Тема уроку: Біологічний вплив радіоактивного випромінювання.

**Мета уроку:** поглибити знання учнів про радіаційне випромінювання та

його наслідки, щодо дії на живі організми.

Розвивати вміння логічно мислити, самостійно робити висновки.

Виховувати в учнів поняття безпечного поводження під

час надзвичайних ситуацій.

**Тип уроку:** комбінований.

**КМЗ:** періодична таблиця, таблиця «Мутаційна мінливість»,

фільм «Аварія на Чорнобильській АЕС».

**Структура уроку:**

І.Організаційний етап.

ІІ. Актуалізація опорних знань.

ІІІ. Вивчення нового матеріалу.

1.Вплив радіаційного випромінювання на організм людини.

2. Наслідки радіаційного впливу на організм людини.

ІV. Закріплення та узагальнення знань.

V. Домашнє завдання.

VІ. Підбиття підсумків уроку.

**Хід уроку.**

**І.Організаційний етап.**

**ІІ. Актуалізація опорних знань.**

Використовується інтерактивний метод «Робота в групах».

І група презентує тему «Ізотопи».

ІІ група презентує тему «Джерела радіаційного випромінювання».

**ІІІ. Вивчення нового матеріалу.**

1.Вплив радіаційного випромінювання на організм людини.

2. Наслідки радіаційного впливу на організм людини.

1.**Викладач фізики.** Складність у відстеженні послідовності процесів, викликаних опроміненням, пояснюється тим, що наслідки опромінення, особливо при невеликих дозах, можуть виявитися не відразу, і найчастіше для розвитку хвороби потрібні роки або навіть десятиліття. Крім того, внаслідок різної проникаючої здатності різних видів радіоактивних випромінювань вони впливають на організм: α- частки найбезпечніші (для них навіть аркуш паперу є непереборною перешкодою); β- випромінювання здатне проходити в тканині організму на глибину 1-2 сантиметри; γ-випромінювання характеризується найбільшою проникаючою здатністю (його може затримати лише товста плита з матеріалів, що мають високий коефіцієнт поглинання, наприклад, з бетону або свинцю).

**Викладач біології.** Також різниться чутливість окремих органів до радіоактивного випромінювання. Тому, щоб одержати найбільш достовірну інформацію про ступінь ризику, необхідно враховувати відповідні коефіцієнти чутливості тканин при розрахунку еквівалентної дози опромінення:

0,03 – кісткова тканина;

0,03 – щитовидна залоза;

0,12 – червоний кістковий мозок;

0,12 – легені;

0,15 – молочна залоза;

0,25 – яєчники або насінники;

0,30 – інші тканини;

1,00 – організм у цілому.

2.**Викладач фізики.** Вплив радіоактивного випромінювання на організм людини можна уявити в дуже спрощеному вигляді таким чином. Припустимо, що в організм людини відбувається нормальний процес травлення, їжа, що надходить, розкладається на більш прості сполуки, які потім надходять через мембрану усередину кожної клітини і будуть використанні як будівельний матеріал для відтворення собі подібних, для відшкодування енергетичних витрат на транспортування речовин і їхню переробку. Під час потрапляння випромінювання на мембрану відразу ж порушуються молекулярні зв’язки, атоми перетворюються в іони. Крізь зруйновану мембрану в клітину починають надходити сторонні (токсичні) речовини, робота її порушується. Якщо доза випромінювання не велика, відбувається рекомбінація електронів, тобто повернення їх на свої місця. Молекулярні зв’язки відновлюються і клітина продовжує виконувати свої функції. Якщо ж доза опромінення висока або дуже багато разів повторюється, то електрони не встигають рекомбінувати; молекулярні зв’язки не відновлюються; виходить з ладу велика кількість клітин; робота органів розладнується; нормальна життєдіяльність організму стає неможливою.

Специфічність дії іонізуючого випромінювання полягає в тому, що інтенсивність хімічних реакцій, індукційованих вільними радикалами, підвищується й у них втягується багато сотень і тисяч молекул, не порушених опроміненням. Таким чином, ефект дії іонізуючого випромінювання зумовлений не кількістю поглинутої об’єктом, що опромінюється, енергії, а формою, в якій ця енергія передається. Ніякий інший вид енергії (теплова, електрична та ін.), що поглинається біологічним об’єктом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, які спричиняє іонізуюче випромінювання.

