

Таким чином, отриманні результати стверджують раніше означене припущення про те, що хімічну стійкість спеціальних матеріалів різного асортименту доцільно контролювати 20% розчином лугу, а процес проникності через товщину вказаним агресивним реагентом 10%-ї концентрації, що достатньо, при науковому обґрунтуванні їх вибору для виготовлення захисного спорядження пожежника.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глинка Н.Л. *Общая химия*. – Л.: Химия, 1986. – 702 с.
2. *Додаток А проект ДСТУ „ Одяг пожежника захисний. Загальні технічні вимоги та методи випробування”*.
3. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. *Физико-химические основы смачивания и растекания*. – М.: Химия, 1976. – 231 с.
4. Воюцкий С.С. *Физико-химические основы пропитывания и импрегнирования волокнистых систем водными дисперсиями полимеров*. – Л.: Химия, 1969. 336 с.
5. Айвазов Б.В. *Практикум по химии поверхностных явлений и адсорбций*. – М.: Высшая школа, 1973. – 205 с.
6. Мычко А.А. *Исследование проницаемости спецтканей на основе лавсановых волокон и их хемостойкости к некоторым агрессивным жидкостям. Дис...канд. техн. наук: 05.19.01. –К.; 1979. -206 с.*

УДК 699.887.3

*А.С.Беліков, д.т.н., проф., В.Ф.Запрудін, к.т.н., доц. (Придніпровська державна академія будівництва та архітектури),
В.В.Кошеленко (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України),
О.В.Рабич (Придніпровська державна академія будівництва та архітектури)*

ДЖЕРЕЛА ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ЇХ ВПЛИВ НА УМОВИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ В ПОБУТІ І НА ВИРОБНИЦТВІ

У статті представлено результати дослідження щодо наслідків негативного впливу джерел іонізуючого випромінювання на здоров'я та життєдіяльність людини.

Проблема. Розвиток суспільства нерозривно пов'язаний з використанням людиною природних запасів Землі для забезпечення життєвих потреб. При цьому будь-який вид виробництва обумовлює не тільки додаткову користь для суспільства, але й веде до погіршення екологічної обстановки – забруднюється навколишнє середовище, порушується природний зв'язок між людиною і природою, вичерпуються природні ресурси й ін. Ці втрати неможливо компенсувати жодним збільшенням матеріальних благ, які створюються виробництвом.

Актуальність. Основні екологічні наслідки різних видів антропогенної діяльності людини викликають медико-біологічні ефекти впливу на організм людини, зміни параметрів навколишнього середовища, що призводить до погіршення комфортності умов перебування людини в побуті і на виробництві; кількісні і якісні зміни природних ресурсів, що використовуються або будуть використовуватись суспільством. Тому дослідження в цій області є актуальними.

Мета роботи. Здійснити дослідження джерел іонізуючого випромінювання на території України і їх вплив на життєдіяльність людини в побуті і на виробництві.

Забруднення навколишнього природного середовища пов'язане з надходженням будь-яких чужорідних для неї речовин або речовин, живих організмів, випромінювань і енергій, вміст яких перевищує природний.

Кожен вид діяльності людини обумовлює визначений ступінь ризику шкідливого впливу на організм і навколишнє середовище. Класифікація основних груп джерел ризику оточуючого людину середовища та їх рівнів приведена на рис. 1.

