. Антибиотики – пенициллин, актиномицин*. Эти препараты увеличивают сопротивляемость организма бактериям и восстанавливают пептидные связи. Этим объясняются их радиопротекторные свойства.

 *4. Фенольные соединения. Наиболее эффективен препарат меланин, который содержится в кофе, какао, красном вине, винограде, грибах.*

*Некоторые растения. К ним можно отнести экстракты элеутерококка, женьшеня, китайского лимонника.*

***Ускоренное выведение радионуклидов из организма***

Ускорить выведение радионуклидов из организма можно за счет увеличения интенсивности процессов обмена следующими способами:

Массаж и занятия спортом, баня с парилкой, голодание, употребление мочегонных и желчегонных средств, употребление фруктовых соков, регулярное опорожнение кишечника (для чего включают в рацион питания: хлеб грубого помола, пшено, крупы гречку, перловую, овсяную, капусту, свеклу, чернослив), стимуляция лимфатического дренажа (используют лекарственные травы: овес обыкновенный, овсяные хлопья, листья черной смородины, подорожник, цветки календулы, кукурузные рыльца).

**Билет №30**

## **1) Цепная реакция деления тяжелых ядер, взаимодействие нейтронов с ядром, коэффициент размножения**

Как известно, природный уран представляет смесь урана-238 - 99,2%, урана-235 - 0,71% и уран-234 - 0,006%.

***При облучении ядра атома урана нейтронами может быть три вида взаимодействия***:

* нейтрон поглощается ядром атома, и оно испускает гамма-квант (если кинетическая энергия нейтрона незначительна);
* нейтрон проскакивает ядро без последствий (если кинетическая энергия нейтрона очень большая);
* нейтрон вызывает деление ядра на два осколка с выбросом нескольких нейтронов (обычно 2-3).

Последний случай имеет место, если кинетическая энергия нейтрона, облучающего ядро, занимает промежуточное значение между очень высокой и незначительной энергией нейтрона.

Особый интерес представляет только третий случай, когда энергию деления ядра можно использовать в ядерном реакторе. Ядра 238U могут делиться только быстрыми нейтронами с энергией более 1,1 МэВ, а ядра 235U могут делиться только тепловыми нейтронами.

Очевидно, что в ядерном реакторе целесообразно в качестве ядерного горючего использовать 235U, так как технически получить тепловые нейтроны задача несложная.

Однако для обеспечения цепной реакции необходимо, чтобы масса 235U была достаточной. Для этого концентрацию 235U в природном уране повышают обычно до 2—6%, то есть обогащают 238U.

Чтобы исключить ядерный взрыв, необходимо, чтобы после каждого цикла деления оставался только один нейтрон из 2—3. Остальные нейтроны должны быть поглощены или уйти из активной зоны. Часть нейтронов поглощается 238U, превращаясь в 239 Рu, а часть нейтронов может быть поглощена графитом, бором или другим веществом.

Следует заметить, что при делении ядер 235U образуются нейтроны, энергия которых выше требуемой для поддержания цепной реакции деления. Поэтому принимаются меры по замедлению нейтронов.

В процессе работы ядерного реактора распадающиеся радиоактивные вещества остаются в активной зоне. Из осколков ядерного деления больше всего образуется изотопов с номерами от 80 до 105 (первый пик) и от 130 до 150 (второй пик). Среди них большинство с коротким периодом полураспада, но есть и относительно долгоживущие (стронций-90, цезий-137 и некоторые другие).

***Цепная ядерная реакция*** заключается в том, что под воздействием нейтронов ядра атома урана распадаются на более лёгкие ядра, называемые осколки деления. При этом образуются вторичные нейтроны и выделяется тепловая энергия. Вторичные нейтроны вновь воздействуя на ядра урана приводят к их делению с образованием новых нейтронов и выделению энергии. Процесс повторяется, развивается лавинообразно и может привести к ядерному взрыву.



где K – количество вторичных нейтронов (2-3);

 q – тепловая энергия

Однако, такое представление ядерной реакции является идеализированным, т.к. в результате захвата нейтронов примесями и вылета нейтронов из активной области ядерная реакция может затухать.