Радіоактивні ізотопи надходять в середину організму з пилом, повітрям, їжею або водою і поводять себе по-різному: деякі ізотопи розподіляються в організмі людини рівномірно (тритій, вуглець, залізо, полоній); деякі накопичуються в кістках (радій, фосфор, стронцій); інші залишаються в м’язах (калій, рубідій, цезій); накопичуються в щитовидній залозі (йод); у печінці, нирках, селезінці (рутеній, полоній, ніобій) тощо.

Найнебезпечнішими за наслідками є аварії на АЕС з викидом в атмосферу радіоактивних речовин, внаслідок яких має місце довгострокове радіоактивне забруднення місцевості на величезних площах. На підприємствах атомної енергетики відбулися такі значні аварії:

1957рік – аварії в Уїндскейлі (Північна Англія) на заводі по виробництву плутонію (зона радіоактивного забруднення становила 500кв.км);

1957рік – вибух сховища радіоактивних відходів біля Челябінська, СРСР (радіаційне забруднення переважно стронцієм -90 території, на якій мешкало 0,5млн осіб);

1961 рік – аварія на АЕС Айдахо-Фолсі, США (в реакторі стався вибух);

1979рік – аварія на АЕС «Тримай-Айленд» у Грисберзі, США (сталося зараження великих територій короткоживучими радіонуклідами, що призвело до необхідності евакуювати населення з прилеглої зони).

Однак найбільшою за масштабами забруднення навколишнього середовища є аварія, яка сталася 1986р. на Чорнобильській АЕС. Внаслідок грубих порушень правил експлуатації та помилкових дій 1986 рік став для людства роком вступу в епоху ядерної біди. Історія людства ще не знала такої аварії, яка була б настільки згубною за своїми наслідками для довкілля, здоров’я та життя людей. Радіаційне забруднення величезних територій та водоймищ, міст та сіл, вплив радіонуклідів на мільйони людей, які довгий час проживають на забруднених територіях, дозволяє назвати масштаби Чорнобильської катастрофи глобальними, а ситуацію надзвичайною.

За оцінками спеціалістів, відбулись викиди 50 мегакюрі небезпечних ізотопів і 50 мегакюрі хімічних інертних радіоактивних газів. Сумарне радіоактивне забруднення еквівалентне випадінню радіоактивних речовин від вибуху декількох десятків таких атомних бомб, які були скинуті над Хіросімою. Внаслідок цього викиду були забрудненні води, грунти, рослини, дороги на десятки й сотні кілометрів. Під радіоактивне ураження потрапили території України, Білорусії, Росії, де зараз проживає 5 млн.осіб.

Нині радіоактивний стан об’єкта ЧАЕС такий: доза опромінення становить 15-300 мР/год, а на окремих ділянках 1-5Р/год. Проектний термін служби саркофага, який захищає четвертий реактор – 30років. Зараз планується будівництво «Саркофага -2», який повинен вмістити «Саркофаг-1» і зробити його безпечним. 15 грудня 2000 року відбулося закриття Чорнобильської АЕС.

Сьогодні ніхто практично не застрахований від впливу наслідків цієї аварії чи будь-якої іншої аварії на об’єктах атомної промисловості. Навіть віддаленість на сотні і тисячі кілометрів від АЕС не може бути гарантією безпеки.

Одним з наслідків аварії на Чорнобильській станції є довгострокове опромінення малими дозами іонізуючого випромінювання за рахунок надходження в організм радіоактивних речовин, які містяться в продуктах харчування та воді. При впливі малих доз іонізуючого випромінювання відбувається поступовий розвиток патологічних процесів.

Проблема оцінки довгострокового впливу на організм малих доз радіоактивного випромінювання належить до найбільш актуальних.

**Викладач біології.** Імовірність ушкодження тканин залежить від сумарної дози й від величини дозування, тому що завдяки репараційним здатностям більшість органів мають можливість відновитися після серії дрібних доз.

Проте, існують дози при яких летальний результат практично неминучий. Так, наприклад, дози порядку 100г приводять до смерті через кілька днів або навіть годин внаслідок ушкодження центральної нервової системи, від крововиливу в результаті дози опромінення в 10-50г смерть наступає через один-два тижні, а доза в 3-5 грам загрожує обернутися летальним результатом приблизно половини опромінених.

