

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Фізико-математичний факультет

Кафедра математики, фізики та методик їх навчання

Чепурко Іван Олександрович

ВИВЧЕННЯ ОСНОВ ДОЗИМЕТРІЇ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

Спеціальність: 014 Середня освіта (Фізика)

Галузь знань: 01 Освіта

Кваліфікаційна робота

на здобуття освітнього ступеня магістра

Науковий керівник

_____ А. І. Салтикова,

кандидат фізико-математичних наук,
доцент, доцент кафедри математики,
фізики та методик їх навчання

« ____ » _____ 20__ року

Виконавець

_____ І. О .Чепурко

« ____ » _____ 20__ року

Суми 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОНЯТЬ ДОЗИМЕТРІЇ. РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА	6
1.1. Дозиметрія. Основні поняття.....	6
1.2. Класифікація та методи розрахунку захисту від іонізуючих випромінювань	11
1.3. Біологічна дія іонізуючого випромінювання	14
1.4. Радіаційний фон місцевості	18
1.5. Норми радіаційної безпеки	19
Висновки до розділу 1	23
РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ДОЗИМЕТРІЇ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ.....	24
2.1. Аналіз програми основної школи.....	24
2.2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Методика вивчення методів практичного виявлення та вимірювання радіоактивного випромінювання	27
2.3. Лабораторна робота: «Вимірювання ступеня забруднення радіоактивними речовинами об'єктів житлової забудови та суспільних будівель»	31
2.4. Конспект уроку: «Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання»	41
2.5. Конспект уроку: «Дозиметрія. Доза випромінювання. Захист людини від радіоактивності».....	50
Висновки до розділу 2	67
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Освітній процес з фізики у закладах середньої загальної освіти орієнтований на розвиток особистості учнів, становлення їх наукового світогляду і критичного стилю мислення, формування предметної та ключових компетентностей. Для всіх навчальних програм предметів, які вивчаються у закладах загальної середньої освіти, виокремлено наскрізні змістові лінії, які зорієнтовані на розкриття провідних ідей, які є соціально й особистісно значущими. Це забезпечує формування в учнів ціннісної і світоглядної направленості та визначає поведінку в повсякденному житті. Серед цих змістових ліній слід виділити екологічну безпеку і сталий розвиток. Саме вона сприяє формуванню відповідальності та екологічної свідомості учнів, їх соціальної активності, спонукає брати участь у заходах щодо збереження довкілля для себе і нащадків та направлених на розвиток суспільства, переконання у важливості сталого розвитку. Реалізація цієї наскрізної змістової лінії щодо радіаційної безпеки полягає у відповідному трактуванні навчального змісту тем пов'язаних з дозиметрією, зокрема з дослідженням іонізуючої дії радіоактивного випромінювання; природного радіаційного фону; методами його визначення; біологічною дією іонізуючого випромінювання тощо. Питання щодо основ дозиметрії в шкільному курсі фізики знайшли відображення в роботах О.Ф.Кабардина, А.Т.Глазунова, Е.Б.Кнорре, Н.Л.Сосницька, М.В.Головка, Шута М.І. та інших. Аналіз літературних джерел свідчить про існування суперечності між суспільною потребою у підготовці учнів на уроках фізики з питань дозиметрії, зокрема, радіаційної безпеки та методичним забезпеченням освітнього процесу. Отже, актуальність теми роботи пов'язана з навчанням основ дозиметрії на уроках фізики, не викликає сумнівів.

Об'єкт дослідження: освітній процес з фізики в старшій школі.

Предмет дослідження: навчання основ дозиметрії на уроках фізики у старшій школі.

Мета дослідження: розробка змісту і методики навчання основ дозиметрії на уроках фізики у старшій школі. Мета дослідження обумовила такі завдання.

Завдання дослідження:

- на основі аналізу наукової та методичної літератури встановити зміст основних понять дозиметрії;
- здійснити аналіз програми старшої школи;
- вдосконалити методику введення основних фізичних понять дозиметрії;
- розробити методику і техніку виконання лабораторної роботи: «Вимірювання ступеня забруднення радіоактивними речовинами об'єктів житлової забудови та суспільних будівель»;
- підготувати конспекти уроків з тем: «Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання», «Дозиметрія. Доза випромінювання. Захист людини від радіоактивності» та «Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання».

Методи дослідження: аналіз наукової та методичної літератури з теми дослідження; спостереження за освітнім процесом з фізики; бесіди з учителями закладів загальної середньої освіти; узагальнення власного досвіду .

Наукова та практична цінність одержаних результатів полягає в тому, що в магістерській роботі дістало подальший розвиток питання щодо навчання основ дозиметрії на уроках фізики у старшій школі.

Апробація та впровадження результатів. Результати з теми дослідження були представлені та обговорювалися на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики» [23]. (2021р.); Всеукраїнській

науково-методичній конференції «Теоретико-методичні засади навчання сучасної фізики та нанотехнологій у закладах вищої та загальної середньої освіти освіти» [24]. (2021 р)

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, двох розділів, висновків до кожного розділу, висновку, списку використаних джерел (24 найменувань). Загальний обсяг роботи – 73 сторінок.

РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПОНЯТЬ ДОЗИМЕТРІЇ. РАДІАЦІЙНА БЕЗПЕКА

1.1.Дозиметрія. Основні поняття

Відкриття радіоактивності, дослідження впливу іонізуючого випромінювання на навколишнє середовище, результати техногенного впливу, які призвели до аварійних ситуацій, слугували поштовхом для виникнення і розвитку розділу прикладної ядерної фізики – дозиметрії. Вона вивчає радіаційно-індуковані ефекти, тобто зміни у структурі та властивостях речовин як живої так і неживої природи. Основними поняттями в дозиметрії є фізичні величини, які характеризують іонізуюче випромінювання, його взаємодію з речовиною. Одним із її завдань є дослідження принципів та методів визначення цих величин. Дозиметрія є основою для вироблення заходів радіаційної безпеки під час роботи з іонізуючими випромінюваннями або в аварійних ситуаціях.