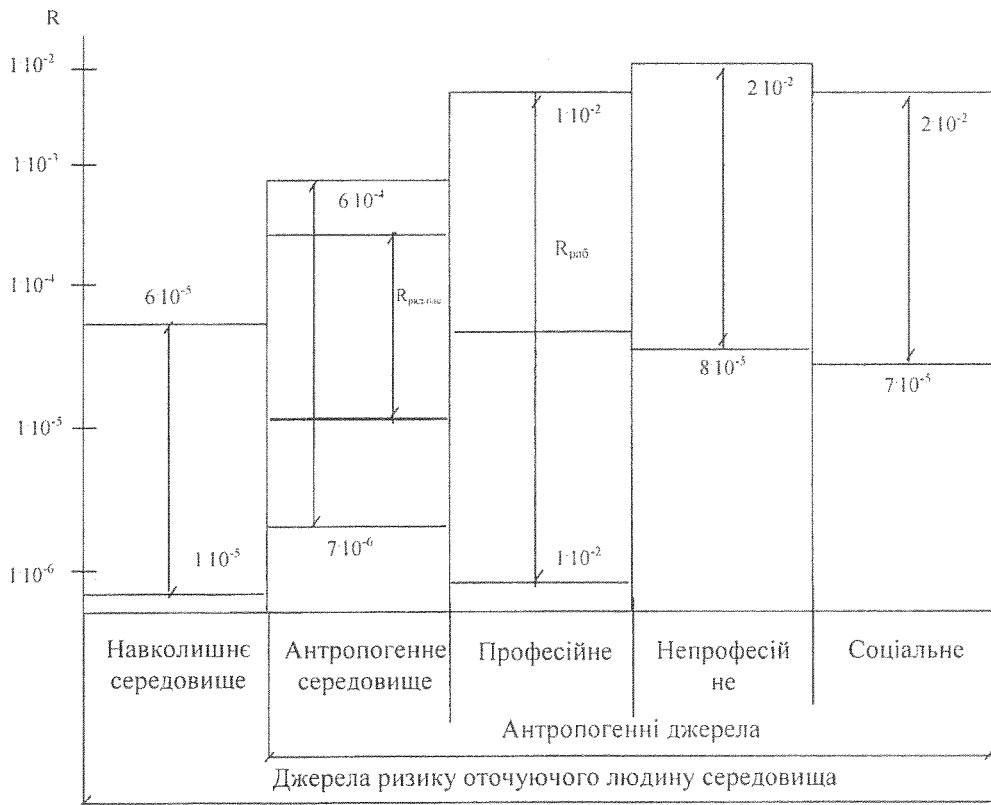


Рис. 1. Рівні основних груп джерел ризику від оточуючого людину середовища в сучасних умовах

Джерела ризику за своїм походженням діляться на природні й антропогенні. Низький рівень ризику від природних джерел, їх вимушений характер і неможливість запобігання та обмеження обумовили визнання його базовим, до впливу якого адаптувався організм людини.

Антропогенні джерела ризику пов'язані з різними видами діяльності людини, спрямованими на задоволення матеріальних і духовних потреб, життєвих функцій, вирішення соціальних протиріч. Для антропогенних джерел ризику характерна можливість їх регулювання, тому що вони є результатом діяльності людини.

Антропогенні джерела ризику пов'язані з різними видами діяльності людини, спрямованими на задоволення матеріальних і духовних потреб, життєвих функцій, вирішення соціальних протиріч. Для антропогенних джерел ризику характерна можливість їх регулювання, тому що вони є результатом діяльності людини.

Сумарний ризик кожного виду діяльності людини включає природну та антропогенну складові. Прийнятний рівень ризику для різних видів діяльності визначається економічними, соціальними і психологічними факторами, які оцінюються порівнянням користі, що

отримується і шкоди для суспільства від їх реалізації. Досягнення прийнятної рівня ризику для кожного виду діяльності можливе тільки шляхом зменшення його антропогенної складової.

Радіаційний ризик для людини $R_{\text{рад}}$ (Рис. 1), який створений природними й антропогенними джерелами іонізуючих випромінювань, значною мірою визначає умови життєдіяльності людей, що диктує необхідність забезпечення їх радіаційної безпеки. Рівень радіаційного ризику можна порівняти із середнім значенням ризику для працюючих на виробництві.