Знання конкретної реакції організму на ті або інші дози необхідні для оцінки наслідків дії більших доз опромінення при аваріях ядерних установок і пристроїв або небезпеки опромінення при тривалому знаходженні в районах підвищеного радіаційного випромінювання, як від природних джерел, так і у випадку радіоактивного забруднення. Однак навіть малі дози радіації не є нешкідливими і їхній вплив на організм і здоров’я майбутніх поколінь до кінця не вивчено. Однак можна припустити, що радіація може викликати, насамперед, генні й хромосомні мутації, що в наслідок може привести до прояву рецесивних мутацій.

Варто більш докладно розглянути найпоширеніші й серйозні ушкодження, викликані опроміненням, в саме рак і генетичні порушення.

У випадку раку важко оцінити ймовірність захворювання як наслідку опромінення. Будь-яка, навіть найменша доза, може привести до необоротних наслідків, але це не визначено. Проте, установлено, що ймовірність захворювання зростає прямо пропорційно дозі опромінення.

Серед найпоширеніших ракових захворювань, викликаних опроміненням, виділяються лейкози. Оцінка ймовірності летального результату при лейкозі більш надійна, чим аналогічні оцінки для інших видів ракових захворювань. Це можна пояснити тим, що лейкози першими проявляють себе, викликаючи смерть у середньому через 10 років після моменту опромінення. За лейкозами «по популярністю» випливають: рак молочної залози, рак щитовидної залози й рак легенів. Менш чутливі шлунок, печінка, кишечник і інші органи й тканини.

Вплив радіологічного випромінювання різко підсилюється іншими несприятливими екологічними факторами (явище синергизму). Так смертність від радіації в курців помітно вища.

Що стосується генетичних наслідків радіації, то вони проявляються у вигляді хромосомних аберацій ( у тому числі зміни числа або структури хромосом) і генних мутацій. Генні мутації проявляються відразу в першому поколінні (домінантні мутації) або тільки за умови, якщо в обох батьків мутантним є той самий ген (рецесивні мутації), що є малоймовірним.

Вивчення генетичних наслідків опромінення ще більш утруднено, чим у випадку раку. Невідомо, які генетичні ушкодження при опроміненні, проявлятися вони можуть протягом багатьох поколінь, неможливо відрізнити їх від тих, що викликано іншими причинами.

Існують три шляхи надходження радіоактивних речовин в організм: при вдиханні повітря, забруднення радіоактивними речовинами, через заражену їжу або воду, через шкіру, а також при заражені відкритих ран. Найнебезпечніший перший шлях, оскільки:

Об’єм легеневої вентиляції дуже великий;

Значення коефіцієнта засвоєння в легенях більше високі.

Пилові частки, на яких сорбовані радіоактивні ізотопи, при вдиханні повітря через верхні дихальні шляхи частково осідають у порожнині рота й носоглотці. Звідси пил надходить у травний тракт. Інші частки надходять у легені. Ступінь затримки аерозолів у легенях залежить від дисперсійності. У легенях затримується близько 20% всіх часток; при зменшенні розмірів аерозолів величина затримки збільшується до 70%.

*Показ фільму « Аварія на Чорнобильській АЕС».*

**ІV. Закріплення та узагальнення знань.**

Тести

1.Техногенні джерела радіації створені:

а) природно;

б) штучно;

в) як штучно так і природно.

2.Найчутливішим органом людини до радіації є:

а) легені;

б) кісткова тканина;

в) молочні залози.

3.Найпоширеніші ракові захворювання:

а) рак щитовидної залози;

б) лейкози;

в) рак легень.

4.Вкажіть один із шляхів зараження ізотопами:

а) з повітрям;

б) статевим шляхом;

в) користуванням засобами гігієни інших осіб.

5.Радіоактивне випромінювання в організмі викликає:

а) модифікаційну мінливість;

б) мутаційну мінливість;

в) соматичні мутації.

**V. Домашнє завдання.**

Конспект

**VІ. Підбиття підсумків уроку.**

лан-конспект уроку на тему "Вплив радіації на здоров'я людини"

Тема: Вплив радіації на здоров'я людини.   
Мета: Ознайомити учнів із надзвичайними ситуаціями, із радіаційно-небезпечними об’єктами, виховати почуття обов’язку перед природою, розвинути дисциплінованість та відповідальність .  
Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.  
Вид уроку: лекція.  
Наочність: плакати та схеми.  
Обладнання: відеопроектор.  
Тривалість: 45 хвилин.  
  