Радіаційний захист та безпека спираються на систему величин, які умовно можна поділити на дві частини:

1. Радіометричні величини, що використовуються для характеристики джерел та полів іонізуючого випромінювання.
2. Дозиметричні величини, що використовуються з метою радіаційного захисту та безпеки та слугують для характеристики впливу іонізуючого випромінювання на людину. Вони поділяються на дві великі групи, які включають базові дозиметричні та еквідозиметричні величини. Розглянемо їх більш детально.

Радіометричні величини слугують для характеристики джерел та полів іонізуючого випромінювання.

Іонізуюче випромінювання – це будь-який вид випромінювання, взаємодія якого із середовищем призводить до утворення електричних зарядів різних знаків.

Існує кілька основних типів спрямованості випромінювання:

- поле точкового ізотропного джерела – це випромінювання, у полі якого частинки та фотони поширюються з однієї точки за всіма можливими напрямками з однаковою ймовірністю;
- моноспрямоване – випромінювання, у полі якого всі частинки та фотони розповсюджуються в одному напрямку і утворюють плоскопаралельний пучок випромінювання;
- ізотропне – випромінювання, у полі якого всі напрями поширення частинок та фотонів мають однакову ймовірність.
- Іонізуючі випромінювання поділяються на дві групи. До першої групи належать випромінювання, що складаються із заряджених частинок – електронів, позитронів, α -частинок тощо, які безпосередньо іонізують атоми та молекули під час проходження через речовину. До другої групи відносяться незаряджені частинки - нейтрони та фотони, які породжують вторинні заряджені частки. Взаємодія цих вторинних частинок з речовиною призводить до його іонізації.
- Отже , розрізняють два види іонізуючого випромінювання:
- безпосередньо іонізуюче – випромінювання, що складається із заряджених частинок, здатних іонізувати середовище;
- опосередковано іонізуюче – випромінювання, що складається з незаряджених частинок, здатних створювати безпосередньо іонізуюче випромінювання та (або) викликати ядерні перетворення.

Розрізняють первинне та вторинне іонізуюче випромінювання. Під первинним розуміється випромінювання, яке у процесі взаємодії з середовищем

сприймається як вихідне. Вторинне випромінювання виникає в результаті взаємодії первинного іонізуючого випромінювання з цим середовищем.

Характеристикою радіонуклідного джерела випромінювання є його активність (А). Вона визначається як швидкість розпаду ядер, тобто як фізична величина, яка чисельно дорівнює кількості ядер, що розпалися за одиницю часу

$$A = dN / dt , \quad (1.1)$$

Одиницею активності є Бекерель (Бк). 1 Бк відповідає одному спонтанному перетворенню ядра в джерелі за секунду. Раніше в якості одиниці активності використовували активність 1 грама природного радіонукліду ^{226}Ra . Ця одиниця одержала назву Кюрі (Ки). $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$. Активність з часом зменшується за законом:

$$A = A_0 e^{-\lambda t}, \quad (1.2)$$

де A_0 – початкова активність, A – активність в момент часу t , постійна розпаду. Вона пов'язана з іншою характеристикою радіонукліду, зручною для експериментального визначення. Ця характеристика – період піврозпаду радіонукліду, час, протягом якого кількість ядер, внаслідок радіоактивного розпаду, зменшується в 2 рази

$$\frac{\ln 2}{T} \quad (1.3)$$

Основні дозиметричні величини.

Проходження іонізуючого випромінювання крізь речовину призводить до взаємодії частинок та фотонів з атомами, у процесі якого відбувається передача енергії випромінювання речовині. Результат цього процесу можна розглянути з двох сторін. З одного боку, відбувається зміна енергії випромінювання внаслідок її поглинання речовиною. Стосовно речовини відбувається абсорбція

енергії та зміна її стану внаслідок передачі енергії випромінюванням. Отже, доцільно розглядати два аспекти передачі енергії випромінювання речовини:

- енергія випромінювання, поглинута речовиною, яка характеризує поле випромінювання по енергії, переданій речовині;
- енергія випромінювання, передана обмеженому об'єму речовини, яка характеризує зміну стану речовини.

Мірою взаємодії іонізуючих випромінювань із речовиною є базові дозиметричні одиниці. До них відносяться флюєнс іонізуючих частинок, повна лінійна передача енергії, керма, експозиційна доза, поглинута доза.

Поглинута доза (D) – основна дозиметрична величина. Вона дорівнює відношенню середньої енергії dE , переданої іонізуючим випромінюванням речовини в елементарному обсязі, до маси dm речовини в цьому обсязі:

$$D = dE/dm \quad (1.4)$$

Одиниця поглиненої дози – Грей (Гр). Позасистемна одиниця Рад визначається, як поглинутаа доза будь-якого іонізуючого випромінювання, що дорівнює 100 ерг на 1 грам опроміненої речовини.

Еквівалентна доза (H). Для оцінки можливої шкоди здоров'ю людини в умовах хронічного опромінення в області радіаційної безпеки введено поняття еквівалентної дози H , що дорівнює добутку поглиненої дози D_r , створеної опроміненням - r і усередненої по аналізованому органу або по всьому організму, на ваговий множник w_t (названий - коефіцієнт якості випромінювання). Одиницею виміру еквівалентної дози є Джоуль на кілограм. Вона має спеціальне найменування Зіверт (Зв).

Флюєнс іонізуючих частинок - відношення іонізуючих частинок, що проникають в елементарну сферу, до площі центрального перерізу цієї сфери. Вказана величина є кількісною характеристикою поля випромінювання. Вона визначається в такий спосіб. Помістимо в поле випромінювання абсолютно

прозору сферу з площею перерізу, що дорівнює dS . Підрахуємо число dN частинок, які перетнуть поверхню та потраплять усередину сфери. Флюєнс частинок визначається як відношення числа частинок, що проникають у сферу, dN до площі поперечного перерізу сфери dS : $\Phi = dN / dS$. Розмірність флюєнсу частинок: частка/см².

