**Текст для учителя**

**по теме «Воздействие атомных электростанций России на окружающую среду Московского региона»**

**Радиационная безопасность при авариях на АЭС**

При использовании ядерной энергии наибольшую опасность, в конечном счете, представляет облучение. Риск, связанный с другими аспектами работы реактора, либо существенно меньше, либо того же порядка, что и на традиционных установках по выработке энергии.

*Радиационная безопасность* – свойство атомных электростанций (АС) обеспечивать за счет комплекса технических, организационных и гигиенических мероприятий установленные пределы эквивалентной дозы внешнего и внутреннего облучения персонала и населения и установленные предельно допустимые выбросы радионуклидов в окружающую среду при нормальной эксплуатации АС и авариях.

Воздействие излучения на вещество определяется поглощенной дозой *D,* для измерения которой служит грей (1 Гр = 1 Дж/кг = 100 рад). Биологическое действие зависит от вида излучения и определяется эквивалентной дозой.

При осуществлении мер, обеспечивающих безопасность АС, в соответствии с нормами должна учитываться вся совокупность факторов, формирующих дозу для населения: прямые и косвенные пути воздействия; критические радионуклиды и критические группы населения; географические и метеорологические факторы; народнохозяйственное планирование использования территории, водоемов и перспектива их использования, а также другие характеристики, необходимые для обоснованного определения неблагоприятных последствий загрязнения окружающей среды.

Требования о непревышении устанавливаемого предела дозы облучения ограниченной части населения (категория Б) должны выполняться для границы санитарно-защитной зоны или за ее пределами на таком расстоянии, где ожидается наибольшая доза внешнего и внутреннего облучения населения.

Чтобы исключить превышение пределов дозы, в СП АЭС-79 регламентирован среднесуточный и среднемесячный допустимый выброс газов и аэрозолей в атмосферу, основанный на опыте эксплуатации действующих АЭС.

Фактические дозы облучения укладываются в установленный норматив для многих АЭС с более чем десятикратным запасом.

**Основные биологически значимые радионуклиды**

Различные радионуклиды могут проникать в организм человека различными путями и при этом оказывать на него различное радиологическое воздействие. Рассмотрим некоторые биологически значимые нуклиды.

***Тритий.***Тритий (период полураспада 12,4 года) образуется в активной зоне реактора в результате тройного деления и других реакций. Из реактора тритий выделяется или в виде содержащего тритий газа (НТ), или в виде содержащей тритий воды (НТО) и попадает в атмосферу, а, возможно, в реки или озера. Газообразный тритий НТ очень скоро окисляется и переходит в НТО. В конечном счете, любой утекающий самопроизвольно или сбрасываемый под контролем тритий оказывается в виде тритиевой воды. Радиационное воздействие трития является следствием потребления человеком продуктов питания и питьевой воды. Кроме того, НТО может попасть в организм человека при вдыхании, а также через кожный покров. При наличии трития весь человеческий организм подвергается воздействию бета-излучения с максимальной энергией 18 кэВ. Период полувыведения для трития равен 12 сут.

**Радионуклид йода***.* Образующиеся в реакторе радионуклиды йода 131I (период полураспада 8 сут.)  проникают в организм человека вместе с вдыхаемым воздухом и при потреблении пищи (молоко, овощи и др.). Поглощенный человеком йод концентрируется в основном в щитовидной железе. Радиоактивные нуклиды йода испускают как бета-, так и гамма-излучения. Период полувыведения 131I из организма примерно 7,6 сут.

*Нуклиды плутония.* Нуклиды плутония могут попасть в атмосферу в виде аэрозолей. Наибольшую опасность для здоровья представляет вдыхание плутония, накапливающегося в легких. Кроме того, плутоний может попасть в организм при потреблении пищи; при этом плутоний преимущественно откладывается в костных тканях. Период полувыведения плутония 200 лет.

