***Тема*. Вплив радіоактивного випромінювання на живі організми**

***Мета.***

* Ввести поняття дози радіоактивного випромінювання, природного радіаційного фону; ознайомити з його впливом на живі організми; розвивати вміння учнів поєднувати знання з фізики, біології, медицини; формувати пізнавальний інтерес до даної теми через метод інформаційно-дослідницького проекту для розвитку інтересу й здібностей кожного учня.
* Формувати навички самоосвіти: уміння працювати з науковою літературою; розвивати вміння аналізувати науковий матеріал, використовуючи додаткову літературу й Інтернет, створювати презентації в середовищі PowerPoint; виховувати свідоме ставлення до здоров’я — власного й інших людей, бажання пізнавати довкілля; розширяти кругозір учнів і розвивати їхню творчість.
* Виховувати культуру спілкування, колективізм, відповідальність; навчити самостійно мислити, мати особисту думку, відчувати відповідальність за справу, бути компетентними в багатьох питаннях.

***Обладнання:*** комп’ютер, таблиці, слайд-шоу, плакати з висловами «Розум є здатність використовувати сили навколишнього світу без руйнування цього світу» (*О. Стругацький, Б. Стругацький*), «Лише зрозумівши природу, людина зрозуміє саму себе» (*Р. Едберг, шведський письменник*), «Скажи мені — і я забуду. Покажи мені — і я запам’ятаю. Дай можливість діяти самому — і я навчуся» (*китайська народна мудрість*).

***Тип уроку:*** урок узагальнення та систематизації знань.

***Форма проведення***: урок-дослідження.

***Девіз уроку:*** «Навчаючи когось, навчаюся сам!»

**Хід уроку**

**I. Організація класу**

*Налаштування на творчу роботу учнів*.

**II. Мотивація.**

*Оголошення теми, мети й очікуваних результатів*

Людина тисячі років боролася за своє існування, вижила в епідеміях, голодоморах, у різних війнах, які сама ж і розв’язала. Виживала й завжди вірила у краще майбутнє. Заради цього людина рухає науково-технічний прогрес. Від моменту відкриття радіоактивного випромінювання стало зрозуміло, що воно суттєво впливає на живі організми. У дослідників спостерігалися зміни на шкірі кистей рук, нудота, випадіння волосся, загальне нездужання. Величезною є роль радіації в еволюції життя, у походженні й розвитку організмів. Радіоактивні речовини, які перебувають у ґрунті, воді, атмосфері, створюють природний радіаційний фон на Землі, що існує від моменту народження нашої планети.

У процесі еволюції живі організми пристосувалися до нього, і він став необхідним для їхнього існування. Потужним джерелом випромінювання є Сонце, спалахи наднових зірок. Однак занадто інтенсивне випромінювання може шкідливо вплинути на живий організм, нерідко цей вплив може передаватися нащадкам, оскільки радіація пошкоджує хромосомний апарат, спричиняє мутації. Галузь медицини, яка вивчає вплив радіації на людський організм, називається медичною радіологією. І ось через свої хибні моральні принципи й духовне зубожіння ми знову опинилися на грані екологічної катастрофи (Чорнобильська АЕС, Хіросіма та Нагасакі, нові вибухи на АЕС у Японії). Екологічна криза охопила всі континенти.

Перед початком вивчення даного розділу ваш клас було поділено на кілька груп, які мали працювати над проектом «Доза радіоактивного випромінювання. Природний радіоактивний фон. Вплив радіоактивного випромінювання на живі організми» і сьогодні покажете свої результати, заповнюючи під час уроку листки оцінювання. (*додаток 1*)

Не все йшло у вас гладко, але я сподіваюсь, що одне ви засвоїли добре: «Геній складається з 1 % натхнення і 99 % поту». Адже для багатьох із вас фізика зі складної науки перетворилася на більш зрозумілу завдяки наполегливості. Тому девіз кожного з нас під час роботи: «Навчаючи когось, навчаюся сам!»

**III. Актуалізація опорних знань учнів**

**Інтерактивна вправа «Незакінчене речення»**

1) Радіоактивність — це... (*самочинне перетворення нестійких атомних ядер на ядра інших елементів, яке супроводжується випусканням частинок або гамма-квантів).*

2) Період піврозпаду — це… *(час, за який розпадається половина всієї кількості наявних радіоактивних атомів).*

3) Відходи називаються радіоактивними, коли…*(продукти, що утворюються в результаті роботи з радіоактивними речовинами, мають вміст радіоактивних речовин, вищий за норми радіаційної безпеки).*

4) Ізотопом називають… *(хімічні елементи, які відрізняються масовими числами, але мають той самий заряд атомних ядер, тому займають те саме місце в таблиці Д. Менделєєва).*

5) Радіоактивний ряд — це... *(сукупність усіх ізотопів, які виникають унаслідок ряду послідовних радіоактивних перетворень з однієї материнської речовини).*

6) Формула, що виражає основний закон радіоактивного розпаду...

**Самостійна тестова робота** *(із взаємоперевіркою в парах)*

1. Явище радіоактивності відкрив:

а) Е. Резерфорд;

б) П. Кюрі;

в) А. Беккерель.

2. Було виявлено, що солі урану створюють:

а) певне випромінювання під дією світла;

б) певне випромінювання під дією тепла;

в) певне випромінювання без зовнішнього впливу.

