

## ***Тема. Дозиметрія. Захист від іонізуючого випромінювання.***

### **Мета:**

- в'яснити, які існують дози опромінення, з'ясувати характеристики дії іонізуючого випромінювання. Формувати поняття про вплив радіаційного випромінювання на живі організми, умінь пояснювати причини та наслідки такого впливу. Ознайомити учнів із способами захисту від опромінювання;
- розвивати науковий світогляд, логічне мислення, вміння виділяти головне;
- виховувати толерантність, старанність, любов до природи.

**Тип уроку:** урок-сімпозиум.

**Обладнання:** комп'ютер, фото дозиметрів, підручник, зошит.

### **Хід уроку**

#### **I. Організаційний момент.**

#### **II. Повідомлення теми, мети і завдань уроку.**

**Викладач:** Я вітаю всіх гостей і учасників на нашому уроці. Сьогодні він пройде у вигляді симпозиуму: симпозіум (лат. symposium від дав.-гр. συμπόσιον — «бенкет») — нарада, наукова конференція фахівців з певного наукового питання.

А зібралися у нас журналісти, які мають запитання, та фахівці з різних галузей: біологи, фізіолог, історик, будівельник, та інші спеціалісти.

На наших попередніх уроках ми знайомилися з відкриттями відомих вчених-фізиків, з історією дослідження атома та атомного ядра; здійснили уявну подорож до Південно-Української АЕС. І сьогодні на уроці продовжуючи вивчати ядерну фізику, ми будемо присутні на симпозиумі і

будемо обговорювати питання «Дозиметрія. Вплив іонізуючого випромінювання на живі організми. »

А завдання уроку буде:

- Вияснити, які види біопшкоджень розрізняють біологи;
- З'ясувати характеристики дії іонізуючого випромінювання;
- Випромінювання штучного та природнього походження,
- Пов'язати тему уроку з екологічним вихованням.

Ви можете висловити свої побажання щодо уроку та сподівання (*учні висловлюють свої думки*).

### **III. Мотивація теми.**

**Викладач:**

Відомо, що іонізуюче випромінювання не діє на наші органи чуття людини, але ми маємо знати, яку шкоду воно завдає усьому живому і які є способи захисту від іонізуюче випромінювання

### **IV. Актуалізація навчальної діяльності учнів.**

**Викладач:**

Перш ніж ми розпочнемо симпозіум, я повинна переконатися, що зібрала справжніх фахівців, тому зараз я перевірю ваші перепустки. Перепусткою буде виконане завдання «Знайди пару», тобто знайти відповідність між ученим та його відкриттям

**Викладач:**

Дякую, я не помилилася, у своєму виборі, ви всі фахівці своєї справи.

І оскільки в центрі нашої уваги буде перебувати знову радіоактивність, я пропоную пригадати її властивості за допомогою гри «**Якщо я радіоактивність, то я...**» (метод мікрофон). По бажанню відповіді учнів фіксуються на дошці.

### **V. Засвоєння нового навчального матеріалу.**

## 1. Дозиметрія

**Викладач:** у нас є питання від журналіста 5 каналу

**Журналіст 5 каналу:** «Що таке дозиметрія?»

**Викладач: (фізик)**

**Іонізуюче випромінювання** — це будь-яке випромінювання, яке прямо або опосередковано викликає іонізацію навколишнього середовища (утворення позитивно та негативно заряджених іонів).

Іонізуюче випромінювання існує протягом всього періоду існування Землі, воно розповсюджується в космічному просторі. Природними джерелами іонізуючих випромінювань є космічні промені, а також радіоактивні речовини, які знаходяться в земній корі.

Штучними джерелами іонізуючих випромінювань є ядерні реактори, прискорювачі заряджених частинок, рентгенівські установки, штучні радіоактивні ізотопи, прилади засобів зв'язку високої напруги тощо. Як природні, так і штучні іонізуючі випромінювання можуть бути електромагнітними (фотонними або квантовими) і корпускулярними.

Особливістю іонізуючих випромінювань є те, що всі вони відзначаються високою енергією і викликають зміни в біологічній структурі клітин, які можуть призвести до їх загибелі. На іонізуючі випромінювання не реагують органи чуття людини, що робить їх особливо небезпечними.

