



**ВОЛГОГРАДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА
ПАТОФИЗИОЛОГИИ,
КЛИНИЧЕСКОЙ
ПАТОФИЗИОЛОГИИ**



РАДИАЦИОННЫЕ АВАРИИ

**Лекция по дисциплине «Общая и медицинская
радиобиология»
для студентов, обучающихся по специальности
«Медицинская биохимия»**

Лектор:
доцент кафедры патофизиологии, клинической
патофизиологии, к.м.н. Е.А. Музыко



Цель лекции:

изучить экологические последствия и риски для здоровья человека при авариях на радиационно-опасных объектах.



Вопросы лекции:

1. Риски для здоровья человека при использовании атомной энергии в мирных целях.
2. Понятие «радиационная авария». Экологические проблемы, возникающие в условиях аварийной работы радиационно-опасных объектов.
3. Медико-биологические и социальные последствия радиационных аварий. Опыт ликвидации последствий радиационных аварий.



1. Риски для здоровья человека при использовании атомной энергии в мирных целях.



Ядерная энергия является одним из наиболее **потенциально** опасных видов энергии из всех до сих пор известных человечеству, поэтому при создании АЭС особое внимание уделяется решению вопросов обеспечения безопасности при возникновении аварийных ситуаций, исключить которые, как и в любой другой области человеческой деятельности, полностью невозможно.

Даже при неконтролируемом разгоне реактора взрыва, подобно ядерному, произойти не может.

Принцип действия ядерного реактора таков, что необходимая для взрыва критическая масса теоретически не может быть создана.



Еще в 1992 году в мире действовало **426 промышленных атомных энергетических установок** общей мощностью около 280 ГВт, **360 исследовательских и демонстрационных ядерных реакторов**, еще около 100 реакторов находилось в стадии строительства.

На территории бывшего СССР в этот период работало 56 энергоблоков 15 АЭС суммарной мощностью 33,6 ГВт, что являлось **II—III** показателем среди 26 стран, имеющих АЭС.

Кроме того, в стране насчитывалось еще 11 исследовательских реакторов и около 380 судовых АЭУ.



Несмотря на высокую настороженность общественности и правительств ряда стран (США, Швеция), атомная энергетика имеет устойчивую тенденцию к развитию:

- в 1984 году в мире насчитывалось 345 атомных энергоблоков,
- в 1986 году — 417,
- в 1988 году — 426,
- в 1994 году — около 500.

В настоящее время 17% всей электроэнергии в мире вырабатывается на АЭС, а в ряде стран, таких как Бельгия и Франция, эта доля достигает 50-75%.



Работа АЭС требует:

- 1) добычи урановой руды,
- 2) ее переработки в обогащенное ураном-235 ядерное топливо,
- 3) производства тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов),
- 4) переработки отработанного топлива для последующего использования извлеченного делящегося материала,
- 5) переработки и захоронения образующихся радиоактивных отходов.



По данным НКДАР при ООН за период с 1945 по 1992 годы вклад ядерной энергетики в формирование коллективной эффективной дозы облучения населения всего земного шара составил 2,4 млн чел.-Зв, а дополнительный вклад тяжелых радиационных аварий — 0,6 млн чел.-Зв, то есть почти в 1100 раз меньше, чем вклад облучения от источников естественного фона.



2. Понятие «радиационная авария». Экологические проблемы, возникающие в условиях аварийной работы радиационно-опасных объектов.



Радиационная авария происходит при нарушении пределов безопасной эксплуатации АЭС и другого оборудования с выходом радионуклидов за предусмотренные границы в количествах, превышающих значения, установленные для нормальной эксплуатации.

НРБ-99/2009 определяют ***радиационную аварию как потерю управления источником ионизирующего излучения, вызванную неисправностью оборудования, неправильными действиями работников (персонала), стихийными бедствиями или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных норм или радиоактивному загрязнению окружающей среды.***



Радиационные аварии подразделяются на три типа:

- *локальная* — нарушение в работе радиационно опасных объектов, при котором не произошел выход радиоактивных продуктов или ионизирующих излучений за предусмотренные границы оборудования, технологических систем, зданий и сооружений в количествах, превышающих установленные для нормальной эксплуатации предприятия значения.
- *местная* - нарушение в работе радиационно опасных объектов, при котором произошел выход радиоактивных продуктов в пределах санитарно-защитной зоны и в количествах, превышающих установленные нормы для данного предприятия.
- *общая* - нарушение в работе радиационно опасных объектов, при котором произошел выход радиоактивных продуктов за границу санитарно-защитной зоны и в количествах, приводящих к радиоактивному загрязнению прилегающей территории и возможному облучению проживающего на ней населения выше установленных норм.