3. Які невідомі раніше хімічні елементи відкрили П. Кюрі та

М. Склодовська-Кюрі?

а) Уран і Торій;

б) Полоній і Радій;

в) хімічні елементи з порядковим номером 84 і вище.

4. Найбільш інтенсивне випромінювання дає:

а) Радій;

б) Уран;

в) Торій.

5. Які хімічні елементи мають природну радіоактивність?

а) Усі хімічні елементи;

б) хімічні елементи з порядковим номером 84

і вище;

в) Полоній і Радій.

6. Для з’ясування природи радіоактивного випромінювання його пропустили крізь:

а) свинець;

б) електричне поле;

в) магнітне поле.

7. Радіоактивне випромінювання розпадається на:

а) 2 промені — α і β;

б) 2 промені — α і γ;

в) 3 промені — α, β і γ.

8. α-випромінювання — це:

а) потік електронів;

б) потік ядер Гелію;

в) електромагнітні хвилі.

9. β-випромінювання — це:

а) потік електронів;

б) потік ядер Гелію;

в) електромагнітні хвилі.

10. γ - випромінювання — це:

а) потік електронів;

б) потік ядер Гелію;

в) електромагнітні хвилі.

11. У порядку зростання проникної здатності компоненти випромінювання можна розташувати так:

а) β, α, γ;

б) α, β, γ;

в) γ, β, α.

12. Які частинки затримає шар бетону завтовшки кілька метрів?

а) Тільки γ-частинки;

б) тільки α- і β-частинки;

в) α-, β- і γ-частинки.

*Відповіді: 1. в); 2. а); 3. б); 4. а); 5. б); 6. в); 7. в); 8. б); 9. а); 10. в); 11. б); 12. в).*

Радіація — один із, на жаль, уже звичних факторів довкілля. Цього року минає 25 років від аварії на ЧАЕС. Але за час, що минув, проблема радіаційної безпеки не втратила своєї актуальності. Оскільки людина не має рецепторів, що сприймають радіаційне випромінювання, то за відсутності елементарних знань про характер радіаційного ризику вона може завдати непоправної шкоди своєму здоров’ю, працездатності, життю. *(Ознайомлення учнів із висловами, які вивішено на дошці, слайди 1, 2.)*

**ІV. Презентація проектів**

А зараз надаю слово для презентацій робіт групам.

**Група «Історики»**

*(слайди 3–7)*

Один із доказів будови атома — явище радіоактивності, яке відкрив французький фізик Анрі Беккерель 1896 р., коли виявив власне випромінювання солей урану, інтенсивність якого зростає зі збільшенням концентрації урану в сполуці, не залежить від тиску й температури, не змінюється під дією електричного й магнітного полів, не залежить від виду хімічної сполуки, до якої входить уран, а 1898 р. Марія Склодовська-Кюрі довела наявність подібного випромінювання в торію.

Марія Склодовська народилася 7 листопада 1867 р. у Варшаві, у родині вчителя російської гімназії. У 16 років, закінчивши гімназію із золотою медаллю, почала працювати гувернанткою в багатих родинах. 1890 року переїхала до Парижа, до сестри, і вступила до Сорбонни — на фізичний факультет. Блискуче закінчивши університет, навесні 1894 р. познайомилася з молодим, але вже відомим фізиком П’єром Кюрі. Темою своєї майбутньої дисертації обрала вивчення явища, яке відкрив А. Беккерель. Місце для роботи — неопалюване складське приміщення — анітрошки не бентежило молодих науковців. В урановій руді міститься не більше 1 % радію. Тому для його одержання доводилося переробляти буквально тонни руди.

1903 року прийшло визнання. Подружжя Кюрі та А. Беккерель одержали Нобелівську премію. Грошова винагорода в 70 тис. франків стала дуже доречною, оскільки матеріальне становище науковців було тяжким. Подружжя відмовилося від патенту на своє відкриття, хоча це обіцяло їм чималу вигоду (1 г радію на світовому ринку коштував тоді 750 тис. франків).

Кюрі відкрили радіоактивний елемент, який назвали на честь батьківщини Марії — Польщі — Полонієм, а потім — Радій, тому й назвали явище радіоактивністю.

1906 року трапилося нещастя — під колесами вантажного візка загинув П’єр Кюрі. Горе не зломило Марію. Виховуючи дочок,— Ірен і Єву,— вона стала не тільки визнаним фізиком, а й чудовим хіміком. 1911 року їй було присуджену другу Нобелівську премію — з хімії!

Дочка Марії Ірен та зять Фредерік Жоліо також стали лауреатами Нобелівської премії 1935 р. за відкриття штучної радіоактивності. Але сама Марія не дожила до цього щасливого дня. 1934 року вона померла від тяжкого захворювання крові.

Ернест Резерфорд установив, що радіоактивні випромінювання неоднорідні й складаються з двох компонентів, які мають різну проникливість ( α-, β-промені), а 1900 р. французький учений Поль Війяр довів, що існує й третя складова випромінювання урану, яку було названо γ-випромінюванням. А протягом 1902–1903 рр. Е. Резерфорд і Ф. Содді встановили закон радіоактивного розпаду.