Лінійна передача енергії (ЛПЕ) - повна середня енергія частинок, втрачена зарядженою часткою у всіх зіткненнях з електронами та поглинута речовиною. Одиниця її виміру - Дж/м. Як позасистемна одиниця використовують електронвольт на мікрометр (еВ/мкм) води. При цьому має співвідношення: 1 еВ/мкм = 0,16 Дж/м. Легкі заряджені частинки – електрони та позитрони – є випромінюванням з низькою ЛПЕ, важкі частинки – протони, α -частки, ядра віддачі та ін. – з високою ЛПЕ. Цей показник не застосовується для характеристики опосередковано іонізуючого випромінювання, але, враховуючи вторинний іонізаційний ефект цих випромінювань, і рентгенівське випромінювання характеризують як випромінювання з малою ЛПЕ, а потоки нейтронів - як випромінювання з великою ЛПЕ.

Керма є величиною, що відображає взаємодію поля опосередковано іонізуючого випромінювання з речовиною. Вона визначається як відношення середнього значення суми початкових кінетичних енергій всіх заряджених іонізуючих частинок (електронів, позитронів, протонів, α -часток та ін), що утворилися під дією іонізуючого випромінювання в елементарному обсязі речовини, до маси речовини в цьому обсязі. Одиниця виміру керми – Дж/кг – називається грей (Гр) (на ім'я англійського фізика Л. Грея).

Експозиційна доза (кількісна міра іонізуючого випромінювання) характеризує взаємодію поля фотонного випромінювання з повітрям. Вона пропорційна енергії фотонів, витраченої на іонізацію молекул повітря, і дорівнює відношенню середньої величини сумарного заряду всіх іонів одного знаку,

створених у повітрі, до об'єму повітря, в якій звільнені фотонами електрони і позитрони повністю зупинилися. Одиниця експозиційної дози – кулон/кілограм (Кл/кг). Позасистемна одиниця експозиційної дози – рентген (Р).

1.2. Класифікація та методи розрахунку захисту від іонізуючих випромінювань

Захист від ІВ класифікують за призначенням, типом, компонуванням, формою та геометрією.

Призначення захисту – це зменшення дози опромінення персоналу до гранично допустимих рівнів (біологічний захист); зменшення ступеня радіаційних ушкоджень різних об'єктів, що піддаються опроміненню, до допустимих рівнів (радіаційний захист); зниження радіаційного енерговиділення в захисних композиціях до допустимих рівнів (тепловий захист).

Радіаційний і тепловий захист, які часто бувають суміщені, необхідні тільки для потужних ДІВ ядерно-технічних установок, таких, наприклад, як ядерні реактори. У процесі роботи з радіонуклідними джерелами необхідність у радіаційному й тепловому захисті зазвичай не виникає. Існує декілька типів захисту [1]:

- 1) суцільний – повністю оточує ДІВ;
- 2) роздільний – складається з первинного, який оточує ДІВ (наприклад, активну зону ядерного реактора), і вторинного, призначеного для захисту від ДІВ, що перебувають між ним і первинним захистом (наприклад, система теплоносія ядерного реактора);
- 3) тіньовий – знаходиться між ДІВ і ділянкою, що захищається, розміри якого визначаються «тінню», що відкидає захист;
- 4) частковий – недостатня захищеність у напрямках з підвищеними припустимими рівнями опромінення (наприклад, для ділянок обмеженого доступу персоналу).

Компонування захисту:

- 1) гомогенний – захист складається з одного матеріалу;
- 2) гетерогенний – з набору різних матеріалів.

Форма зовнішньої поверхні захисту найчастіше буває плоскою, циліндричною та сферичною.

Геометрія захисту поділяється на нескінченну, напівнескінченну, бар'єрну та обмежену.

Всі зазначені види захистів зображені на рис. 1.1 на прикладі гомогенного середовища, точкового джерела S й точкового детектора D .

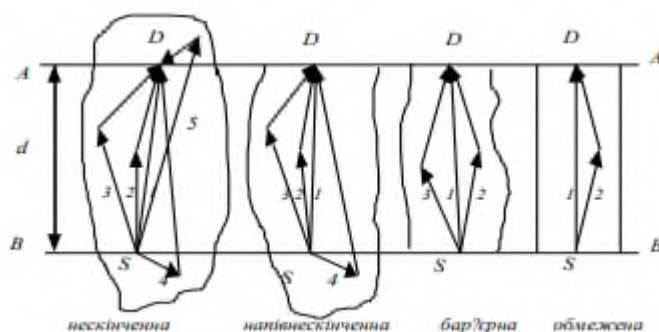


Рис. 1.1. Геометрія захисту й типові траєкторії нерозсіяних і розсіяних у середовищі частинок

Критерій нескінченності захисту можна сформулювати так: якщо будьяке оточення виділеного захисного середовища будь-яким додатковим матеріалом не змінює показників, то таке середовище називається нескінченним. Фізично це означає, що імовірність того, що будь-яка частинка, що розсіяна за межами виділеного середовища, буде зареєстрована детектором, практично дорівнює нулю.

Напівнескінченне середовище з детектором на межі середовища та джерела у середовищі утвориться з нескінченного, якщо відітнути площиною AA задній напівпростір відносно детектора (середовище зверху від площини AA). Напівнескінченне середовище із джерелом на межі середовища й детектором у середовищі утвориться з нескінченного, якщо відітнути

площиною BB задній напівпростір відносно джерела (середовище знизу від площини BB) [5].

Якщо відмежувати задній напівпростір відносно детектора й задній напівпростір відносно джерела паралельними площинами AA й BB, то отримаємо захист бар'єрної геометрії.