Вплив джерел іонізуючих випромінювань на організм людини проявляється у формі ефектів (рис. 2)

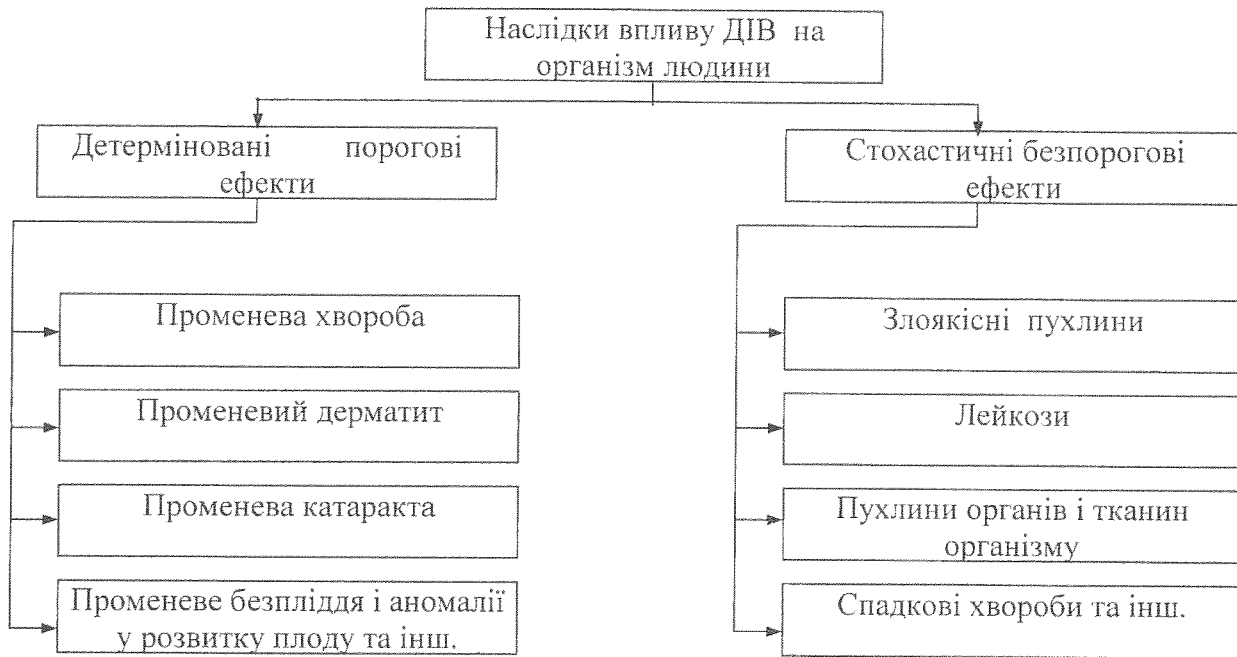


Рис. 2. Наслідки впливу джерел іонізуючих випромінювань на організм людини.

Антропогенні джерела ризику пов'язані з різними видами діяльності людини, спрямованими на задоволення матеріальних і духовних потреб, життєвих функцій, вирішення соціальних протиріч. Для антропогенних джерел ризику характерна можливість їх регулювання, тому що вони є результатом діяльності людини.

Сумарний ризик кожного виду діяльності людини включає природну та антропогенну складові. Прийнятний рівень ризику для різних видів діяльності визначається економічними, соціальними і психологічними факторами, які оцінюються порівнянням користі, що отримується і шкоди для суспільства від їх реалізації. Досягнення прийнятної рівня ризику для кожного виду діяльності можливе тільки шляхом зменшення його антропогенної складової.

Радіаційний ризик для людини $R_{\text{рад}}$ (рис. 1), який створений природними й антропогенними джерелами іонізуючих випромінювань, значною мірою визначає умови життєдіяльності людей, що диктує необхідність забезпечення їх радіаційної безпеки. Рівень радіаційного ризику можна порівняти із середнім значенням ризику для працюючих на виробництві.

Тканини організму людини складаються більш ніж на 75% з води, молекули якої під впливом джерел іонізуючих випромінювань розщеплюються на водень Н та гідроксильну групу ОН. У результаті цього перетворення утворюються продукти з високою активністю,

які при взаємодії з органічними речовинами руйнують тканини, порушують цикл біохімічних процесів, що призводить до різних видів захворювань.

Відмінність впливу ДІВ на організм людини від інших видів впливу полягає в тому, що наші органи відчуття не сигналізують про наявність іонізуючого джерела опромінення, а наслідки опромінення виявляються через тривалий час, що ускладнює встановлення причини захворювання та ін. Все це ускладнює сприйняття людиною радіаційної небезпеки, яка створюється джерелами іонізуючих випромінювань.