**Група «Науковці-фізики»**

1. «Фізик-теоретик»

*(слайд 8)*

Під час роботи на ядерних установках і з радіоактивними препаратами, які використовують у різних галузях науки й техніки (дефектоскопія в машинобудуванні, радіоактивні прилади для контролю товщини й рівня рідин, променеві датчики, пристрої для автоматизації виробничих процесів, медичне застосування випромінювань, добування й переробка уранових руд), людина зазнає зовнішнього радіоактивного опромінення.

Йонізаційним називають випромінювання, яке під час взаємодії з речовиною спричиняє йонізацію його складових атомів і молекул, тобто перетворює нейтральні атоми або молекули на йони. До різновидів йонізаційного випромінювання, крім α-, β-, γ- випромінювання, рентгенівських променів, належать потоки нейтронів, протонів тощо. Коли випромінювання проходить крізь речовину, атоми й молекули, з яких вона складається, збуджуються або йонізуються. Унаслідок збудження молекул у живому організмі їхні функції можуть бути порушеними. У разі йонізації атомів відповідна жива клітина виявляється ушкодженою. Електрони, що входять до складу атомів чи молекул середовища, відриваються від них і можуть переміщуватися по всій речовині.

Йони й радикали, що утворюються в тканинах організму під безпосереднім впливом випромінювання, починають взаємодіяти з іншими молекулами. Продукти вторинних реакцій, у свою чергу, реагують із новими молекулами, унаслідок чого склад речовин у тканинах змінюється. Склад різних сполук, що регулюють діяльність організму, змінюється, і залежно від інтенсивності опромінення можуть виникнути так звана променева хвороба, ракові пухлини, лейкемія (білокрів’я) тощо.

Нейтрони безпосередньо йонізації не спричиняють, але, вступаючи в реакцію з різними тканинами людського тіла, спричиняють появу вторинного йонізаційного випромінювання. Будь-які зміни в опроміненому об’єкті спричинені йонізаційним випромінюванням, називають радіаційно- індукованим ефектом.

1. «Радіобіолог»

*(слайд 9)*

Залежно від рівня біологічної організації живої речовини радіобіологи розрізняють такі види біологічних ушкоджень йонізаційним випромінюванням довільної природи:

* молекулярне — ушкодження молекул ДНК, РНК, ферментів; негативний вплив на процеси обміну;
* субклітинне — ушкодження біомембран і складових елементів клітин;
* клітинний — гальмування й припинення поділу клітин та часткове перетворення їх у злоякісні;
* тканинне — ушкодження найчутливіших тканин та органів (наприклад, червоний кістковий мозок);
* організмове — помітне скорочення тривалості життя або швидка загибель організму;
* популяційне — зміна генетичних характеристик в окремих індивідів.

Для кількісної характеристики дії йонізаційного випромінювання на навколишнє середовище введено такі фізичні величини та їхні одиниці.

Основна фізична величина, що характеризує радіоактивне джерело, називається активністю A. У СІ за одиницю активності прийнято один беккерель (1 Бк). Активності 1 беккерель відповідає один розпад за секунду. Історично першою речовиною, на якій вивчали закон радіоактивного розпаду, був радій-226. В одному грамі радію відбувається 3,7\*1010 розпадів за секунду. Тому в практичній дозиметрії та радіаційній фізиці користуються й іншою одиницею активності — 1 кюрі (1 Кі): 1Ki=3,7\*1010 Бк .

Прийнято вважати, що зміни, які відбуваються в опроміненій речовині, визначаються поглинутою енергією радіоактивного випромінювання. Поглинутою дозою випромінювання називають відношення поглинутої дози енергії E до маси m опроміненої речовини. За одиницю поглинутої дози прийнято 1 рад.

1 рад — це доза, за якої опроміненій речовині масою в 1 кг передається енергія 10−2 Дж.У СІ поглинуту дозу випромінювання визначають у греях (Гр).

1 грей дорівнює поглинутій дозі, за якої опроміненій речовині масою 1 кг передається енергія йонізаційного випромінювання 1 Дж.

1. «Метеоролог»

*(слайд 10)*

Експозиційна доза — кількісна характеристика γ- і рентгенівського випромінювань, яка ґрунтується на їхній йонізаційній дії й визначається сумарним електричним зарядом йонів одного знака, утворених в одиниці маси повітря.Одиницею експозиційної дози є один кулон на кілограм.

За такої експозиційної дози внаслідок йонізаційної дії випромінювання на повітря та м’які тканини в 1 кг сухого повітря за нормальних умов утворюються йони кожного знака, що мають заряд 1 Кл. Ця одиниця дала змогу пов’язати поглинуту енергію з йонізаційним і біологічним ефектами. У практичній дозиметрії використовують експозиційну дозу випромінювання — один рентген (1 Р).

Один рентген — це така експозиційна доза рентгенівського чи γ- випромінювання, за якої в 1 cм3 сухого повітря за 0 0С і тиску 760 мм. рт. ст. утворюються йони, які мають заряд кожного знака, що дорівнює 3,34\*10−10 Кл .

Експозиційна доза практично зручна, оскільки йонізацію повітря легко виміряти за допомогою дозиметра. (показує дозиметр).