План уроку:  
1.    Вплив радіації на здоров'я людини.  
2.    Вплив іонізуючого випромінювання на людину.  
  
  
Хід уроку  
І.  Організаційна частина.  
Заходжу в клас. Вітаюся з учнями. Дозволяю їм сісти на свої місця. Запитую чергового – хто відсутній. Перевіряю готовність учнів до уроку. Сьогодні ми з вами будемо вивчати нову тему “ Надзвичайні ситуації техногеного походження”, зосередьтися будь-ласка.   
  
ІІ.  Пояснення нового матеріалу.  
Вплив радіації на здоров'я людини.  
Перші дослідники явища радіоактивності зіткнулися із шкідливим впливом іонізуючої радіації на організм людини. Так, у 1895 році помічник Рентгена В. Груббе отримав радіаційні опіки рук під час роботи з рентгенівським промінням. У 1896 році французький учений Анрі Беккерель поклав декілька фотопластинок у шухляду, а зверху поклав мінерал, що містить уран. Після проявлення на фотопластинках виявилися сліди якогось випромінювання. Дещо пізніше цим явищем зацікавилася Марія Кюрі, яка і ввела у користування слово “радіоактивність” (1911 p.).  
Марія Кюрі померла, вірогідно, від злоякісного захворювання крові, тому що часто потрапляла в зону випромінювання. У 1899 році Е. Резерфорд відкрив альфа- і бета-промені і визначив їхню природу, а в 1919 році здійснив першу штучну ядерну реакцію і довів можливість перетворення одних елементів на інші. Подальші роботи вчених спочатку привели до створення атомної бомби (1945 p.), а потім атомної електростанції (1952 p.). Наприкінці 20-х років була організована Міжнародна комісія з радіаційного захисту (МКРЗ), яка розробляє правила роботи із джерелами іонізуючих випромінювань. У 1955 році в рамках ООН було створено Науковий комітет щодо дії атомної радіації (НКДАР), який координує і збагачує дослідження у цій галузі.  
Проникаюча радіація спричиняє іонізацію атомів і молекул організму, що призводить до порушення життєвих функцій його окремих органів, ураження кісткового мозку, розвитку променевої хвороби. За даними Міжнародної комісії з радіологічного захисту, небезпечними є дози, що перевищують 35 бер на годину.  
Орієнтовні норми радіаційної безпеки людини:  
450 бер – тяжкий ступінь променевої хвороби;   
100 бер – нижній рівень розвитку променевої хвороби;   
75 бер – короткочасна незначна зміна складу крові;   
25 бер – допустиме аварійне опромінення персоналу (разове);  
10 бер – допустиме аварійне опромінення населення (разове);  
5 бер – допустиме опромінення персоналу в нормальних умовах за рік;   
3 бери – опромінення під; час рентгеноскопії зубів (місцеве);  
500 мбер – допустиме опромінення населення за рік;  
100 мбер – фонове опромінення на рік;  
30 бер – місцеве опромінення при рентгеноскопії шлунка;   
1 мкбер – перегляд одного хокейного матчу по телевізору;   
35 бер – межа для населення за 70 років (середня тривалість     життя).  
Допустимі рівні забруднення:  
внутрішнє приміщення дитячих закладів – 0,02 мР/год;   
верхній одяг дітей – 0,05 мР/год;   
територія дошкільних закладів – 0,04 мР/год;   
верхній одяг, взуття, засоби індивідуального захисту – 0,045 мР/год;   
автотракторна техніка – 0,055 мР/год.  
Життєдіяльність людей не зменшується, якщо доза опромінення за чотири доби дорівнює 50 рад, багаторазова протягом 10–30 діб – 100 рад, протягом року – 300 рад. Від впливу проникаючої радіації практично повністю людину захищають сховища та протирадіаційні укриття, а відкриті й особливо перекриті щілини зменшують цей вплив. Удвічі послаблюють інтенсивність гамма-променів сталь товщиною 2,8 см, бетон – 10 см, ґрунт – 14 см, деревина – 30 см. Біологічна дія випромінювань (найбільш небезпечних) розподіляється на три етапи: фізико-хімічний; вплив випромінювання на клітини організму; вплив його на весь організм.  
- Дія іонізуючої радіації на організм людини залежить від поглиненої дози, її розподілу в організмі в часі та типу випромінювання.  
Фракціоноване (роздрібнене) опромінення приводить до менш тяжких наслідків, ніж одноразове у тій же сумарній дозі. Хронічне опромінення (тривале, малими дозами) може призвести до розвитку хронічної променевої хвороби, зменшення стійкості організму до шкідливих впливів і так званих віддалених наслідків опромінення. Ступінь ураження організму залежить від розмірів опромінюваної поверхні. Основний ефект радіації – іонізація молекул та атомів, що спричиняє усі подальші порушення. Наслідки опромінення людини можна розподілити на три групи:  