У той же час життєва необхідність збільшення числа антропогенних ДІВ і розвиток радіобіології підвищують гостроту питання радіаційної безпеки для людини.

Мета радіаційної безпеки населення полягає в попередженні детермінованих граничних ефектів і зниження до мінімуму соматичних безпорогових ефектів. Це можливо шляхом зменшення зовнішньої та внутрішньої складової ефективної дози опромінення населення, яка створюється різними групами джерел іонізуючих випромінювань антропогенного характеру. За величиною ефективної дози опромінення населення $H_{ef,нас}$, мЗв/рік, Україна (рис. 3) входить у першу п'ятірку серед європейських країн [3], що підкреслює актуальність задачі, яка вирішується.

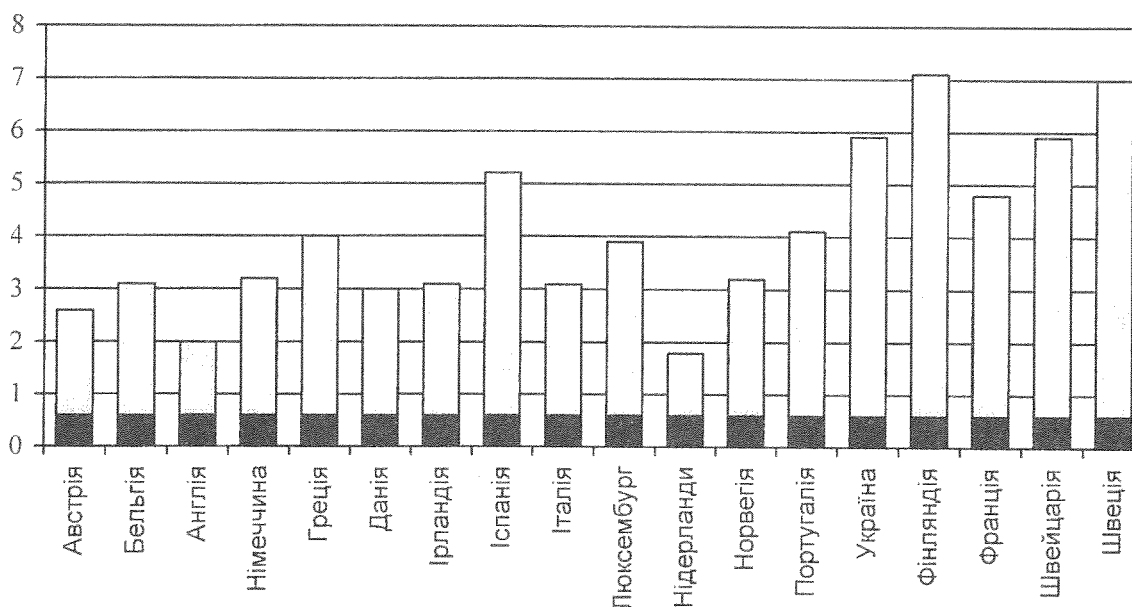


Рис. 3. Середні значення ефективної дози опромінення населення H_{ef} , мЗв/рік ряду європейських країн (■ - звичайний природний фон, □ - техногенний фон)

Висновки. Аналіз причин, які обумовлюють високий рівень ефективної дози опромінення населення ($H_{ef,нас} > 5$ мЗв/рік) у ряді європейських країн (Швеція, Фінляндія, Україна й ін.) показав, що визначальним фактором є геологічний (Балтійський та Український кристалічні щити).

Дослідження показали, що при відсутності промислових підприємств, у Жовтневому районі міста Дніпропетровськ значно поширені захворювання органів дихання (на 10 тис. населення припадає 750 хворих), які є основними за рівнем онкологічних захворювань. Ризик їх виникнення $R_{онк.д} = 750/10^4 = 7,5 \cdot 10^{-2}$. Основні джерела - паління (70%), радон і його ДІВ (до 20%).