За дози 1 Р утворюється приблизно 2,08\*109 пар йонів. Зазначимо, що в повітрі й м’яких тканинах організму людини однакові експозиційні дози рентгенівського чи γ-випромінювань створюють приблизно однакову кількість йонів в 1 cм3 . Тому можна оцінювати поглинання енергії м’якими тканинами не за поглинутою дозою випромінювання , а за еквівалентною дозою. Проте, якби навіть вдалося здійснити вимірювання поглинутої дози випромінювання безпосередньо в живій тканині, незважаючи на їх складність, цінність цих вимірювань була б невеликою, оскільки однакова енергія різних частинок викликає неоднаковий біологічний ефект. Тому для медичної діагностики використовують здатність рентгенівських променів, що проходять крізь тканини організму. Вимірювання цієї йонізації привело до появи дозиметричної величини — експозиційної дози D як міри іонізаційної дії на повітря.

1. «Біофізик»

*(слайд 11)*

Еквівалентна доза Dе — це поглинута доза, помножена на коефіцієнт K , що відображає здатність випромінювання певного типу чинити дію на тканини організму. Одиницею еквівалентної дози в СІ є один зіверт (1 Зв, на честь шведського радіобіолога Р. Зіверта).

Треба врахувати й те, що різні частини тіла мають різну чутливість до опромінення. Через це дози опромінення органів і тканин потрібно обчислювати з різними коефіцієнтами радіаційного ризику.

Помноживши еквівалентні дози на відповідні коефіцієнти радіаційного ризику для всіх органів і тканин та підсумувавши їх, дістанемо значення ефективної еквівалентної дози, що відображає сумарний ефект опромінення організму. Ефективна еквівалентна доза введена Міжнародною комісією з радіаційного захисту. Її одиницею в СІ також є один зіверт.

Проблема біологічного впливу йонізаційних випромінювань на живі організми й установлення значень безпечних доз опромінення тісно пов’язана з існуванням природного радіоактивного фону на поверхні Землі. Справа в тому, що в будь-якому місці на поверхні Землі, під землею, у воді, в атмосферному повітрі й у космічному просторі є йонізаційні випромінювання різних видів і різного походження. Ці випромінювання існували, коли ще не було життя на Землі, є вони й зараз і будуть і надалі. В умовах існування природного радіаційного фону на Землі виникло життя, яке пройшло шлях еволюції до свого теперішнього стану. Тому можна з упевненістю сказати, що дози опромінення, близькі до рівня природного фону, не становлять якоїсь серйозної небезпеки для життя організмів. У наш час усі люди на Землі піддані дії йонізаційної радіації не тільки природного, але й штучного походження.

Штучними джерелами радіації, які створила людина, є рентгенівські діагностичні й терапевтичні установки, засоби автоматичного контролю й керування, що використовують радіоактивні ізотопи, ядерні енергетичні й дослідницькі реактори, прискорювачі заряджених частинок та різні високовольтні

електровакуумні прилади, відходи теплових та атомних електростанцій, продукти ядерних вибухів. Зі всіх штучних джерел йонізаційної радіації для більшості людей велике значення мають джерела рентгенівського випромінювання, використовувані в медицині.

Про віддалені наслідки дії радіоактивного випромінювання в малих дозах на живі організми можна зробити певні висновки, спостерігаючи за рослинами. Відхилення в розвитку рослин стають помітними через кілька поколінь після їх опромінення. Дослідники брали пшеницю, що виросла поблизу реактора. У перший рік висіву не відбувалося жодних змін. Чорнобильські «гени» проявилися, починаючи з третього покоління. З кожним висівом кількість мутантів зростає.

1. «Радіометрист»

*(слайд 12)*

У більшості місць на Землі значна частина дози природного фону зумовлена зовнішнім опроміненням, створюваним γ-випромінюванням природних радіоактивних ізотопів земної кори — Урану, Торію, Калію та інших 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 й стіни кам’яних будинків, найменшу — стіни дерев’яних будинків. Доза зовнішнього фонового γ-випромінювання коливається в більшості місць від 0,3 до 0,6 мЗв за один рік.

Друге джерело опромінення — космічне випромінювання. Космічним випромінюванням біля поверхні Землі називають потік γ-випромінювання й швидких заряджених частинок, що виникають в атмосфері під дією первинного космічного випромінювання, яке складається в основному з протонів, що приходять із космосу. Земна атмосфера поглинає більшу частину космічного випромінювання й надійно захищає все живе на Землі від його впливу.

Крім зовнішнього опромінення, кожен живий організм піддається внутрішньому опроміненню. Воно зумовлене тим, що з їжею, водою й повітрям в організм потрапляють різні хімічні елементи, що мають природну радіоактивність: Карбон, Калій, Уран, Торій, Радій, Радон. Кількість цих елементів в організмі людини суттєво залежить від уживаної їжі. Середнє значення еквівалентної дози опромінення, зумовлене природними радіоактивними ізотопами, що потрапляють в організм людини з їжею і водою, дорівнює приблизно 0,3 мЗв за один рік.

Середнє значення еквівалентної дози опромінення, зумовленої природним радіаційним фоном, дорівнює близько 2 мЗв за рік.

1. «Радіолог»

*(слайди 13, 14)*

Радіаційна небезпека під час роботи з радіоактивними джерелами справді існує. Патологічні зміни в організмі відбуваються під дією випромінювання без щонайменших суб’єктивних ознак, які сигналізують про небезпеку. Ці зміни нагромаджуються, наростають в організмі й у деяких випадках проявляються лише через дуже великий час (десятиріччя) після фактичного опромінення, коли медичне втручання виявляється запізнілим. Тому легковажне ставлення до радіації абсолютно неприпустиме.