І група:  
1) соматичні ефекти (безпосередньо в опромінених);  
2) гостра променева хвороба;  
3) хронічна променева хвороба;  
4) променеві опіки, катаракта, критичні ураження окремих органів.  
ІІ група:  
1) соматико-стохастичні ефекти;  
2) доброякісні та злоякісні пухлини.  
ІІІ група:  
1)    генетичні ефекти;  
2)    спадкові хвороби у нащадків опромінених.  
Ознаки радіаційного ураження: нудота, блювота, запаморочення, слабість, порушення координації рухів, виникнення загару та ін.   
Під час аварії в Чорнобилі в атмосферу потрапило близько 450 типів радіонуклідів (у тому числі таких, яких раніше не було в атмосфері Землі). Під час аварії горів графіт (була висока температура), що спричинило викид радіоактивного аерозолю (дрібні часточки оксидів та карбідів), який прилип до поверхні листя, обпалої хвої і був перенесений вітром на інші території. У забруднених радіо нуклідами зонах сьогодні спостерігаються масові аномалії: гігантізм та викривлення форми листя дерев, народження поросят без очей, лошат із вісьмома ногами та ін.  
У результаті пригнічення імунної системи людини протікання різних хвороб ускладнювалося. Змінилася діяльність щитовидної залози і гіпофіза, який регулює її діяльність. У Києві, наприклад, утричі збільшилась кількість онкозахворювань, у 5 разів – ендокринної системи, в 31 раз – органів дихання.  
Залежно від ступеня забруднення і небезпеки зараження людей радіоактивний слід розподіляється на чотири зони: А – помірного, Б – сильного, В – небезпечного і Г – надзвичайно небезпечного зараження.  
Зона відчуження – територія, з якої була проведена евакуація населення у 1986 році. За периметром вона досягає 223,5 км (рівень радіаційного забруднення перевищує 20 млР/рік).  
Зона обов'язкового відселення – територія, на якій рівні ізотопів цезію складають від 150 Кюрі на квадратний кілометр і вище; плутонію – від 0,1 Кюрі і вище. Ефективна еквівалентна доза опромінення людини може перевищувати 0,5 бер за рік вище дози, яку б вона одержала в доаварійний період.  
Зона добровільного відселення – територія, де густина забруднення ґрунту на квадратний метр склала: цезієм від 5,0 до 15,0; стронцієм – від 0,15 до 3,0 або плутонієм – від 0,005 до 0,01 Кюрі. Ефективна еквівалентна доза у цьому випадку не повинна перевищувати 0,1 бер на рік понад дозу доаварійного періоду.  
Четверта зона – зона посиленого радіологічного контролю. Це територія, де рівень забруднення ґрунту ізотопами на квадратний кілометр склав: цезію – від 1,0 до 5,0, стронцію – від 0,02 до 0,15, плутонію – від 0,005 до 0,01 Кюрі. Ефективна еквівалентна доза у цьому випадку не повинна перевищувати 0,1 бер на рік понад дозу доаварійного періоду. Потужність дози опромінення при аваріях на АЕС зменшується значно повільніше, ніж при ядерних вибухах.  
Рівень радіації на місцевості в районі АЕС зменшується: через добу – вдвічі; через місяць – у 5 разів, через 3 місяці – у 11 разів, через 6 місяців – у 40 разів, через рік – у 90 разів.  
Небезпека ураження-людей на відкритій місцевості на сліді із плином часу зменшується. Це відбувається внаслідок довільного розпаду радіоактивних речовин.  
Кожне семиразове збільшення часу після вибуху сприяє зменшенню потужності дози у 10 разів, тобто через 7 годин вона зменшиться у 10 разів, через 49 годин – у 100, через два тижні – у 1000. Таким чином, найбільш різке спадання потужності дози відбувається у перші години після ядерного вибуху.  
У результаті впливу іонізуючих випромінювань, так само як і при впливі проникаючої радіації, у людей виникає гостра променева хвороба. Доза 150–200 Р спричиняє променеву хворобу першого ступеня, доза 250–400 Р – променеву хворобу другого ступеня, доза 400–700 Р – променеву хворобу третього ступеня, доза вище 700 Р – променеву хворобу четвертого ступеня.  
Доза одноразового опромінення протягом чотирьох діб до 50 Р, так само як і багаторазового до 100 Р за 10–30 днів, не викликає зовнішніх ознак захворювання і вважається безпечною.  
У наш час органами охорони здоров'я у нашій країні визначені гранично допустимі дози (ГДД) опромінення людей.  
Значення гранично допустимих доз опромінення людей такі:  
  