При цьому значний внесок у радіаційне забруднення вносять виділення радону в повітря приміщень будинків із підстилаючих ґрунтів, а також іонізуюче випромінювання будівельних матеріалів і конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Виленчик М.М. Радиобиологические эффекты и окружающая среда. – М.: Энергоатомиздат, 1983
2. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах. Публикация 65 МКРЗ. - М.: Энергоиздат, 1995
3. Жуковский М.В., Ярошенко И.В. Радон: измерение, дозы, оценка риска. - Екатеринбург, УрО РАН, 1997
4. Система норм і правил зниження рівнів іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів у будівництві. – Київ: Держкоммістобудування, 1997
5. Источники, эффекты и опасность ионизирующей радиации. // Доклад НКДАР ООН, 1989 - М.: Мир, 1992, т.1.
6. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)-Київ: МОЗ, 1997

УДК 699.887.3

А.С.Беликов, д.т.н., профессор, Н.Ф.Кременчуцкий, д.т.н., профессор, Н.Ю.Шлыков, к.т.н., Е.В.Рабич (Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры)

РАДИАЦИОННАЯ ОПАСНОСТЬ В УКРАИНЕ

В статье приведен анализ постоянно действующих и потенциальных источников радиационной опасности в Украине и методы защиты населения во всех сферах деятельности человека на основе использования современных принципов исследований в этой области.

Проблема. В Украине авария на Чернобыльской АЭС с небывалой остротой обнажила опасность, связанную с использованием «мирного» атома, с угрозой возможности разрушения ядерных реакторов, ядерной опасности при военных конфликтах и вызвала необходимость нового мышления. Авария увеличила опасность гибели человечества от радиации.

Актуальность. Радиационная опасность в Украине является одним из постоянно действующих опасных факторов, влияющих на безопасность жизнедеятельности населения, сокращающих продолжительность жизни человека.

Цель работы. Произвести анализ основных источников излучения на территории Украины, что позволит прогнозировать защитные мероприятия по снижению негативного влияния на всех этапах жизнедеятельности человека.

Методы исследования. Основными показателями радиоактивных излучений, является радиоактивность и экспозиционная, поглощенная, эквивалентная доза. Сама радиоактивность непосредственно зависит от вида и энергии излучения, физических свойств облучаемой среды и других факторов.

Степень ионизации характеризуется дозой облучения: чем она больше, тем больше ионизация вещества. Экспозиционная доза характеризует источник и радиоактивное поле, которое этот источник создает. Если радиоактивные вещества попадают в окружающую среду, то эта среда характеризуется степенью загрязнения (удельная плотность) измеряется количеством радиоактивных распадов атомов в единицу времени на единицу поверхности, или в единице массы или объема (Ки/кг, Бк/кг; Ки/л, Бк/л; Ки/км², Бк/км²). Знание основ радиации позволяет оценить радиоактивную обстановку в производстве, быту, жизни,

принять своевременные эффективные меры и обеспечить безопасность жизнедеятельности человека.

В течение всей своей жизни организм человека на Земле подвергается воздействию радиоактивного излучения. Это радиоактивное излучение, которому подвергается человек, условно можно разделить на две большие группы:

- а) естественное излучение или излучение природного фона;
- б) антропогенное излучение, то есть радиоактивное излучение, связанное с жизнедеятельностью человечества.

Естественный фон создается космическим излучением, излучением естественно распределенных радионуклидов в поверхностных слоях Земли, приземной атмосфере, продуктах питания, воде и организме человека. С точки зрения воздействия на человека, радиоактивное излучение можно разделить на две категории: внешнее и внутреннее.

Внешнее облучение - облучение тела от находящихся вне его источников ионизирующего излучения. К внешним источникам относятся космическое (галактическое) излучение; солнечная радиация, излучения пород земной коры и воздуха. Организм человека облучается также строительными материалами, из которых сложены здания и сооружения.

Внутреннее облучение человека, обусловлено веществами (источниками ионизирующего излучения), которые попадают внутрь организма с воздухом, водой, продуктами питания. До 1982 года среднегодовая доза естественного облучения была равна 100мбэр/год (рис.3)

В 1982 году Научным комитетом ООН по действию атомной радиации рекомендована величина среднегодовой дозы естественного облучения, с учетом техногенного усиленного фона, в 200мбэр/год. В зависимости от источников, величину предельной среднегодовой эффективной дозы можно распределить следующим образом.