Перші ж дослідження радіоактивних випромінювань дали змогу встановити їх небезпечні властивості. Про це свідчить те, що понад 300 дослідників, які проводили експерименти з цими матеріалами, померли внаслідок опромінення.

Небезпека, викликана дією радіоактивного випромінювання на організм людини, буде тим більшою, чим більше енергії

передасть тканинам це випромінювання. Кількість такої енергії, переданої організму, або поглинутої ним, називається *дозою*.

***Розрізняють експозиційну, поглинуту та еквівалентну дозу іонізуючого випромінювання.***

Ступінь іонізації повітря оцінюється за експозиційною дозою рентгенівського або гамма-випромінювання.

***Експозиційною дозою ( $X$ )*** називається повний заряд  $dQ$  іонів одного знака, що виникають у малому об'ємі повітря при повному гальмуванні всіх вторинних електронів, утворених фотонами до маси повітря  $dm$  в цьому об'ємі.

Одиницею вимірювання експозиційної дози є кулон на 1 кг (Кл/кг). Позасистемна одиниця - рентген (Р);  $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ .

Експозиційна доза характеризує потенційні можливості іонізуючого випромінювання.

Біологічна дія іонізуючих випромінювань на організм людини, в першу чергу, залежить від поглинутої енергії випромінювання.

***Поглинута доза випромінювання ( $D$ )*** - це фізична величина, яка дорівнює співвідношенню середньої енергії, переданої випромінюванням речовині в деякому елементарному об'ємі, до маси речовини в ньому.

Однак поглинута доза не враховує того, що вплив однієї і тієї самої дози різних видів випромінювань на окремі органи і тканини, як і на організм в цілому, неоднаковий. Наприклад,  $\alpha$ -випромінювання спричиняє ефект іонізації майже у 20 разів більший, ніж  $\beta$ - та  $\gamma$ -випромінювання. Для порівняння біологічної дії різних видів випромінювань при вирішенні задач, пов'язаних із радіаційним захистом, НРБУ-97 введено поняття еквівалентної дози в органі або тканині ( $H_T$ ), величина якої визначається як добуток

поглинутої дози в окремому органі або тканині ( $D_T$ ) на радіаційний зважуючий фактор  $W_R$ , величина якого залежить від відносної біологічної ефективності іонізуючого випромінювання, тобто

$$H_T = D_T \cdot W_R.$$

Одиниця еквівалентної дози в системі СІ - зіверт (Зв). Позасистемна одиниця еквівалентної дози - бер - біологічний еквівалент рада.  $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$ .

Для оцінки можливих наслідків опромінення організму людини з урахуванням радіаційної чутливості окремих органів і тканин тіла людини НРБУ-97 введено поняття ефективної дози ( $E$ ), яка визначається як сума добутків еквівалентних доз у тканинах і органах ( $H_T$ ) на відповідні тканинні зважуючі фактори  $W_T$ .

Для органів тіла людини  $W_T$  знаходиться в межах від 0,20 до 0,01 (шкіра).

### **Журналіст каналу «1+1»**

Отже ми завжди перебуваємо під впливом іонізуючого випромінювання. Хотілося б почути яка допустима доза опромінення?

**Викладач:** Еколог

### **Виступ еколога**

У більшості місць на Землі значна частина дози природного фону зумовлена зовнішнім опроміненням, створюваним  $\gamma$ - випромінювання природних

радіоактивних ізотопів земної кори – Урану, Торію, Калію та ін. елементів. Потужність дози зовнішнього опромінення залежить від типу порід земної кори в даній місцевості, від матеріалів, з яких споруджено будинки. Найбільшу радіоактивність мають гранітні породи і стіни кам'яних будинків, найменшу – стіни дерев'яних будинків. Доза зовнішнього фонового  $\gamma$  – випромінювання коливається в більшості місць від 0.002 до 0,006Гр за один рік. На Землі є місцевості, в яких ґрунти містять велику кількість Урану, Торію, тому рівень зовнішнього опромінення може сягати до 8 – 15 мЗв за рік.. Друге джерело опромінення – космічне випромінювання. Космічним випромінюванням називають потік  $\gamma$  – випромінювання й швидких заряджених частинок, що виникають в атмосфері під дією первинного космічного випромінювання, яке складається в основному із протонів, що приходять з космосу. Земна атмосфера, еквівалентна десятиметровому шару води, поглинає більшу частину космічного випромінювання й надійно захищає все живе на Землі від його впливу. На рівні моря доза опромінення дорівнює 0,002Гр за один рік. При підйомі у верхні шари атмосфери потужність потоку космічного випромінювання зростає. На висоті 3000 м над рівнем моря вона збільшується приблизно втричі.