Виділення у захисті бар'єрної геометрії лише частини середовища, наприклад, циліндра, на осі якого із протилежних сторін перебувають джерело й детектор, призводить до обмеженого захисту. Під обмеженим розуміється середовище, у якого хоча б один із поперечних розмірів (розміри в площині, перпендикулярній прямій «джерело-детектор») не вважається нескінченним.

Розглянемо вплив геометрії захисту на показання детектора [5].

Геометрія захисту при постійній відстані й масі речовини захисту між джерелом і детектором впливає тільки на розсіюване випромінювання, тому що число реєстрованих нерозсіюваних частинок джерела типу 1 залежить тільки від кількості речовини захисту, що перебуває на прямій, з'єднує точки знаходження джерела й детектора, і не залежить від розташування інших мас речовини. У випадку нескінченної геометрії реєструються нерозсіяні в зоні захисту між джерелом і детектором частинки типу 2 і 3, а також частинки типу 4, розсіяні в області заднього напівпростору захисту відносно джерела і частинки типу 5, розсіяні в області заднього напівпростору захисту відносно детектора. У процесі переходу до інших геометрій реєструється менше число нерозсіяних частинок: у напівнескінченній геометрії не реєструються частинки типу 5, у бар'єрній – частинки типу 4 і 5, в обмеженій – частинки типу 3, 4 і 5.

Таким чином, число реєстрованих нерозсіяних частинок у всіх геометріях постійне, а число реєстрованих розсіяних частинок для всіх геометрій різне. Найбільшого значення реєстрована детектором величини G , яка обумовлена нерозсіюваними частинками, набуває в нескінченній геометрії G_{∞} , незначно менше – у напівнескінченному середовищі $G_{1/2 \infty}$, ще менше – у бар'єрній геометрії $G_{\text{бар}}$ і мінімальне – в обмеженому середовищі $G_{\text{обм}}$, тобто

$$G_{\infty} > G_{1/2 \infty} > G_{\text{бар}} > G_{\text{обм}}. \quad (1.5)$$

Завдання розрахунку захисту від випромінювань зводяться до обчислення показань детектора в точці детектування всередині або поза захисним середовищем, досить складної за компонованням та геометрією. У загальному випадку для рішення цього завдання необхідно знати просторовотимчасову енергетично-кутову залежність щільності потоку частинок.

Зручними експресними методами розрахунку захисту є табличні, графічні та інші інженерні методи. Для фотонного випромінювання, наприклад, створені універсальні таблиці, які знайшли широке застосування для розрахунку товщини захисту, побудовані номограми для визначення захисту від фотонного випромінювання окремих точкових ізотропних радіонуклідів і просторових джерел, а також номограми для розрахунку водяного захисту від лабораторних альфа-джерел і джерел нейтронів [10].

Зручність використання таблиць і номограм полягає в тому, що для знаходження захисту не потрібно проводити трудомістких розрахунків.

1.3. Біологічна дія іонізуючого випромінювання

Для розуміння біологічної дії випромінювання необхідно знати всі його етапи: молекулярний рівень (фізичні процеси взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною), клітинний рівень (порушення біохімії та морфології клітини, її генетичного апарату), рівень цілісного організму (морфологічні та функціональні зміни органів та систем) [1].

Все починається з суто фізичного процесу – поглинання енергії у біосубстраті. Заряджені частинки, нейтрони та фотони вступають у взаємодію з атомами біологічного об'єкта та передають їм частково чи повністю свою енергію. Усі іонізуючі випромінювання діють у принципі однаково: вони передають свою енергію атомів речовини, викликаючи їх збудження чи іонізацію.

Таким чином, фізичний процес поглинання енергії закінчується утворенням іонізованих та збуджених, тобто дуже активних у хімічному

відношенні, атомів і молекул поглинена в тканинах енергія випромінювання перетворюється на інші види енергії (в тепло, в хімічну енергію). Відбувається зміна тих молекул, які поглинули енергію.

Провідною радіаційно-хімічною реакцією є розрив хімічних зв'язків та виникнення активних радикалів.

Велику роль тут відіграє первинна іонізація води, яка становить близько 70 % маси людського тіла. У воді утворюються вільні радикали H і OH , що володіють високою хімічною активністю. Внаслідок взаємодії з ними відбувається окислення або відновлення молекул і утворення перекисних сполук. Під дією випромінювання білки розщеплюються на амінокислоти та гістаміноподібні сполуки, токсичні для людини. Складні реакції відбуваються у ліпідах, вуглеводах, нуклеопротеїдах [1].

Виникли під впливом іонізації атомів і молекул первинні реакції ведуть до зміни структури молекул, що призводить до порушення біохімічних процесів в органах та тканинах. Це виявляється у розлад тканинного дихання, зміна дії ферментних систем, збаченні синтезу білків і т.д.

Присутність кисню в об'єкті, що опромінюється, сильно збільшує вихід багатьох радіаційно-хімічних реакцій. Адже органічні радикали, що виникають при дії іонізуючого випромінювання на молекули ліпідів, нуклеопротеїдів, білків та інших речовин, а також радикали води відрізняються вираженою здатністю з'єднуватися з атомами кисню. Нестача кисню знижує чутливість до випромінювання як нормальних, так і патологічно змінених клітин та тканин. Інакше висловлюючись, ступінь променевих реакцій залежить від концентрації кисню в біосубстраті.

Явище відоме в радіобіології під назвою кисневого ефекту [1].

У клітині немає таких структур, які б не уражалися при опроміненні. За сучасними уявленнями, загибель клітин викликається насамперед ураженням ядерних структур – ДНК та ДНК-мембранного комплексу.

Розрізняють два види загибелі клітин внаслідок опромінення – мітотичну та інтерфазну загибель [3].

Інтерфазною загибеллю називають загибель клітини до її вступу у фазу мітозу, здебільшого перші години після опромінення. Цей тип загибелі характеризується розладом усієї метаболічної організації клітини.