На долю внеземного (космического) излучения приходится 30 + 1мбэр/год, на долю земного излучения (внешнее + внутреннее) - 154мбэр/год, а с другими, неучтенными источниками до - 173мбэр/год. Если принять земное излучение за 100% (173мбэр/год), то доля облучения в доме, с учетом ингаляции, составила 71% (123мбэр/год). Такой большой процент облучения в доме указывает на то, что материалы для строительства домов и сооружений выбирались неправильно, а вернее без учета радиационной защиты. В помещении человек должен быть защищен от фонового облучения.

Эта защита оценивается коэффициентом (K_z) защиты (коэффициентом ослабления).

$$K_z = \frac{Z_y}{Z_n} \quad (1)$$

где Z_y - облучение человека на открытой местности; Z_n - облучение человека в помещении.

Например, в солнечный день, на улице человек за счет фонового облучения получил 60 мкР/час, а в помещении - 30 мкР/час, тогда K_z будет равен:

$$K_z = 60: 30 = 2.$$

В данном случае помещение ослабляет внешнее облучение в два раза. Однако при современном строительстве это положение никак не подтверждается, если провести оценку по среднегодовым дозам облучения. Получается, что в помещении облучение без учета ингаляции в 4,8, а с учетом ингаляции в 8,2 раза больше, чем на улице. По-видимому, такое положение способствует тому, что естественная фоновая годовая доза облучения в крупных городах в 1,5-2 раза больше, чем в сельской местности.

В результате антропогенной деятельности человека происходит радиоактивное загрязнение окружающей среды. Основными источниками загрязнения являются (рис.3) урановая промышленность, ядерные реакторы, места переработки и захоронения радиоактивных отходов, использование радионуклидов в народном хозяйстве, ядерные взрывы, работы с исследованием и освоением космоса и т.д.

Радиационно опасные объекты (РОО) представляют собой особую опасность для людей и окружающей природной среды и требуют, в связи с этим, соблюдения специфических мероприятий предупреждения и защиты. Учитывая, что опасность скрыта от органов чувств человека, необходимо при всех видах работ на РОО не допустить поражения (заражения) людей из-за их неосведомленности и недостаточной защищенности.

К РОО относятся: атомные электростанции (АЭС), предприятия по изготовлению ядерного топлива, по переработке ядерного топлива и погребению радиоактивных отходов; научно-исследовательские и проектные организации, которые работают с ядерными реакторами; ядерные энергетические установки на объектах транспорта и прочее.

В настоящее время на территории Украины действуют 5 атомных электростанций с 16 энергетическими ядерными реакторами и 2 исследовательских ядерных реактора и больше 8-ми тысяч предприятий и организаций, которые используют в производстве, научно-исследовательской работе и медицинской практике разнообразные радиоактивные вещества, а также сохраняют и перерабатывают радиоактивные отходы.

Радиационные аварии – это аварии с выбросом (выходом) радиоактивных веществ (радионуклидов) или ионизирующих излучений за границы, непредвиденные проектом для нормальной эксплуатации радиационно опасных объектов, в количествах больше установленной границы их безопасной эксплуатации. Наиболее опасными из всех аварий на РОО, являются аварии на атомных электростанциях с выбросом радионуклидов в атмосферу и гидросферу, что ведет к радиоактивному загрязнению окружающей среды.

Для Украины трансграничную потенциальную опасность представляют также аварии с выбросом радиоактивных продуктов на АЭС других государств (табл.1).

При прогнозировании и оценке радиационной обстановки предполагается два вида возможных аварий, при которых создается опасная радиационная обстановка на местности, которая нуждается в осуществлении мероприятий по защите населения, это - гипотетическая авария и авария с разрушением реактора. Последствия аварий на АЭС характеризуются масштабами радиоактивного загрязнения окружающей среды и облучения населения. Они зависят от: геофизических параметров атмосферы, которые определяют скорость разноса выброса; от размещения людей, животных, сельскохозяйственных угодий, жилых, общественных и производственных зданий в зоне аварии; от осуществления защитных мероприятий и ряда других факторов.