При возникновении радиационной аварии различают четыре фазы ее развития: начальную, раннюю, промежуточную и позднюю (восстановительную).

- *Начальная фаза аварии* является периодом времени, предшествующим началу выброса (сброса) радиоактивности в окружающую среду или периодом обнаружения возможности облучения населения за пределами санитарно-защитной зоны АЭС. В отдельных случаях подобная фаза может не существовать вследствие своей быстротечности.
- *Ранняя фаза аварии (фаза «острого облучения»)* является периодом собственно выброса радиоактивных веществ в окружающую среду или периодом формирования радиоактивной обстановки непосредственно под влиянием выброса (сброса) в местах проживания или нахождения населения. Продолжительность этого периода может быть от нескольких минут до нескольких часов в случае разового выброса (сброса) до нескольких суток в случае продолжительного выброса (сброса).



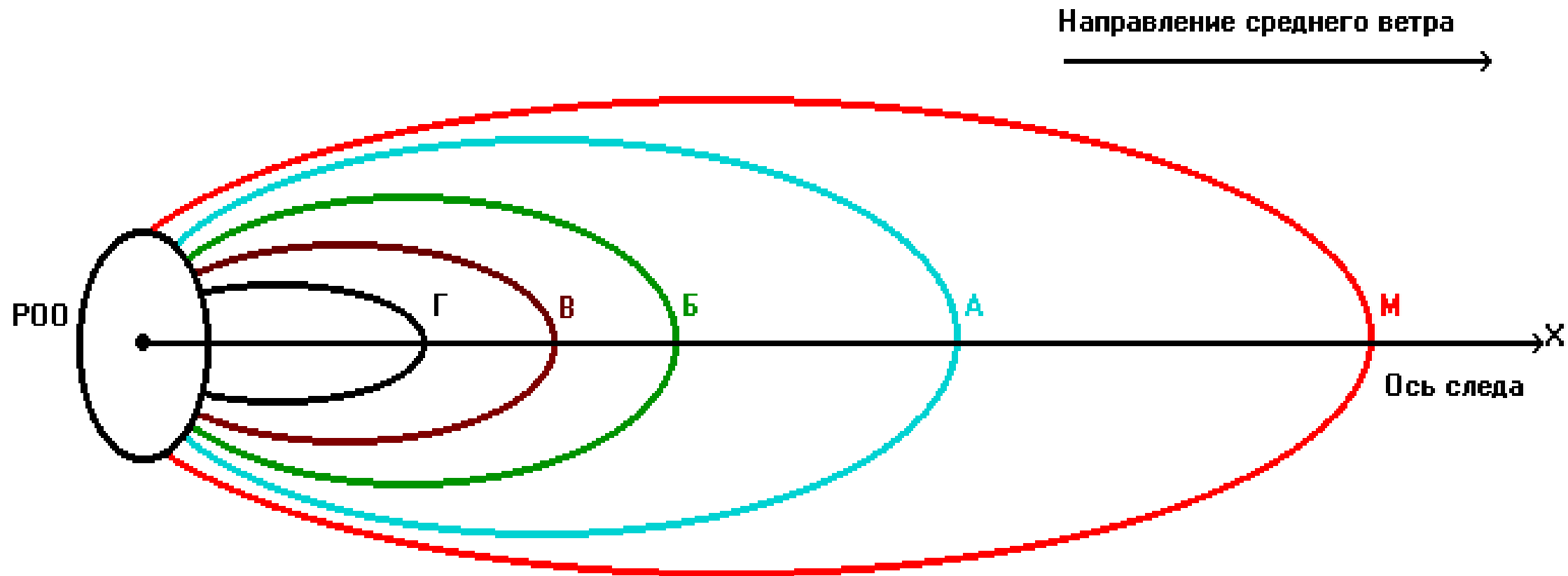
- *Промежуточная фаза аварии* охватывает период в течение которого нет дополнительного поступления радиоактивности из источника выброса в окружающую среду и в течение которого принимаются решения о введении новых или продолжении ранее принятых мер радиационной защиты. Решение принимается на основе проведенных измерений уровней содержания радиоактивных веществ в окружающей среде и вытекающих из них оценок доз внешнего и внутреннего облучения населения. Промежуточная фаза начинается с нескольких первых часов с момента выброса (сброса) и длится несколько суток, недель и больше. Для разовых выбросов (сбросов) протяженность фазы прогнозируют до 7-10 суток.
- *Поздняя фаза аварии (восстановительная)* характеризуется периодом возврата к условиям нормальной деятельности населения и может длиться от нескольких недель до нескольких лет в зависимости от мощности и радионуклидного состава выброса (сброса), характеристик и размеров загрязненного района, эффективности мер радиационной защиты.