**Викладач:** Журналіст каналу «СТБ» теж має запитання.

**Журналіст каналу «СТБ»**

Моє питання до дієтолога. Чи може потрапити радіація в організм людини із їжею?

**Виступ дієтолога**

Кожен живий організм піддається внутрішньому опроміненню. Воно зумовлено тим, що з їжею, водою і повітрям в організм потрапляють різні хімічні елементи, що мають природну радіоактивність: Карбон, Калій, Уран,

Торій, Радій, Радон. Кількість цих елементів в організмі людини дуже залежить від уживаної нею їжі. У цілому середнє значення еквівалентної дози опромінення, що потрапляє в організм людини з їжею і водою, дорівнює приблизно 0,05Гр за один рік.

Найбільш значний внесок у дозу внутрішнього опромінення в більшості місць на Землі вносить радіоактивний Радон і продукти його розпаду, що потрапляють в організм людини з диханням. Радон постійно утворюється в ґрунті повсюди на Землі.

**Викладач:** Журналіст каналу «Перший національний» теж має запитання

Журналіст каналу «Перший національний» Які ще існують види іонізуючого випромінювання?

**Виступ радіодога.**

Звичайно. У наш час всі люди піддані дії йонізуючої радіації не тільки природного, а й штучного походження. Це:

- Рентгенівські діагностичні й терапевтичні установки,
- Засоби автоматичного контролю й керування, що використовують радіоактивні ізотопи,
- Ядерні енергетичні й дослідницькі реактори, прискорювачі заряджених частинок,
- Відходи теплових і атомних електростанцій,
- Продукти ядерних вибухів.

**Викладач** Питання має журналіст каналу «ICTV»

**Журналіст каналу «ICTV»**

## **Який вплив має радіаційний фон на здоров'я людини?**

***Біолог.** Дія іонізуючого випромінювання на організм людини*

У результаті дії іонізуючого випромінювання на організм людини в тканинах можуть виникати складні фізичні, хімічні та біологічні процеси. При цьому порушується нормальне протікання біохімічних реакцій та обмін речовин в організмі.

В залежності від поглинутої дози випромінювання та індивідуальних особливостей організму викликані зміни можуть носити зворотний або незворотний характер. При незначних дозах опромінення уражені тканини відновлюються. Тривалий вплив доз, які перевищують гранично допустимі межі, може викликати незворотні зміни в окремих органах або у всьому організмі й виразитися в хронічній формі променевої хвороби. Віддаленими наслідками променевого ураження можуть бути променеві катаракти, злоякісні пухлини.

При вивченні дії на організм людини іонізуючого випромінювання були виявлені такі особливості:

- висока руйнівна ефективність поглинутої енергії іонізуючого випромінювання, навіть дуже мала його кількість може спричинити глибокі біологічні зміни в організмі;
- присутність прихованого періоду негативних змін в організмі, він може бути досить довгим при опроміненнях у малих дозах;
- малі дози можуть підсумовуватися чи накопичуватися;
- випромінювання може впливати не тільки на даний живий організм, а й на його нащадків (генетичний ефект);
- різні органи живого організму мають певну чутливість до опромінення. Найбільш чутливими є: кришталік ока, червоний кістковий мозок, щитовидна залоза, внутрішні (особливо кровотворні) органи, молочні залози, статеві органи;

- різні організми мають істотні відмінні особливості реакції на дози опромінення;

- ефект опромінення залежить від частоти впливу іонізуючого випромінювання. Одноразове опромінення у великій дозі спричиняє більш важкі наслідки, ніж розподілене у часі.