Основными определяющими факторами являются изотопный состав, активность и динамика выброса радионуклидов в атмосферу.

В мировой практике эксплуатации АЭС имели место многочисленные случаи выброса радионуклидов за границы станции. Так, за период 1971-1984 г. в 14 странах, которые эксплуатируют ядерную энергетику, произошло более 100 аварий, которые привели к разнообразным радиоактивным загрязнениям.

Но, особенно серьезные радиационные последствия связаны с аварией на Чернобыльской АЭС. В результате взрыва реактора четвертого энергоблока станции произошло частичное разрушение реакторного зала и крыши машинного зала. В реакторном зале возник пожар. Через брешь в стене на территорию станции было выброшено значительное количество твердых материалов: обломков рабочих каналов, таблеток двуокиси урана, кусков графита и обломков конструкций. Образовалась гидроаэрозольная туча с мощным радиационным действием. Траектория перемещения этой тучи прошла вблизи г. Припять, вне населенных пунктов, сначала в северном, а потом в западном направлении. Всего в период с 26 апреля по 6 мая 1986г из топлива освободились все благородные газы, приблизительно 10-20% улетучивающихся радиоизотопов йода, цезия и теллура и 3- 6% таких более стабильных радионуклидов, как барий, стронций, плутоний, цезий и другие.

Продолжительный характер выбросов, проникновение части аэрозолей в нижние

прослойки тропосферы обусловили создание больших зон радиоактивного загрязнения, в том числе за пределами нашей страны. При этом, радиоактивное загрязнение имело вид локальных «пятен». Образовались значительные по площади зоны, где были превышены допустимые загрязнения по наиболее радиационно опасным радионуклидам - плутония-239, стронция-90 и цезия-137. Это привело к радиоактивному загрязнению воды и пищевых продуктов, в особенности молочных, которое во много раз превышало не только фоновые, но и нормативные показатели на большей части территории Украины, стран ближнего и дальнего зарубежья.

Поэтому разработку мероприятий по защите населения в районах размещения АЭС необходимо производить на основе консервативных оценок, то есть в расчете на тяжелейший вариант протекания и развития аварии. При этом, в атмосферу может быть выброшено до 100% благородных газов, йода, цезия и теллура, 10-30% стронция и до 3% таких радионуклидов, как рутений и лантан. Общая активность выброса при аварии может достичь 10% от общей активности реактора на момент прекращения его работы или разрушения.

На территории Украины расположено свыше 8000 разных учреждений и организаций, деятельность которых приводит к образованию радиоактивных отходов. Основными производителями радиоактивных отходов и местами их концентрации на сегодняшний день являются:

1. АЭС (накоплено 70000 м³ РАО).
2. Уранодобывающая и перерабатывающая промышленность (накоплено 65,5 млн. тон РАО).
3. Медицинские, научные, промышленные, другие предприятия и организации. Выполнение работ по добыче, транспортировке, переработке и временному хранению радиоактивных отходов и источников ионизирующего излучения (ИИИ) от всех этих предприятий и организаций, независимо от их ведомственной подчиненности, осуществляет Украинское государственное объединение "Радон" (накоплено 5000 м³ РАО).
4. Зона отчуждения Чернобыльской АЭС (свыше 1,1 млрд м³ РАО)

Независимо от ведомственной принадлежности, все организации и предприятия (кроме АЭС) передают радиоактивные отходы на межобластные специализированные комбинаты (МСК) государственного объединения "Радон", которое имеет в своем составе 6 спецкомбинатов: Киевский, Донецкий, Одесский, Харьковский, Днепропетровский, Львовский.

Одесский, Харьковский, Днепропетровский и Львовский спецпредприятия принимают и захороняют низко- и среднеактивные радиоактивные отходы. Киевский МСК может принимать только для временного хранения радиоактивные отходы низкой и средней активности. С 15.07.96 года действие лицензии Киевского МСК относительно этой деятельности приостановлена из-за невыполнения ним особых условий лицензии. Донецкий спецкомбинат не имеет свободных хранилищ для хранения и погребения РАО.