Зменшення поглиненої дози випромінювання (захист від випромінювання) під час роботи з джерелами йонізаційної радіації зазвичай забезпечують такі заходи й вимоги:

* «захист відстанню» — зі збільшенням відстані від точкового джерела радіації інтенсивність випромінювання й поглинена доза зменшується обернено пропорційно до квадрата відстані;
* «захист часом» — чим меншим є час перебування в зоні дії випромінювання, тим меншою буде поглинена доза;
* встановлення захисних екранів, що поглинають випромінювання: ступінь екранування залежить від проникної здатності різних типів випромінювання;
* обов’язкове знання й виконання персоналом правил безпеки під час роботи в зоні дії випромінювання, а також поінформованість населення про наявність небезпеки радіоактивного опромінення чи забруднення.

Оскільки радіоактивне випромінювання шкідливо впливає на живі клітини, то, зрозуміло, потрібно організувати захист від нього. Треба мати конкретні відомості про дію радіоактивного випромінювання й радіоактивних опадів на людину та довкілля. З цією метою Генеральна асамблея ООН у грудні 1955 р. заснувала Науковий комітет з дії атомної радіації для оцінки у світовому масштабі доз опромінення, їхнього ефекту й пов’язаного з ним ризику.

З урахуванням проведених досліджень встановлено гранично допустимі дози опромінення. Для населення будь-якого віку незалежно від місця проживання гранично допустимою дозою опромінення є 0,05Гр за рік. Доза загального опромінення людини у 2 Гр призводить до променевої хвороби, а в 6 Гр і більше майже завжди смертельна.

Для зниження дози опромінення навколо джерел радіоактивного випромінювання розташовують біологічний захист із речовин, що добре поглинають випромінювання. Найпростішим за своєю ідеєю методом захисту є віддалення від джерел випромінювання на достатню відстань. Якщо це неможливо, то для захисту від випромінювання використовують перешкоди з поглинальних матеріалів, оскільки α-частинки мають малі довжини пробігу, а β-активні джерела навіть малих активностей треба екранувати, наприклад, шаром пластмаси або спеціального скла, що містить свинець.

Для захисту від γ-випромінювання потрібні більш потужні заходи. Зазвичай це свинцеві контейнери. Роботи з радіаційними відходами проводять за допомогою маніпуляторів у спеціальних камерах.

Для захисту від особливо потужних джерел випромінювання (активні реактори, прискорювачі) споруджують бетонні стіни відповідної товщини.

Радіоактивні речовини можуть потрапити в організм під час вдихання повітря, забрудненого радіоактивними елементами, із забрудненими харчовими продуктами або водою, крізь шкіру.

Імовірність потрапляння частинок у дихальні шляхи залежить від розмірів цих частинок. Частинки з розмірами понад 5 мкм майже всі затримуються носовою порожниною.

Якщо радіонукліди, що потрапляють до організму, однотипні з елементами, які людина вживає з їжею, то вони поділяються на такі, що засвоюються організмом, тобто стають його частиною, і такі, що довго не затримуються в організмі й видаляються природним шляхом.

**Група «Медики»**

1. «Терапевт»

*(слайди 15–17)*

Дослідження засвідчили, що ушкодження організмів, зумовлені впливом радіації, мають низку особливостей.

По-перше, серйозні порушення життєзабезпечувальних функцій організму спричиняє навіть невелика кількість поглинутої енергії. Пояснюється це тим, що енергія випромінювання влучає в особливо чутливу «мішень» — клітину. А найбільш чутливими до радіації є ті клітини, які швидко діляться. Так, першим відчуває дію радіоактивного випромінювання 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 поглинутої дози випромінювання залежать від віку організму.

Перелічені вище особливості стосуються зовнішнього опромінення. Але для вищих тварин і людини є небезпечним і внутрішнє опромінення, адже радіонукліди можуть потрапити в організм, наприклад, із їжею. Підвищена небезпека внутрішнього опромінення зумовлена кількома причинами.

По-перше, деякі радіонукліди здатні вибірково накопичуватися в окремих органах. Наприклад, 30 % йоду накопичується в щитоподібній залозі, маса якої становить лише 0,03 % від маси тіла людини. Радіоактивний йод, таким чином, усю свою енергію віддає невеликому об’єму тканини.

По-друге, внутрішнє опромінення є тривалим: радіонуклід, який потрапив до організму, не відразу виводиться з нього, а зазнає низки радіоактивних перетворень усередині. Радіоактивне випромінювання, яке виникає при цьому, чинить руйнівну дію, йонізуючи молекули й тим самим змінюючи їхню біохімічну активність.

Залежно від величини поглинутої дози розрізняють такі ступені променевої хвороби: легку (I), середню (II), важку (III) і вкрай важку (IV). Найбільш радіаційно вразливими тканинами є лімфатична, кровотворна, епітелій тонкого кишечника, епідерміс, судини. Епітелій печінки, нервова та м’язова тканини є радіостійкими. Гостра променева хвороба виникає за короткочасного (від декількох хвилин до 1–3 днів) впливу на організм людини йонізаційного випромінювання в дозі більш ніж 100 рад.