Мітотична (репродуктивна, проліферативна) загибель виникає внаслідок інактивації клітини, що настає після опромінення та після першого чи наступних мітозів. Тому навіть за впливу опромінення у великих дозах цей вид загибелі може виявлятися через віддалений період часу (до кількох діб).

Інтерфазна загибель є або виразом високою радіочутливості клітини або наслідком впливу великої дози випромінювання.

У уражених клітинах виявляються фізико-хімічні зміни: підвищення проникності клітинних оболонок, зміна в'язкості та гідрофільності цитоплазми та ін. Відбуваються і морфологічно обумовлені зрушення: злипання. Набухання, розрив із наступною втратою частини хромосом або неправильним возз'єднанням кінців, зміни мікросом та лізосом, збільшення ядра та зміна його форми та розмірів клітин, вакуолізація цитоплазми [3].

При опроміненні в дозах, прийнятих у променевій терапії, не у всіх клітини створюють умови, що ведуть їх загибель. Поряд із клітинами, що знаходяться в такому стані, що нанесені променеві ушкодження закінчуються їхньою загибеллю (летальні ушкодження). Є опромінені клітини, в яких зміни самі по собі не призведуть клітини до загибелі, але при повторному опроміненні виявляться у вигляді променевого ураження клітини (сублетальні пошкодження).

Існують і такі променеві зміни в клітинах, при яких ефект впливу реалізується різною мірою за певних умов (наприклад, температурних). При цих так званих потенційних пошкодженнях клітини можуть відновитися (репарація) або пошкодження з'являться, але лише за певних умов. Наявність цих двох останніх видів пошкоджень клітин (сублетальних та потенційно летальних) дуже важливо для пояснення репаративних змін, що відбуваються після опромінення. Вміння використовувати радіобіологічні особливості уражених випромінюванням клітин дозволяє проводити спрямовані зміни

радіочутливості за допомогою фізичних та хімічних засобів у бік збільшення "радіотерапевтичного інтервалу", тобто модифікувати променеву реакцію [4].

Іонізуючі випромінювання завжди надають ушкоджуючу дію на живу речовину. Безпосереднім результатом ушкодження є відхилення діяльності органів прокуратури та систем від рівня. Променеве ураження організму складається не тільки з пошкодження, але і реакції на нього. Ступінь ушкодження пропорційна дозі, а реакція організму пропорційна відхилення системи від нормального рівня.

Реакції організму на опромінення дуже різноманітні та визначаються як чинним фактором – випромінюванням, так і властивостями самого організму.

Біологічний ефект залежить від поглиненої дози випромінювання; в середньому ця залежність пряма: з наростанням дози посилюється ефект.

Ефект опромінення пов'язаний з розподілом дози у часі, тобто зі швидкістю поглинання енергії. Поділ однієї і тієї ж сумарної дози на окремі фракції та проведення опромінення з перервами ведуть до зменшення променевого ураження, оскільки процеси відновлення, починаються відразу після опромінення, здатні хоча б частково компенсувати порушення, що виникли. Ступінь і форма променевого ураження визначаються розподілом енергії випромінювання в організмі.

Найбільший вражаючий ефект зумовлює опромінення всього організму (загальне опромінення). Найменші зміни викликає вплив у тій же дозі локальне опромінення. При цьому не все одно, які частини опромінюються. Найкращі великі наслідки дає опромінення живота, а найменше кінцівок.

Біологічна дія залежить від виду випромінювання. Різні випромінювання навіть у рівній дозі дають різний ефект. Неоднаковий ступінь променевих ушкоджень, що розвиваються при впливі рівних доз різних випромінювань, змусила сформулювати уявлення про відносну біологічної ефективності (ВБЕ) іонізуючих випромінювань. Наприклад, $ВБЕ=1$ у рентгенівського та гальмівного випромінювання, гамма-випромінювання, електронів, бета-частинок. $ВБЕ=3$ у повільних нейтронів. $ВБЕ=10$ у альфа-частинок, швидких нейтронів.

1.4. Радіаційний фон місцевості

Джерелом іонізуючих випромінювань можуть бути різні радіонукліди природного та техногенного походження. Природні радіонукліди мають земне (теригенне) походження, а також утворюються під дією космічного випромінювання, що постійно падає на Землю від Сонця та з глибин космосу. Ці радіонукліди називають космогенними.

В результаті освоєння енергії атомного ядра було створено ядерні реактори, у яких відбувається розщеплення ядер урану-235 або плутонію-239 на ядра легших елементів. При роботі ядерних реакторів утворюються штучні радіонукліди, їх більше 40. Ці елементи Періодичної системи називають техногенними.

Радіаційною обстановкою називають сукупність наслідків радіоактивного забруднення (зараження) території.

Радіоактивне забруднення навколишнього середовища може статися внаслідок випробувань чи застосування ядерної зброї; аварій суден, атомних електростанцій та інших радіаційно-небезпечних об'єктів, що мають ядерні енергетичні установки; поховання відходів ядерних енергетичних установок, заводів по регенерації ядерного палива та виробництва ядерних боєприпасів, а також науково-дослідних та медичних центрів; аварійних ситуацій різного ступеня під час транспортування радіоактивних матеріалів тощо.

Іонізуючі випромінювання радіоактивних речовин викликають порушення статевого та соматичного розвитку дітей та підлітків, пригнічення репродуктивної функції, збільшення захворюваності раком щитовидної залози, грудей, легень, шкіри, а при отриманні великих доз опромінення – променеви хворобу різного ступеня тяжкості.

Вирішення завдань захисту населення у надзвичайних ситуаціях, його життєзабезпечення та ліквідації негативних наслідків цих ситуацій багато в чому залежить від своєчасної та грамотної оцінки радіаційної обстановки на

території, що потрапила до зони радіаційного зараження як на початкових, так і на пізніх стадіях аварії на АЕС.

Основні заходи щодо захисту населення засновані на грамотному розрахунку, подальшому виборі та виконанні режимів радіаційного захисту населення.