Основной причиной распространения радионуклидов вне границ хранилища РАО, в том числе законсервированных является несовершенство конструкции хранилищ. В хранилищах РАО и ИИИ накапливается вода, которая проникает с атмосферными осадками и образуется вследствие конденсации. Распространение радионуклидов из хранилищ происходит вследствие нарушения гидроизоляции.

Государственной задачей на сегодняшний день является – перезахоронение твердых радиоактивных отходов. Захоронение источников ионизирующего (гамма- и нейтронного) излучения должно проводиться только в специализированных хранилищах путем безконтейнерной разгрузки источников, в Украине отходы ИИИ прячут большей частью в защитных контейнерах, т.к. хранилища для твердых РАО заполнены на 80-90% на большинстве спецпредприятий, кроме Харьковского и Львовского спецкомбинатов.

На территории Украины находятся 2 исследовательских реактора (которые

расположены в г. Киеве и в г. Севастополе), и один критический сборник (в г. Харькове), который в настоящее время находится в остановленном состоянии. Реакторы были сооружены для разного рода исследовательских работ. Опасность от возможной аварии на реакторах угрожает радиоактивным выбросом в первую очередь населению городов, в которых они расположены. По архивным данным, на Киевском реакторе были аварии в 1968, 1969 и 1970 годах. Только в 1968 году в окружающую среду было выброшено 40 кюри радиоактивного йода, что превысило допустимую норму в 400 раз. 4.02.70 г. на реакторе в результате аварии было облучено 17 мужчин. Кроме того мы должны знать, что реакторы находятся в зоне полетов воздушного транспорта. Предприятия по добыче и переработке урановых руд находятся в Днепропетровской, Кировоградской и Николаевской областях и принадлежат к производственному объединению "Восточный горно-обогатительный комбинат" (ПО ВГОК). Добыча урановой руды, главным образом, ведется на Желтоводском, Кировоградском и Смолинском рудниках. В 1996 году передано для промышленного использования Новокозачинское месторождение, Давлатовское и Братское месторождения (Днепропетровская и Николаевская области) уже несколько лет не эксплуатируются и там продолжаются рекультивационные работы, после чего земли будут переданы в хозяйственное использование.

Украина относится к государствам с очень высоким использованием источников ионизирующего излучения (ИИИ) по всем направлениям хозяйственной и научной деятельности. 8000 предприятий и организаций (только по городу Киеву около 400), которые используют радиоизотопные установки.

Для оперативного и согласованного оповещения о значимости и безопасности событий на ядерных установках регулярно предоставляются сообщения международной группой экспертов Международного агентства по атомной энергии и Агентства по ядерной энергии Организации экономического сотрудничества и развития. Для оценки опасности событий используется международная шкала ядерных событий.

Заключение. В условиях радиационной опасности, с целью предупреждения заболевания, необходимо ограничить дозы внешнего и внутреннего облучения людей. Учитывая то, что нижний предел облучения с достаточной степенью надежности не установлен, необходимо в любой ситуации стремиться к снижению дозы до самого низкого уровня. В Украине следует ограничить дозы внешнего и внутреннего облучения во всех сферах жизнедеятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Украины «О защите человека от воздействия ионизирующих излучений» - Киев: №15 ВР, 1998.
2. *Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)-Київ: МОЗ, 1997.*
3. Крисюк Э.М. *Радиационный фон помещений.* – М.: Энергоатомиздат, 1990.
4. Зеленский А.В. *Средневзвешенная доза облучения населения Украины от радона-222 // Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС. / Тезисы докладов Украинской научно-практической конференции 21-23 апреля. Киев: 1992.*
5. *Дозы облучения населения / Крисюк Э.М., Константинов Ю.О., Никитин В.В. // Гигиена и санитария, 1984, № 5.*
6. Зеленский А.В. *Средневзвешенная доза облучения населения Украины от радона-222 // Актуальные проблемы ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС. / Тезисы докладов Украинской научно-практической конференции 21-23 апреля. Киев: 1992.*