Щоб деякою мірою захистити організм від радіації, застосовують оксиданти — речовини, що належать до радіопротекторів (захисників), але їх необхідно вживати до опромінення. Організація постійного медичного контролю за населенням, дотримання гігієни місць проживання та особистої гігієни значно сприяють можливості роботи та проживання без ризику для здоров’я людини.

Біологічну дію радіаційного випромінювання на організм людини можна оцінити за наслідками випробувань атомної зброї в атмосфері, а також радіаційних катастроф, що їх зазнало людство.

В Японії спочатку спостерігалося різке зростання захворюваності на лейкемію, рак шлунку та молочної залози. Такі захворювання спостерігалися й у наших пожежників та ліквідаторів аварії на ЧАЕС.

1986 року найхарактернішим наслідком аварії був рак щитоподібної залози (понад 600 надфонових захворювань). У Японії через 25–30 років після бомбардування почала збільшуватися кількість серцево-судинних захворювань. Це явище спостерігається також в Україні.

Особливо небезпечними для людини й тварин є ізотопи Цезію й Стронцію. Хімічні властивості подібні до властивостей відповідно кальцію й калію, що входять до складу кісток і м’язів людини та тварин. Вміст Калію у масі м’язів становить 0,3 %, а Кальцію у масі кісток — 14,7 %.

Якщо людина споживає забруднені Цезієм та Стронцієм харчові продукти, а в її раціоні бракує Калію (багатими на нього є квасоля, горох, боби, картопля, помідори, шпинат, абрикоси, ізюм, яблука) або Кальцію (багатими на нього є капуста, горіхи, горох, сир, яйця, риба, морква, вівсяна крупа), то в організмі людини атоми Цезію в м’язах заміняють атоми Калію, а в кістках атоми Стронцію заміняють атоми Кальцію.

Період піврозпаду Стронцію становить 28 років, а період, протягом якого з організму людини вивільниться половина вмісту Стронцію, становить 50 років. Фактично Стронцій, що потрапив у кістки людини чи тварин, із них уже не вивільняється. До випробувань ядерної зброї в організмі людини Цезію не виявляли.

Отже, радіоактивне випромінювання може вражати людський організм у три способи:

1) Зовнішня дія — ураження високою дозою радіації великої кількості клітин організму. У цьому разі тяжкі пошкодження живої тканини й ознаки променевої хвороби виявляються протягом кількох днів. Якщо організм зазнав надто великих уражень, то людина помирає. Ступінь хвороби залежить від рівня радіації та спроможності організму протидіяти їй.

2) Внутрішня дія — через органи травлення, якщо туди потрапляють радіоактивно забруднені їжа й вода. Ураження має тривалий характер і настає внаслідок ушкодження окремої клітини. Ушкоджена клітина може вижити й залишається в «сонному» стані багато років, однак це вже не та клітина, що була доти, — вона цілковито змінена. І згодом починають розвиватися генетичні мутації, що призводять до важких хвороб.

3) Внутрішня дія через легені, якщо людина вдихає радіоактивний пил.

1. «Лікар-генетик»

*(18, 19 слайди)*

Йонізаційне випромінювання — досить інтенсивний мутагенний фактор організму. Якщо якась частина популяції живих організмів впливу мутагенного фактора й збільшується кількість мутацій генів, то популяції можуть з’явитися з ознаками патології. Як відомо, у кожній соматичній клітині людини є 46 хромосом, і кожна з них представлена молекулами ДНК. Кожна хромосома несе так багато спадкової інформації, що втрата однієї з них або виявлення додаткової призводить до внутрішньоутробної загибелі організму, або ж діти народжуються з різними захворюваннями. Вивчення генетичних наслідків опромінення свідчить, що можна спостерігати протягом багатьох поколінь спадкові хвороб. За останні роки кількість дітей із вродженими вадами збільшилася втричі. Радіація вплинула й на тваринний та рослинний світи.

1. «Лікар-радіолог»

*(слайди 20, 21)*

Дізнаймося про застосування радіоактивних ізотопів у медицині. Радіоактивні ізотопи знайшли своє практичне застосування. Наприклад, існує метод мічених атомів. Радіоізотоп, який додають до неактивних атомів, «заявляє» про себе своїм випромінюванням. За допомогою цього методу вдалося виміряти швидкість кровообігу, визначити шляхи переміщення елементів, вивчити механізм фотосинтезу, виявляти місця можливих пухлинних уражень. Цей метод має високу чутливість і дозволяє відстежувати й фіксувати 10−20 г радіоактивної речовини.

Одне з перших місць у лікувальному використанні радіоізотопів посідає радіаційна терапія злоякісних утворень. Пухлинні клітинки постійно діляться, тому й руйнуються швидше, ніж здорові.

За допомогою радіоактивного випромінювання змінюються спадкові ознаки організмів. Так виникла радіаційна генетика, досягнення якої використають у фармакології. Найчастіше в медицині застосовують радіоактивні кобальт, йод, фосфор, азот, сірку, золото, залізо, кальцій і натрій.

Радіоактивні ізотопи широко використовують у медичних дослідженнях як індикатори. Справа в тому, що організм людини має властивість «збирати» у своїх тканинах певні хімічні речовини. Відомо, наприклад, що щитоподібна залоза накопичує у своїй тканині йод, кісткова тканина — фосфор, кальцій і стронцій, печінка — деякі барвники тощо. При цьому, якщо орган працює нормально, то процес накопичування речовин характеризується певною швидкістю; у разі ж порушення функції органа спостерігається відхилення від даного режиму. Наприклад, у випадку базедової хвороби активність щитоподібної залози різко зростає, і в результаті йод накопичується в ній занадто швидко. Під час деяких інших захворювань щитоподібна залоза, навпаки, функціонує слабко, і накопичення йоду в ній відбувається занадто повільно.