Радиоактивное загрязнение – это загрязнение поверхности Земли, атмосферы, воды либо продовольствия, пищевого сырья, кормов и различных предметов радиоактивными веществами в количествах, превышающих уровень, установленный нормами радиационной безопасности и правилами работы с радиоактивными веществами.

Радиоактивное загрязнение местности при авариях на АЭС существенно отличается от радиоактивного заражения местности при ядерных взрывах.

Радиоактивное загрязнение местности возникает в случае выпадения радиоактивных осадков.



Характеристика зон радиоактивного загрязнения местности в случае аварии на радиационно опасном объекте (по прогнозу)



Наименование зоны	Индекс зоны (цвет отображения на карте)	Размеры зоны, длина\ширина, км	Доза облучения за первый после РА год, рад		Мощность дозы через 1 час после РА, рад\ч	
			На внешней границе	На внутрен- ней границе	На внешней границе	На внутрен- ней границе
Радиационная опасность	М (красный)	270\18,2	5	50	0,014	0,14
Умеренного загрязнения	А (синий)	75\3,92	50	500	0,14	1,4
Сильного загрязнения	Б (зеленый)	17,4\0,69	500	1500	1,4	4,2
Опасного загрязнения	В (коричневый)		1500	5000	4,2	14
Чрезвычайно опасного загрязнения	Г (черный)		5000	-	14	-



При радиационной аварии рассматриваются зоны, имеющие различную степень опасности для здоровья населения. Они характеризуются возможной дозой облучения за год:

- *зона экстренных мер защиты* – территория, в пределах которой доза внешнего γ -облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выбросов радиоактивных веществ может превысить 25 рад (0,25 Зв), но не более 75 рад (0,75 Зв), а доза внутреннего облучения щитовидной железы за счет поступления в организм человека радиоактивного йода – 250 рад (2,5 Зв);
- *зона профилактических мероприятий* - территория, в пределах которой доза внешнего γ -облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выбросов радиоактивных веществ может превысить 25 рад (0,25 Зв), но не более 75 рад (0,75 Зв), а доза внутреннего облучения щитовидной железы за счет поступления в организм человека радиоактивного йода – 30 рад (0,3 Зв), но не более 250 рад (2,5 Зв);



- *зона ограничений* - территория, в пределах которой доза внешнего γ -облучения населения за время формирования следа радиоактивного загрязнения от выбросов радиоактивных веществ может превысить 10 рад (0,1 Зв), но не более 25 рад (0,25 Зв), а доза внутреннего облучения щитовидной железы за счет поступления в организм человека радиоактивного йода – 300 рад (0,3 Зв);
- *зона возможного радиоактивного загрязнения* - территория, в пределах которой прогнозируемые дозовые нагрузки превышают 10 рад (0,1 Зв) в год.

Степень радиационной опасности для населения при аварии определяется:



- 1) количеством и радионуклидным составом выброшенных в окружающую среду радиоактивных веществ,
- 2) расстоянием от источника радиоактивного выброса до населенных пунктов,
- 3) характером их застройки и плотностью населения,
- 4) метеорологическими условиями во время аварии,
- 5) сезоном года,
- 6) характером сельскохозяйственного использования территории, водоснабжения и питания населения.



3. Медико-биологические и социальные последствия радиационных аварий. Опыт ликвидации последствий радиационных аварий.



Число людей, пострадавших при радиационных авариях, может быть различным, в том числе, как показал опыт аварии на ЧАЭС, и очень большим. К настоящему времени накоплен большой опыт эксплуатации АЭС в условиях радиационной безопасности. К сожалению, имеется также немалое количество радиационных аварий и опыт ликвидации их последствий.

С 1944 по 1986 год в мире произошло 296 аварийных радиационных ситуаций, связанных с выбросом радиоактивных веществ и облучением людей.

Самые крупные из них были:

- 1) в Северной Англии (Уиндскейл, 1957),
- 2) в США (Три-Майл-Айленд, 1979),
- 3) в Бразилии (Гайана, 1982).



Последствия радиационных инцидентов испытали 1371 человек, облучились в высоких дозах 633 человека, погибли 37 человек.