*Стронций и цезий.* Продукт деления 90Sr (период полураспада 29,1 года) может попасть в атмосферу при выбросе. В организм человека 90Sr проникает с пищей. Подобно кальцию 90Sr откладывается преимущественно в костных тканях, заключающих в себе жизненно важные кроветворные органы. Этим 90Sr очень опасен для здоровья человека, поскольку биологическое время его выведения из организма равно примерно 18 годам, а дочерним продуктом распада 9uSr является 90Y (период полураспада 2,7 сут.), испускающий «жесткое» гамма-излучение с максимальной энергией 2,3 МэВ.

Радиологическое воздействие цезия, как и 90Sr, на человека связано с проникновением его в человеческий организм вместе с пищей. Для 134Cs (период полураспада 2,1 года) и 135Cs (период полураспада 30 лет) наряду с гамма-излучением характерным является также бета-излучение. В организме цезий может в значительной степени замещать калий и, подобно последнему, распространяться по всему организму в виде высокорастворимых соединений. Эффективный период полувыведения цезия из организма примерно 70 сут.

**Аварийные ситуации**

Для АС с реакторами с водой под давлением наиболее тяжелыми могут стать аварии, связанные с разрывом трубопроводов контура теплоносителя первого контура, оголением активной зоны; разгерметизацией всех оболочек тепловыделяющих элементов (твэлов) и оплавлением активной зоны.

При проектировании АС должны быть предусмотрены противоаварийные меры безопасности. Система безопасности АС, обеспечивающая защиту населения при максимальной проектной аварии, должна быть спроектирована так, чтобы рассчитанная при наихудших погодных условиях на границе санитарно-защитной зоны и за ее пределами ожидаемая индивидуальная доза на щитовидную железу детей, обусловленная изотопами йода, не превосходила 30 бэр, а ожидаемая доза от внешнего излучения на все тело и любые другие органы (за исключением щитовидной железы) не превосходила 10 бэр.

Основными факторами радиационного воздействия на население при аварии на АС являются протоны и гамма-излучения продуктов деления. Вклад в дозу альфа-излучателей при поступлении радиоактивных веществ внутрь организма должен учитываться, если из-за особенностей реактора и аварии происходит выброс значительного количества плутония. При поступлении во внешнюю среду только ИРГ (криптона и ксенона) радиационная опасность обусловлена одним внешним излучением при прохождении радиоактивного облака.

В случае выброса смеси продуктов деления наиболее вероятно, что основным компонентом, в первую очередь обуславливающим наибольшую опасность внутреннего облучения, явится 131I, особенно в первые несколько недель после аварии.

На первом этапе после аварии (от 0,5 ч. до 1 сут.) основной вклад в дозу облучения персонала и населения вносит поступление всех радиоизотопов йода с вдыхаемым воздухом, а доза внешнего облучения от облака будет примерно в 100 раз меньше дозы облучения щитовидной железы.

Радиационная обстановка на территории аварийной АС и степень радиационной опасности для населения обусловливаются количеством и радионуклидным составом выброшенных во внешнюю среду радиоактивных веществ, расстоянием от источника аварийного выброса до населенных пунктов, характером их застройки и плотностью заселения, метеорологическими, гидрологическими и почвенными характеристиками территории, метеорологическими условиями во время аварии, временем года, характером  сельскохозяйственного  использования  территории, водоснабжения и питания населения.

В результате аварийного выброса в атмосферу возможны следующие виды радиационного воздействия на население (в порядке очередности):

* внешнее облучение при прохождении радиоактивного облака;
* внутреннее облучение при вдыхании радиоактивных продуктов деления;
* контактное облучение вследствие радиоактивного загрязнения кожных покровов и одежды;
* внешнее облучение, обусловленное радиоактивным загрязнением поверхности земли, зданий, сооружений и т. п.;
* внутреннее облучение в результате потребления загрязненных продуктов питания и воды.