При одноразовому опроміненні всього тіла людини можливі такі біологічні порушення в залежності від сумарної поглинутої дози випромінювання

**Еколог.** З давніх – давен у тілі людини перебуває деяка кількість радіоактивних елементів, які постійно опромінюють її внутрішні органи. Це калій, тритій, вуглець, радій. Досить сказати, що в середньому в тілі чоловіка міститься 140 г радіоактивного калію, а в жінок його концентрація становить приблизно  $\frac{2}{3}$  від « чоловічої норми. З віком кількість калію змінюється, досягаючи максимуму ( 150г) в 22 роки. Потім маса радіонуклідів зменшується до мінімального значення, яке для чоловіків становить приблизно 116 г. останнім часом і зовнішній і внутрішній радіоактивний фон тіла людини значно змінився. Після 1954 р. , коли на земній кулі в широких масштабах почали випробувати атомну зброю, перелік вмісту радіоактивних елементів і біосфері і в тілі людини значно зріс. Так з'явилися: стронцій, цезій, плутоній, йод, криптон. Їх дія на живі організми зумовлена хімічними властивостями кожного елемента і видом випромінювання, що супроводить розпад кожної з цих речовин.

### **Журналіст каналу «1+1»**

Яким чином діє іонізуюче випромінювання на живі організми?

**Лікар** . Дослідження показали, що ушкодження організмів, зумовлені впливом радіації, мають низку особливостей. По – перше глибокі порушення

життєво забезпечувальних функцій організму викликає навіть невелика кількість поглинутої енергії. Пояснюється це тим, що енергія випромінювання влучає в особливо чутливу « мішень» - клітину. А найбільш чутливими до радіації є клітини, що швидко діляться. Так, першим відчуває радіацію кістковий мозок, унаслідок чого порушується процес кровотворення. По – друге, різні типи організмів мають різну чутливість до того чи іншого радіоактивного випромінювання. Найстійкішими, наприклад, є одноклітинні. По – третє, наслідки впливу однакової дози випромінювання залежить від віку організму. Перелічені вище особливості стосуються зовнішнього опромінення. Але для вищих тварин і людини є небезпечним й внутрішнє опромінення, адже радіонукліди в організм можуть потрапити з їжею. Доза 60 Гр (6000 рад) призводить до того, що смерть, як правило, настає протягом декількох годин або діб. Якщо доза опромінення перевищує 60 Гр, людина може загинути під час опромінення ("смерть під променем").

Репродуктивні органи та очі мають особливо високу чутливість до опромінення. Одноразове опромінення сім'яників при дозі лише 0,1 Гр (10 рад) призводить до тимчасової стерильності чоловіків, доза понад 2 Гр (200 рад) може призвести до сталої стерильності (чи на довгі роки). Яєчники менш чутливі, але дози понад 3 Гр (300рад) можуть призвести до безпліддя. Для цих органів сумарна доза,

отримана за кілька разів, більш небезпечна, ніж одноразова, на відміну від інших органів людини.

Очі людини уражаються при дозах 2...5 Гр (200...500 рад). Встановлено, що професійне опромінення із сумарною дозою 0,5...2 Гр (50...200 рад), отримане протягом 10-20 років, призводить до помутніння кришталика.

Небезпека радіоактивних елементів для людини визначається здатністю організму поглинати та накопичувати ці елементи.

Тому при потрапленні радіоактивних речовин усередину організму уражаються ті органи та тканини, у яких відкладаються ті чи інші ізотопи: йод - у щитовидній залозі; стронцій - у кістках; уран і плутоній - у нирках, товстому кишечнику, печінці; цезій - у м'язовій тканині; натрій поширюється по всьому організму. Ступінь небезпеки залежить від швидкості виведення радіоактивних речовин з організму людини. Більша частина людських органів є мало чутливою до дії радіації. Так, нирки витримують сумарну дозу приблизно 23 Гр (2300 рад), отриману протягом п'яти тижнів, сечовий міхур - 55 Гр (5500 рад) за один місяць, печінка - 40 Гр (4000 рад) за місяць.

Ймовірність захворіти на рак знаходиться в прямій залежності від дози опромінення. Перше місце серед онкологічних захворювань займають лейкози. Їх дія, що веде до загибелі людей, виявляється приблизно через 10 років після опромінення.

### **Журналіст каналу «ICTV»**

В мене склалася думка, що відкриття радіоактивності принесло тільки шкоду планеті. Цікаво, щось корисне є від цього відкриття?