За цими особливостями накопичення йоду зручно стежити за допомогою його γ-радіоактивного ізотопу. Хімічні властивості радіоактивного й стабільного (тобто не радіоактивного) йоду не відрізняються, тому радіоактивний йод-131 накопичуватиметься щитоподібною залозою за тими самими законами, що і його стабільний «побратим». Якщо щитоподібна залоза в нормі, то через певний час після введення в організм радіоактивного йоду γ-випромінювання від нього матиме певну оптимальну інтенсивність. Радіоактивні атоми ніби посилають сигнал: «Ми тут, усе гаразд!». Але якщо щитоподібна залоза функціонує з відхиленням від норми, то інтенсивність γ-випромінювання буде аномально високою або, навпаки, низькою, і сигнал «звучатиме» тривожно: «Ми тут, але нас забагато (замало)!». Аналогічний метод застосовують для досліджування обміну речовин в організмі, функцій нирок, печінки та ін.

Радіоактивні ізотопи (йод-131, фосфор-32,аурум-198 та ін.) використовують для виявлення в різних органах злоякісних пухлин. Діагностика базується на тому, що клітини пухлини й клітини здорової тканини по-різному накопичують радіоактивні препарати. Відомо, наприклад, що для пухлини властиве прискорене накопичення радіоактивного фосфору. Зрозуміло, що під час використання ядерно-фізичного методу діагностики необхідно ретельно дозувати кількість радіоактивного препарату, щоб внутрішнє опромінення спричиняло мінімально негативний вплив на організм людини.

1. «Експерт»

*(слайд 22)*

Більшість жителів нашої країни, пам’ятаючи про аварію на Чорнобильській АЕС, з великою підозрою ставляться до слова «радіація». Ми довідалися, що радіаційне випромінювання — це, звичайно, небезпечно. Але якщо дотримуватися правил безпеки, контролювати рівень радіаційного фону, вчасно вживати необхідних заходів, небезпеку можна зменшити.

А чи може бути радіація корисною для живого організму? Виявляється, за певних захворювань для збереження життя пацієнта медики змушені фактично завдавати йому шкоди. Так, найпоширенішою формою радіаційної терапії є опромінення пацієнта γ-променями, проникна здатність яких є досить великою. Однак під час опромінення хворого внутрішнього органа опромінюються й прилеглі до нього здорові частини тіла.

Природним було прагнення фізиків розв’язати цю проблему. Перше рішення — застосування іншого типу випромінювання. Виявилося, що прискорені до великих швидкостей протони мають певні переваги як перед γ-, так і перед α-випромінюванням. Відомо, що протони максимально ушкоджують місця поблизу своєї зупинки, а на інших ділянках траєкторії рівень ушкодження є значно нижчим. Змінюючи енергію протонів, можна змінювати місця їхньої зупинки так, щоб вони потрапляли на хворі клітини. Тоді рівень ушкодження здорових тканин буде істотно нижчим, ніж хворих. На жаль, висока вартість використання прискорювача протонів не дозволила зробити цей метод поширеним.

Отже, якщо розумно використовувати радіоактивне випромінювання, воно стане в пригоді людині.

**Група «Практики»**

1. Після Чорнобильської аварії окремі ділянки електростанції мали радіоактивне забруднення з потужністю поглиненої дози 7,5 Гр/год. За який час перебування людина могла отримати на цих ділянках смертельну експозиційну дозу в 5 Зв?

Вважайте, що коефіцієнт якості радіоактивного випромінювання дорівнює 1.

2.Під час роботи з радіоактивними препаратами лаборант піддається опроміненню з потужністю поглиненої дози 0,02мкГр/с. Яку дозу отримує лаборант за 1 год?

*Розв’яжи на дозвіллі*

1.У лабораторії є радіоактивне забруднення з потужністю поглиненої дози 2,5 Гр/год. Якою є тривалість безпечного перебування в лабораторії? Вважайте, що коефіцієнт якості радіоактивного випромінювання дорівнює 1.

2. Працівник рентгенівської лабораторії отримав за рік еквівалентну дозу йонізаційного опромінення 3,6 мЗв. Якою є середня потужність поглиненої дози рентгенівського випромінювання в його робочому кабінеті, якщо тривалість роботи з рентгенівським апаратом протягом дня становить 1 год, а кількість робочих днів за рік — 250?

А зараз послухаємо нашого літератора.

**«Літератор»**

Радіація є скрізь: в космосі, в людині,

У землі, в рослинах й навіть у кожної тварини.

Вона потрібна лікарям, щоб знайти хвороби.

Завдяки саме їй нам і рентген зроблять.

Радіація — це світло,

Радіація — тепло.

Як її не шанувати,

То вона скоїть зло.

Якщо вже вона вирветься на волю,

То завдасть вона всім і хвороб, і болю.

А яка ж вона стійка, радіація оця.

Її знищить неможливо в окремих місцях.

Називають ці місця — забруднені зони.