В зависимости от складывающейся обстановки для защиты населения от радиационного воздействия могут быть приняты следующие меры:

* ограничение пребывания населения на открытой местности (укрытие в домах и убежищах);
* максимально возможная герметизация жилых и служебных помещений (плотное закрытие дверей, окон, дымоходов и
вентиляционных отверстий) на время формирования радиоактивного загрязнения территории;
* применение лекарственных препаратов, препятствующих накоплению биологически опасных радионуклидов в организме (например, йодная профилактика – прием внутрь препаратов стабильного йода);
* временная эвакуация населения;
* санитарная обработка лиц в случае загрязнения их одежды и кожных покровов радиоактивными веществами;
* исключение потребления пищевых продуктов местного производства.

**Послеаварийное состояние**

Выделяют три этапа послеаварийного состояния.

*Ранний этап* – первые несколько часов после начала выброса. Путями облучения, которые следует рассматривать на раннем этапе, являются следующие:

1) внешнее облучение, обусловленное излучением, испускаемым радиоактивными веществами в факеле воздушного выброса, излучением, испускаемым радиоактивными веществами, выпавшими из факела на земную поверхность, и загрязнением кожной поверхности или одежды радиоактивным веществом, выпавшим из факела воздушного выброса;

2) внутреннее облучение, возникающее вследствие вдыхания радиоактивных веществ из факела воздушного выброса.

*Промежуточный этап* – период времени, начинающийся от нескольких первых часов до нескольких суток после наступления аварии. Обычно предполагается, что большая часть радиоактивных продуктов из потенциально возможного выброса в атмосферу уже вышли. Если выброс не состоит главным образом из благородных газов, то вероятно, что на земную поверхность выпало значительное количество радиоактивных веществ. На этом этапе наиболее важными путями облучения будут:

1) внешнее облучение главным образом радиоактивными веществами, выпавшими на земную поверхность, хотя для некоторых аварий, приводящих к продолжительным выбросам, будет иметь значение также прямое бета-, гамма-излучение от факела выброса;

2) внутреннее облучение, главным образом в результате потребления воды или пищевых продуктов, загрязненных непосредственно, или сельскохозяйственных продуктов, таких как молоко, производимых на загрязненных территориях.

Ингаляционное поступление менее вероятно, однако следует его рассматривать, если происходит значительное вторичное загрязнение воздуха радиоактивными веществами, выпавшими на поверхности земли. Ингаляционное поступление может иметь место также и в случае продолжительного выброса.

*Восстановительный этап.* Это этап, на котором принимаются решения о возвращении к нормальным условиям жизни, и он может растянуться на длительный период времени. Основные пути облучения такие же, как и на промежуточном этапе:

1) внешнее облучение от радиоактивных веществ, остающихся на почве, на дорогах, зданиях и т. д.;

2) внутреннее облучение от потребления загрязненных продуктов питания и сельскохозяйственных продуктов из загрязненных территорий или от вдыхания при вторичном загрязнении воздуха.

**Некоторые характеристики аварийных выбросов**

Выброс и соответственно доза облучения населения существенным образом зависят от степени разрушения активной зоны, наличия и работоспособности технических средств, предназначенных для локализации радиоактивных продуктов (например, спринклерных систем, ЗО и т. п.).

При негерметичности ЗО 1 % объема в сутки и работе спринклерной системы выбросы радионуклидов и доза облучения населения на расстоянии 25 км не превышают допустимых значений.

Радиационные последствия выбросов определяются распространением (разбавлением) радиоактивных продуктов в атмосфере и зависят от высоты выброса, расстояния и метеорологических условий – категории устойчивости атмосферы.

 *Источник:*

[*http://b-energy.ru/biblioteka/bezopasnost-aes-ekologiya/346-radiacionnaya-bezopasnost-pri-avariyah.html*](http://b-energy.ru/biblioteka/bezopasnost-aes-ekologiya/346-radiacionnaya-bezopasnost-pri-avariyah.html)