Для характеристики процессов, протекающих в ядерной реакции, вводится понятие ***коэффициент размножения K***, который равен отношению количества нейтронов в данном поколении к количеству нейтронов в предыдущем поколении.

|  |  |
| --- | --- |
| K>1 | Ядерная реакция нарастает и может привезти к взрыву |
| K<1 | Ядерная реакция затухает |
| K=1 | Ядерная реакция протекает стабильно |

## **2) Действие ионизирующего излучения на тело человека**

Ионизирующее излучение в больших дозах вызывает лучевую болезнь, которая наступает при однократном облучении дозой от 1 до 10 Грей. В зависимости от полученной дозы лучевая болезнь имеет ***3 степени тяжести***:

* Лёгкая 1-2,5 Гр.
* Средняя 2,5-4 Гр.
* Тяжёлая 4-10 Гр.

***Фазы острой лучевой болезни:***

* Первичная острая реакция.
* Кажущееся благополучие.
* Выраженные клинические последствия.
* Раннее восстановление.

При длительном облучении малыми дозами радиации развивается хроническая лучевая болезнь. К её возникновению приводит ежедневное облучение дозой 0.5 бэра при достижении суммарной дозы в 100 бэр. При этом наблюдается волнообразное изменение в составе крови. На ряду с изменениями в составе крови наблюдается нарушение нервной сердечно-сосудистой и эндокринной системы. Профилактика хронической лучевой болезни состоит в строгом соблюдении норм и правил на заражённой местности.

**Билет №31**

## **1) Искусственные источники радиации**

* тепловые электростанции;
* склады удобрений, имеющие повышенное содержание уранового и ториевого происхождения;
* часы и компасы со светящимися циферблатами;
* цветные телевизоры и дисплеи компьютеров;
* пожарные дымовые извещатели;
* краски, с повышенным содержанием урана;
* рентгеновские установки для проверки багажа;
* установки для контроля качества и структуры сплавов;
* установки для холодной стерилизации перевязочного материала и инструментов;
* рентгеновские установки для диагностики заболеваний человека;
* установки для облучения автомобильных шин с целью увеличения срока их службы;
* приборы для поиска полезных ископаемых;
* приборы для измерения износа деталей;
* установки для контроля толщины изделий;
* приборы для определения толщины покрытий из золота и серебра.

***В Минской области находятся 2 радиационно-опасных объекта:***

* «Молодеченский Центр Стандартизации и Метрологии», где суммарная активность источника цезия составляет 70 Ku.
* «Несвижский Завод Медицинских Препаратов», где суммарная активность 800 Ku.

***Область применения закрытых источников ионизирующего излучения:***

* Медицина и биология: ускорители заряженных частиц, рентгеновские и гамма аппараты.
* Сельское хозяйство: химические удобрения и гамма установки.
* Пищевая промышленность: радиоизотопные приборы (уровнемеры).
* Химическая и лёгкая промышленность: толщиномеры и приборы для снятия статического заряда.
* Металлургия: ускорители заряженных частиц, рентгеновские аппараты и дефектоскопы.
* Строительная индустрия: ускорители и рентгеновские аппараты.
* Геология: нейтронные и гамма-источники.
* Научные исследования: ускорители заряженных частиц и рентгеновские аппараты.
* Ядерная энергетика: нейтронные источники.

## **2) Последовательность оценки устойчивости объекта к воздействию проникающей радиации и радиоактивному заражению**

1. Определяется максимальное значение уровня радиации, ожидаемого на объекте по справочной литературе.
2. Определяется степень защищённости рабочих, здания и убежища, в которых будет работать и укрываться производственный персонал. Коэффициенты также определяются по справочной литературе.
3. Определяются дозы облучения, которые может получить персонал при воздействии проникающей радиации и радиоактивного заражения.
4. На основе полученных данных разрабатываются предложения по повышению устойчивости объекта к проникающей радиации и радиоактивному заражению.