Из 296 зарегистрированных аварийных ситуаций только 8 приходятся на АЭС, 209 — на различные атомные установки, 69 — на работу с радионуклидами.

- Первой серьезной радиационной аварией считается произошедший в **1952 году в Чолк-Риверской ядерной лаборатории (Канада)** инцидент на исследовательском реакторе.
- **В 1953 году в Арагонской национальной лаборатории (США)** экспериментальный реактор был доведен до сверхкритического состояния.
- **В октябре 1957 года произошел пожар в активной зоне ядерного реактора на АЭС в Уиндскейле (Англия).**



- **В 1961 году в штате Айдахо (США)** произошла авария на испытательной установке экспериментального реактора. Радиоактивных веществ выделилось мало, но имелось два летальных исхода.
- **В 1970 году произошла авария на АЭС Индиан-Поинт-1.** В трубе бойлера образовалась течь, сквозь которую радиоактивные отходы попадали в окружающую среду. Скорость их утечки составляла 20 л/ч. Прокуратура штата Нью-Йорк потребовала возмещения ущерба в размере 5 млн долл. за нарушение экологического баланса р. Гудзон, в результате которого дважды в течение зимы 1969-1970 годов происходила массовая гибель рыбы.
- **В декабре 1970 года на АЭС в г. Сакстоне** произошла радиационная авария, в результате которой в течение 72 мин в окружающую среду было выброшено 19,7 Ки радиоактивных газов. Максимальная концентрация ксенона-133 и ксенона-135 составила 1,2 нКи/м³.
- **В марте 1979 года произошла авария на энергетическом реакторе АЭС в Три-Майл-Айленде (США, штат Пенсильвания).**



- В ночь с 25 на 26 апреля 1986 г. на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), расположенной в 160 км к северо-востоку от Киева и в 15 км к северо-западу от Чернобыля (Киевская обл.), произошла крупнейшая в мировой истории авария, повлекшая за собой тяжелые последствия для людей и окружающей природы.

По официальным оценкам, суммарная активность выброса составила 50 МКи (без инертных газов), что составило около 4 % общей активности топлива в реакторе. Это в тысячу раз больше, чем при аварии на АЭС в Три-Майл-Айленде (США). Состав выброса в целом соответствовал изотопной структуре топлива в реакторе в котором преобладали короткоживущие радионуклиды, в первую очередь йод-131. Из долгоживущих радионуклидов в составе выброса преобладал цезий-137. В выбросе имелись и не входящие в состав топлива вещества - элементы конструкции реактора и материалы, сброшенные на реактор при тушении пожара (песок и глина, доломит, свинец, соединения бора).

Радиоактивные выпадения были зарегистрированы на удалении более 2 тыс. км от места аварии, затронув территорию по крайней мере 20 государств. Только на территории Белоруссии, Украины и России, пострадавших более всего, загрязнению цезием-137 с плотностью выпадений свыше 1 Ки/км² подверглась в совокупности территория 131 тыс. км² с населением около 4 млн. человек, в т. ч. около 1 млн. детей.

Особенно тяжелое последствие чернобыльской катастрофы - значительное ухудшение состояния здоровья большого количества людей.

Официальные данные об общем количестве умерших в результате чернобыльской катастрофы за 1986—1995 гг. отсутствуют. По некоторым оценкам, эта цифра составляет от трех до десяти тысяч человек. В Распределенный регистр пострадавших от катастрофы на ЧАЭС в странах СНГ включено около 600 тыс. человек, принимавших участие в ликвидации аварии.

По оценке экспертов Научного комитета ООН по действию атомной радиации, полная коллективная эквивалентная доза для населения всех стран мира, подвергшихся радиоактивному загрязнению вследствие чернобыльской катастрофы, составляет 600 тыс. чел.-Зв.





- **АЭС Фукусима-1 (Япония) 11 марта 2011г.**

Землетрясение и удар цунами вывели из строя внешние средства электроснабжения и резервные дизельные генераторы, что явилось причиной неработоспособности всех систем нормального и аварийного охлаждения и привело к расплавлению активной зоны реакторов на энергоблоках 1, 2 и 3 в первые дни развития аварии.

Общий объем радиоактивных веществ, попавших в атмосферу и морскую воду после аварии на АЭС "Фукусима-1", превышает обнародованные ранее данные почти в 1,5 раза.

На территории бывшего СССР только за последние пятьдесят лет произошло 176 радиационных инцидентов, в результате которых у 568 человек развились разнообразные формы лучевой патологии, а у 344 человек была диагностирована острая лучевая болезнь.





**Благодарю за
внимание!!!**