Оцінка радіаційної обстановки проводиться методом прогнозування та за даними розвідки, тобто даними радіаційного дозиметричного контролю (РДК), проведеного на місцевості. Оцінка радіаційної ситуації складається з рішення наступних завдань:

- ❖ масштабів (зон) радіаційного зараження;
- ❖ визначення характеру радіаційного зараження, тобто доз або рівня радіації;
- ❖ аналіз радіаційної обстановки та вибір найбільш доцільних варіантів дій, у яких виключається радіаційне ураження персоналу, спецпідрозділів та населення [13].

1.5. Норми радіаційної безпеки

Рекомендації МКРЗ взяті за основу Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97), які є основним юридичним документом України, що визначають умови роботи в сфері впливу іонізуючого випромінювання. У НРБУ-97 покладені такі принципи [13]:

- в умовах нормальної експлуатації техногенних джерел випромінювання;
- внаслідок радіаційної аварії;
- від природних джерел випромінювання;
- при медичному опроміненні.

Для оцінки радіаційної обстановки та очікуваних медичних наслідків для обґрунтування захисних заходів та оцінки їх ефективності використовується сумарна доза від усіх видів опромінення. Межа індивідуального довічного ризику (R) в умовах нормальної експлуатації для техногенного опромінення

персоналу протягом року приймається заокруглено 10^{-3} , а для населення $5 \cdot 10^{-5}$. Рівень ризику, який можна вважати незначно малим, становить 10^{-6} .

В умовах нормальної експлуатації джерел випромінювання встановлюються такі категорії опромінюваних осіб:

- ❖ категорія А, тобто персонал, що працює з джерелами іонізуючих випромінювань;
- ❖ категорія Б, персонал, що працює з джерелами іонізуючих випромінювань виробничих умовах, що виключають роботу з РР;
- ❖ населення, тобто все інше населення, включаючи осіб з персоналу, що працюють на РНО, поза сферою та умовами їх виробничої діяльності.

Для цих категорій населення встановлено основні межі доз опромінювання, наведені у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Основні межі доз опромінювання

Категорія населення	Ефективна річна доза, Е, мЗв/рік	Максимальна потужність дози	
		еквівалентною, Н, мкЗв/рік	експозиційної, Р, мкР/рік
Група А	20 мЗв/рік за будь-які послідовні 5 років, але не більше 50	6,0	600
Група Б	1/4 значень групи А	1,4	140
Населення	1 мЗв/рік за будь-які послідовні 5 років, але не більше 5	0,6	60

Основні межі доз опромінення не включають дози від природного та медичного опромінення, а також дози внаслідок радіаційних аварій. На ці види опромінення встановлюються спеціальні обмеження.

Заплановане підвищене опромінення персоналу групи А при ліквідації або запобігання аварії допускається для чоловіків старше 30 років лише за їх добровільної письмової згоди з дозволу територіальних органів Держсанепіднагляду ефективної дози до 100 мЗв на рік або з дозволу федерального органу Держсанепіднагляду в ефективній дозі до 200 мЗв на рік.

Природні джерела радіації діють на людину всю історію його існування. Максимальне річне опромінення населення з урахуванням природних джерел відповідно до вимог НРБУ-97 не має перевищувати 5 мЗв/год.

Звідси розрахуємо гранично допустиму потужність дози (мкЗв/год), приймаючи в середньому 365 днів на рік:

$$5 \text{ мЗв/год} = 5/365 \cdot 24 = 5,7 \cdot 10^{-4} \text{ мЗв/год} = 0,57 \text{ мкЗв/год} \approx 0,6 \text{ мкЗв/год.}$$

Оскільки значення коефіцієнта відносної біологічної активності β - та γ -випромінювань дорівнюють 1 ($W_R = 1$), а фактичне вимір рівня радіації проводиться радіаційно-дозиметричними приладами за значенням потужності експозиційної дози (Р/год), то табл.1.1 наведено значення максимального рівня β - та γ -випромінювань (1 мкЗв = 100 мкР). При опроміненні організму іншими видами іонізуючих опромінення значення максимального рівня β - та γ -випромінювань ділять на відповідний зважувачий коефіцієнт.

НРБУ-97 установлює значення допустимого радіоактивного забруднення робочих поверхонь, шкіри, спецодягу, засобів індивідуального захисту персоналу. Установлені рівні наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Допустимі рівні загального радіоактивного забруднення поверхонь

Об'єкт забруднення	Альфа-активні нукліди		Бета-активні нукліди
	Окремі	Інші	
Непошкоджена шкіра, спецбілизна, рушники, внутрішня поверхня лицьових частин засобів індивідуального захисту	1	1	100
Основний спецодяг, внутрішня поверхня додаткових засобів індивідуального захисту	5	20	800
Поверхні приміщень постійного перебування персоналу та розташованого в них обладнання, зовнішня поверхня спецвзуття	5	20	2000
Поверхні приміщень періодичного перебування персоналу та розташованого в них обладнання	50	200	8000
Зовнішня поверхня додаткових засобів індивідуального захисту, що знімаються в саншлюзах	50	200	10000

Таким чином, метою НРБУ-97 є визначення основних вимог [13]:

- до охорони здоров'я людини від можливої шкоди, що пов'язана з опроміненням від джерел іонізуючого випромінювання;
- недбале ставлення до експлуатації джерел іонізуючого випромінювання;
- до охорони навколишнього середовища.

Отже, під час роботи з радіоактивними речовинами та іонізуючим випромінюванням необхідно створити такі умови праці, за яких вплив від внутрішніх і зовнішніх іонізуючих опромінювань має бути мінімальним, навіть якщо встановлені ліміти доз і допустимі рівні забруднення.

Висновки до розділу 1

На основі теоретико-методологічного аналізу проблеми виокремили основні поняття дозиметрії.