Для персоналу радіаційно небезпечних об'єктів    20 мЗв (2 бери) на рік   
у середньому за будь-які 5 років,  
але не більше 50 мЗв (5 бер) на рік  
Для населення    1 мЗв (0,1 бера) на рік   
у середньому за будь-які 5 років,   
але не більше 5 мЗв (0,5 бера) на рік  
У ці дані не включені дози від природних, медичних джерел випромінювання і дози внаслідок радіаційних аварій.  
Вплив іонізуючого випромінювання на людину  
При опроміненні організму розрізняють гостре і пролонговане (тривале) одноразове та багаторазове (фракціоноване) опромінення. Під гострим розуміють короткочасне опромінення при високій потужності дози (0,1 Гр/хв та вище). Під прологнованим – опромінення при низькій потужності дози (частки Гр/год та нижче).  
Обидва ці види опромінення можуть бути одноразовими та фракціонованими (роздрібненими). За одноразове опромінення приймають опромінення, одержане протягом 1–4 діб (незалежно від кількості отриманих доз). Крім того, відоме хронічне опромінення, яке можна розглядати як різновид фракціонованого опромінення, яке проходить дуже довго і в малих дозах.  
Основні наслідки впливу іонізуючого випромінювання на людину:  
Умови (час) опромінення    Доза (накопичена) або потужність дози    Ефект  
Хронічне – протягом кількох років   
Катаракта    0,5 Зв (50 бер) на рік і більше (при дозі 30 бер на рік)    Хронічна променева хвороба, зменшення імунореактивності  
Гостре одноразове    1 Зв (100 бер) і більше    Гостра променева хвороба різного ступеня тяжкості  
Гостре одноразове    4,5 Зв (450 бер) і більше    Гостра променева хвороба із летальним кінцем у 50 % опромінених  
Радіоактивне забруднення навколишнього середовища є, якщо вміст радіоактивності у ґрунті, воді або поверхні перевищує гранично допустимі концентрації (див. таблицю).  
Місце    Одиниці    Гранично допустимі концентрації  
Забруднення    вимірювання    Йоду-13    Цезію-137    Стронцію-90    Плутонію -239,240  
Ґрунт    Кі/км2    –    1    0,3    0,1  
Вода    Кі/л    1,0х10(-8)    1,5х10(-8)    4,0 х 10(-Ю)    5,2х10(-9)  
Повітря    Кі/л    1,5х10(-13)    4,9х10(-13)    4,0 х 10(-14)    3,0х10(-17)  
Гостра променева хвороба виникає при тотальному одноразовому зовнішньому рівномірному опроміненні у дозі 1–10 Гр. Уражаються кістковий мозок (основна його функція – продукування клітин крові: еритроцитів, лімфоцитів, тромбоцитів). Відсутність або недостатня кількість цих клітин обумовлює основні патологічні прояви гострої променевої хвороби – інфекційний та геморагічний синдром (виникнення інфекційно-запалювальних процесів, кровотечі і крововиливи різної локалізації).  
ІІІ. Закріплення вивченого матеріалу.   
1.    Які ви  знаєте аварії техногеного походження?  
2.    Що таке радіація?  
3.    Які ви знаєте джерела радіоактивних відходів?  
4.    Назвіть види радіоактивності?  
5.    Що таке:  
а) межа дози;  
б) гранично-допустима доза;  
в) поглинена доза.  
6. Як ви розумієте “поняття ризику”?  
IV.     Підсумок уроку.  
Бачу ви непогано засвоїли новий матеріал. Можливо виникли якісь запитання до мене? (якщо є запитання, то відповідаю на них).