І живуть всі в цих місцях по своїх законах:

Не збирають в лісі ягід та грибів,

Їжу довго варять,

Молоко сире не п’ють і яєчню не смажать.

Та Бог дав нам життя,

І треба жити,

Щоб не музейним експонатом стати,

А вирости людьми і так творити,

Щоб нічим нікого не лякати.

Хай нам сонце світить, райдуга вітає,

Хай сміється дощик і співа весна.

Хай вона розбудить тих, хто ще не знає,

Що природа-мати, що вона одна.

Хай думка оця в кожнім серці озветься,

Усе бережіть, що природою зветься!

Нехай повік земна квітує врода,

Хай береже вас матінка Природа.

**V. Узагальнення вивченого матеріалу.**

**Інтерактивна вправа «Мозковий штурм»**

1. Галузь медицини, що вивчає вплив радіації на організм людини та її застосування в медицині. *(Медична радіологія)*

2. За що 1961 р. американський учений Мелвін Кельвін був нагороджений Нобелівською премією? (*За дослідження темної фази фотосинтезу методом мічених атомів)*

3. Чи всі органи однаково реагують на випромінювання*? (Не всі органи однаково реагують на випромінювання. Тому розроблено гранично допустимі дози для декількох груп критичних органів і тканин)*

4. Чи впливає сонячна активність на стан організму людини? *(Так. За даними гематологів, у роки максиму й мінімуму сонячної активності середній рівень лейкоцитів у крові не однаковий. Причому найбільші перепади відзначаються в північних широтах, де зміни сонячної активності сильніші. Це зрозуміло, адже магнітне поле Землі відносить основну масу заряджених частинок (під дією сили Лоренца) до полюсів. Зростання сонячної активності призводить до зменшення в крові кількості лейкоцитів і збільшення кількості лімфоцитів,а також різко зростає кількість серцево-судинних захворювань, зокрема інфарктів міокарду)*

5. Що таке органи-колекціонери та яким є їхній зв’язок із радіоізотопами? (*В основі діагностики багатьох захворювань лежить чудова особливість органів накопичувати у своїх тканинах деякі хімічні речовини. Відомо, що щитоподібна залоза нагромаджує у своїх тканинах йод, кісткова тканина — фосфор, кальцій та стронцій, печінка — деякі барвники. Наприклад, радіоізотоп 131 широко використовують для діагностики захворювань щитоподібної залози. У разі введення його в організм він вибірково нагромаджується в щитоподібній залозі, причому швидкість нагромадження безпосередньо залежить від стану залози. Для виявлення інших захворювань організму застосовують також ізотопи Марганцю, Міді, Арсену, Галію)*

6. Що таке «безкровна хірургія?» *(Радіаційна терапія злоякісних пухлин стоїть на одному з перших місць у лікувальному застосуванні ізотопів. З метою руйнування ракових клітин застосовують радіаційне випромінювання)*

7. Про що можуть розповісти мічені атоми? *(Метод мічених атомів має дуже велику чутливість і відкриває дуже великі можливості в медицині. Так, за допомогою цього методу вдалося вивчити питання обміну речовин в організмі, зокрема поведінку, шляхи міграції, нагромадження цукру, інсуліну, глюкози; процеси всмоктування і перетравлення жирів, білків та вуглеводів, виміряти швидкість кровоточу, механізм фотосинтезу, а «мічені» мікроби, віруси, мухи й комарі виявилися доволі корисними в мікробіологічних дослідженнях — у вірусології, епідеміології)*

8. Чи є телевізор джерелом радіоактивного випромінювання? *(Телевізор є джерелом м’яких рентгенівських променів. Якщо щодня людина протягом 3–4 год дивиться телевізор, вона отримує дозу 0,001 Бер)*

9. Як зменшити чутливість організму до радіації? *(За допомогою радіопротекторів. Вони зменшують чутливість організму до радіації, створюючи нестачу кисню в клітинах. У результаті цього клітини не так активно діляться, і кількість пошкоджених клітин зменшується)*

**VI. Підсумок уроку. Рефлексія**

Оцінювання здійснює вчитель за допомогою листків оцінювання. Після оцінювання учитель задає домашнє завдання.

**Інтерактивна вправа «Мікрофон»**

* Чого ви навчилися під час проектних дій? Що вам дала участь у виконанні проекту?
* Які вміння й навички здобули?
* Як працювалося в групах? Що вдалося найкраще?
* Що можна було б зробити інакше?
* Чи стануть вам у пригоді знання, отримані на

сьогоднішньому уроці?

* Чи можете ви відповісти, добром або злом є радіація?

**VIІ. Домашнє завдання**

1. Розв’язати задачі, які підготувала група «фізиків-практиків» для самостійної роботи.

2. Творче завдання: написати твір «Ми відповідальні за планету Земля».

Любі діти!

Бажаю фізику вам вчити далі,

Так, щоб отримали срібні й золоті медалі!

Щоб знання ви здобували,

Неуцтво перемагали.

Щоб в навчанні і в роботі

Менш за все було клопотів.

Дякую за роботу.

Додаток 1

Листок оцінювання

учня (учениці) 9 класу \_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |
| --- | --- |
| Етап уроку | Оцінка |
| Незакінчене речення |  |
| Самостійна тестова робота |  |
| Презентація проектів |  |
| Розв’язування задач |  |
| «Мозковий штурм» |  |
| ***Кінцева оцінка (сума)*** |  |