Дозиметрія – розділ прикладної ядерної фізики, що розглядає іонізуюче випромінювання, фізичні величини, що характеризують поле випромінювання або взаємодію випромінювання з речовиною, а також принципи і методи визначення цих величин. Дозиметрія має справу з такими фізичними величинами іонізуючого випромінювання, які визначають його хімічну, фізичну і біологічну дію. Найважливіша властивість дозиметричних величин – встановлений зв'язок між фізичною величиною що вимірюється і очікуваним радіаційним ефектом.

Вимірювання природного радіаційного фону проводяться над земельними ділянками на відкритій місцевості, що розташовані на відстані 15-20м. від будівель та інших споруд – робиться це для виключення можливого впливу техногенно-підсилених джерел природного походження.

Нормами радіаційної безпеки встановлюються такі категорії осіб, які зазнають опромінювання:

1. Категорія А (персонал) – особи, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючих випромінювань.

2. Категорія Б (персонал) – особи, які безпосередньо не виконують роботи під впливом джерел іонізуючих випромінювань, але у зв'язку з розташуванням робочих місць у приміщеннях і на промислових майданчиках об'єктів із радіаційно-ядерними технологіями можуть отримати додаткове опромінювання.

3. Категорія В – усе населення.

Отже, під час роботи з радіоактивними речовинами та іонізуючим випромінюванням необхідно створити такі умови праці, за яких вплив від внутрішніх і зовнішніх іонізуючих опромінювань має бути мінімальним, навіть якщо встановлені ліміти доз і допустимі рівні забруднення.

РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОНЯТЬ ДОЗИМЕТРІЇ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

2.1. Аналіз програми основної школи

Вивчення фізики в старшій школі на профільному рівні спрямовано на досягнення наступних цілей [17]:

- освоєння знань про методи наукового пізнання природи; сучасної фізичної картини світу, властивостей речовини й поля, просторово-часових залежностей, динамічних і статистичних законів природи, елементарних частинок і фундаментальних взаємодій, будови й еволюції Всесвіту; знайомство з основами фундаментальних фізичних теорій: класичної механіки, молекулярно-кінетичної теорії, термодинаміки, класичної електродинаміки, спеціальної теорії відносності, квантової теорії;

- оволодіння вміннями проводити спостереження, планувати й виконувати експерименти, обробляти результати вимірювань, висувати гіпотези й будувати моделі, установлювати границі їхньої застосовності;

- застосування знань по фізиці для пояснення явищ природи, властивостей речовини, принципів роботи технічних пристроїв, рішення фізичних завдань, самостійного отримання й оцінки вірогідності нової інформації фізичного змісту, використання сучасних інформаційних технологій для пошуку, переробки й використання навчальної й науково-популярної інформації з фізики;

- розвиток пізнавальних інтересів, інтелектуальних і творчих здатностей у процесі рішення фізичних завдань і самостійного придбання нових знань, виконання експериментальних досліджень, підготовки доповідей, рефератів й інших творчих робіт;

- виховання духу співробітництва в процесі спільного виконання завдань, поважного відношення до думки опонента, обґрунтованості висловлюваної позиції, готовності до морально-етичної оцінки використання наукових

досягнень, поваги до творців науки й техніки, що забезпечує провідну роль фізики в створенні сучасного миру техніки;

- використання придбаних знань й умінь для рішення практичних, життєвих завдань, раціонального природокористування й захисту навколишнього середовища, забезпечення безпеки життєдіяльності людини й суспільства.

Саме останнє завдання фізики і цікавить нас. Адже завданням роботи буде розгляд питань дозиметрії, які тісно пов'язані із радіоактивним забрудненням території, радіонуклідами та шкідливою дією радіоактивного випромінювання.

Вказані питання розглядаються в випускному, 11 класі у другому семестрі. На вивчення питань по темі «Атом та атомне ядро» виділяється, згідно типової програми, 20 годин та 2 години резерву. Згідно типової програми на вивчення теми «Поглинута доза випромінювання та її біологічна дія. Захист від опромінення» виділяється одна навчальна година. На цьому занятті проводиться вивчення понять доза випромінювання, біологічна доза опромінення та даються рекомендації щодо захисту від опромінення. Питання вимірювання радіоактивних випромінювань не розглядається у шкільній програмі взагалі. Тому для поглибленого вивчення теми дозиметрія потрібно виділити щонайменше дві навчальні години. І після теми «Поглинута доза випромінювання та її біологічна дія. Захист від опромінення. Техніка безпеки при роботі із радіоактивними речовинами» потрібно повести розгляд теми «Вимірювання радіоактивних випромінювань. Дозиметри», на занятті буде розглянуто будову та використання різних систем дозиметрів, проведено практичне вимірювання радіоактивного фону приміщення. В типовій програмі є тема «Експериментальні методи реєстрації іонізуючих випромінювань», яка дотична до теми «Вимірювання радіоактивних випромінювань. Дозиметри», але у методах реєстрації іонізуючих випромінювань головний акцент зроблено на будові та принципі дії лічильника Гейгера, а не на використанні дозиметрів. Тому доцільним є, на нашу думку, залишити заняття «Експериментальні

методи реєстрації іонізуючих випромінювань» без змін та провести із метою поглибленого вивчення дозиметрії два заняття із темами, які вказані у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Теми занять при поглибленому вивченні дозиметрії

№	Тема заняття
Заняття №1	Поглинута доза випромінювання та її біологічна дія. Захист від опромінення. Техніка безпеки при роботі із радіоактивними речовинами.
Заняття №2	Вимірювання радіоактивних випромінювань. Дозиметри.

Час на проведення другого заняття можна отримати за рахунок резерву часу, який як було сказано вище, складає 2 години. А якщо резерв часу вибраний на проведення контролюючих занять та тематичних атестацій, то потрібно провести об'єднання занять. Наприклад можна об'єднати такі заняття, як «Термоядерні реакції. Боротьба за ліквідацію загрози ядерної війни» та заняття «Проблема розвитку ядерної енергетики в Україні. Чорнобильська катастрофа та ліквідація її наслідків». Два вказані заняття можна об'єднати в одне та провести у вигляді нетрадиційного уроку. Таким чином ми отримаємо час на проведення заняття по темі «Вимірювання радіоактивних випромінювань. Дозиметри» [19].