**Вчитель.** Як використовують радіоактивні ізотопи?

**Археолог.** Для визначення віку давніх предметів органічного походження (дерева, деревного вугілля, тканин ...) застосовують метод радіоактивного вуглецю. У рослинах завжди є  $\beta$  – радіоактивний ізоотп вуглецю  $^{14}\text{C}$  з періодом піврозпаду  $T=5700$  років. Невелика кількість його утворюється в атмосфері Землі з азоту під дією нейтронів. Останні виникають під дією ядерних реакцій, спричинені швидкими частинками, які надходять з космосу. Сполучаючись з киснем, цей вуглець утворює вуглекислий газ, який вбирають рослини, а через них і тварини. Один грам вуглецю деревини молодого лісу випромінює близько  $15\beta$  – частинок за секунду. Загиблій

організм вже не поповнюється радіоактивним вуглецем. А кількість цього ізотопу, що був в організмі, внаслідок радіоактивності зменшується. Визначаючи процентний вміст радіоактивного вуглецю в органічних рештках, можна дізнатися про їх вік.

### **Журналіст каналу «Перший національний»**

Розкажіть про способи захисту від радіаційного випромінювання?

#### **Виступ будівельника**

Питання захисту людини від впливу радіаційних випромінювань постали одночасно з їх відкриттям. Це пояснюється, по-перше, тим, що радіаційне випромінювання швидко почало застосовуватися в науці та на практиці, і, по-друге, комплексом виявлених їхніх негативних впливів на організм людини.

У нашій країні захист працюючих від впливу радіаційного випромінювання забезпечується системою загальнодержавних заходів. Вони складаються з комплексу організаційних і технічних заходів. Ці заходи залежать від конкретних умов роботи з джерелами іонізуючого випромінювання та від типу джерела випромінювання. Прогресивним методом захисту від радіації є рентгено - захисна штукатурка – штукатурне покриття, яке призначене для формування і ремонту покриття, і має здатність затримувати рентгенівське випромінювання. Таку штукатурку використовують замість свинцевих листів для ізоляції стін, стель і підлог рентгенівських

#### **Використання дозиметрів.**

*Вчитель.* Для контролю за опроміненням використовують дозиметри.

*Виступ радіологів – технологів, демонстрація фото різних видів дозиметрів.*

### **!!! Перегляд уривку фільму про Чорнобильську трагедію.**

#### **IV. Усвідомлення досягнення мети.**

**Вчитель.** Чи актуальна дана тема сьогодні?

Учень. Сьогодні вивчення даної теми ми пов'язали з проблемою екології.

Кожна людина повинна бути освічена в даних питаннях, бо від нас, людей, залежить яким буде життя в майбутньому, чи збережемо ми все живе, що є на Землі. Міцні знання в даній області необхідні, щоб людина була впевнена за своє майбутнє та майбутнє потомків.

Вчитель. Що нового ви дізналися сьогодні, при вивченні даної теми?

Чи зацікавив вас даний матеріал?

Які труднощі виникли у вас при вивченні теми?

**V. Домашнє завдання.** Параграф 38,39. Написати повідомлення на тему «Радіоактивні ізотопи в медицині, біології, промисловості».

#### **Висновок**

При вивченні дії на організм людини іонізуючого випромінювання були виявлені такі особливості:

- висока руйнівна ефективність поглинутої енергії іонізуючого випромінювання, навіть дуже мала його кількість може спричинити глибокі біологічні зміни в організмі;
- присутність прихованого періоду негативних змін в організмі, він може бути досить довгим при опроміненнях у малих дозах;
- малі дози можуть підсумовуватися чи накопичуватися;

- випромінювання може впливати не тільки на даний живий організм, а й на його нащадків (генетичний ефект);

- різні органи живого організму мають певну чутливість до опромінення. Найбільш чутливими є: кришталик ока, червоний кістковий мозок, щитовидна залоза, внутрішні (особливо кровотворні) органи, молочні залози, статеві органи;

- різні організми мають істотні відмінні особливості реакції на дози опромінення;

- ефект опромінення залежить від частоти впливу іонізуючого випромінювання. Одноразове опромінення у великій дозі спричиняє більш важкі наслідки, ніж розподілене у часі.

Іонізуюче випромінювання дуже згубно діє на організм людини, і тому треба подалі триматися джерел його випромінювання.

# Розробка уроку - симпозіуму

## ТЕМА

*Дозиметрія. Захист від іонізуючого  
випромінювання.*