Для забезпечення практичної складової занять по фізиці доцільно при поглибленому вивченні теми дозиметрії проводити різноманітні демонстраційні та лабораторні дослідження. Але при їх проведенні все впирається у наявність необхідних приладів (дозиметрів) та роботу із радіоактивними матеріалами, що є небезпечним для життя. Тому доцільним є запропонувати при вивченні теми «Вимірювання радіоактивних випромінювань. Дозиметри» провести

демонстраційний дослід по вимірюванню радіаційного фону приміщення (фізичного кабінету) та по вимірювання радіаційного фону кількох природних зразків мінералів, які володіють невеликим радіаційним фоном, який є все ж більшим за природній фон, це можуть бути зразки базальту, граніту, тощо. Також можна виміряти радіаційний фон еталонного зразка радіоактивного препарату, який міститься у верхній кришці кожного рентгенометра ДП – 3 у верхній частині футляра за свинцевою перегородкою. Його також можна використовувати для градуювання дозиметрів, якщо виникне така потреба.

Взагалі роботу із радіоактивними препаратами у будь-якому вигляді потрібно проводити обережно і перед самим заняття провести інструктаж по техніці безпеки, що відобразити у шкільному журналі.

У курсі фізики для 11 класу передбачений також і лабораторний практикум у складі 8 годин. Тому можна запропонувати провести у складі лабораторного практикуму лабораторну роботу на тему «Вимірювання ступеня забруднення радіоактивними речовинами об'єктів житлової забудови та суспільних будівель».

2.2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання. Методика вивчення методів практичного виявлення та вимірювання радіоактивного випромінювання

Відомо, що 2/3 загальної ваги тканин людини становлять вода та вуглець; вода під впливом випромінювання розщеплюється на водень Н і гідроксильну групу ОН. Які безпосередньо, або через ланцюг вторинних перетворень утворюють продукти з високою хімічною активністю: гідратний оксид HO_2 і перекис водню H_2O_2 . Ці сполуки взаємодіють із молекулами органічної речовини тканини, окислюючи і руйнуючи її.

Внаслідок впливу іонізуючого випромінювання порушуються нормальний перебіг біохімічних процесів та обмін речовин в організмі. Залежно від величини поглиненої дози випромінювання та індивідуальних

особливостей організму, зміни можуть бути оборотними або незворотними. При невеликих дозах уражена тканина відновить свою функціональну діяльність.

Будь-який вид іонізуючих випромінювань викликає біологічні зміни в організмі як при зовнішньому (джерело знаходиться поза організмом), так і при внутрішньому опроміненні (радіоактивні речовини потрапляють усередину організму).

Біологічний ефект іонізуючого випромінювання залежить від сумарної дози та часу дії випромінювання, виду випромінювання, розмірів опроміненої поверхні, індивідуальних особливостей організму.

При одноразовому опроміненні тіла людини можливі біологічні порушення залежно від сумарної поглиненої дози випромінювання. При опроміненні дозами, що у 100 - 1000 разів перевищують смертельну дозу, людина може загинути під час опромінення.

Ступінь чутливості різних тканин до опромінення неоднаковий. Якщо розглядати тканини органів у порядку зменшення їхньої чутливості до дії випромінювання, то отримаємо наступну послідовність: лімфатична тканина, лімфатичні вузли, селезінка, щитовидна залоза, кістковий мозок, зародкові клітини. Велика чутливість кровотворних органів до радіації є основою визначення характеру променевої хвороби. При одноразовому опроміненні тіла людини поглиненою дозою 0,5 Гр через добу після опромінення може різко скоротитися кількість лімфоцитів.

Зменшиться також і кількість еритроцитів (червоних кров'яних тілець) через два тижні після опромінення (тривалість життя еритроцитів приблизно 100 діб). У здорової людини налічується близько 10^{14} червоних кров'яних тілець при щоденному відтворенні 10^{12} їх, у хворого на променеву хворобу таке співвідношення порушується.

Важливим чинником при впливі іонізуючого випромінювання на організм є час опромінення. Зі збільшенням потужності дози вражаюча дія

випромінювання зростає. Чим більше дробове випромінювання за часом, тим менша його вражаюча дія.

Зовнішнє опромінення α -, а також β -частинками менш небезпечне. Вони мають невеликий пробіг у тканині та не досягають кровотворних та інших внутрішніх органів. При зовнішньому опроміненні необхідно враховувати γ - і нейтронне опромінення, які проникають у тканину на велику глибину та руйнують її. Подивимося, які процеси відбуваються внаслідок іонізації.

При іонізації складних молекул відбувається їх дисоціація внаслідок розриву хімічних зв'язків. Це так звана пряма дія іонізуючого випромінювання. Більш істотну роль формуванні біологічних наслідків грає механізм непрямого впливу іонізуючого випромінювання. Під непрямою дією випромінювання розуміють радіаційно-хімічні зміни в даній речовині, зумовлені продуктами радіолізу води.

Відомо, що у біологічній тканині 70% за масою становить вода. В результаті іонізації молекули води утворюються вільні радикали H^+ і за наступною схемою:



У присутності кисню утворюються також вільний радикал гідроперекису та перекис водню, що є сильними окисниками.

Вільні радикали та окислювачі, володіючи високою хімічною активністю, вступають у хімічні реакції з молекулами білка, ферментів та інших структурних елементів біологічної тканини, що призводить до зміни біохімічних процесів в організмі. В результаті порушуються обмінні процеси, пригнічується активність ферментних систем, уповільнюється та припиняється зростання тканин, виникають нові хімічні сполуки, які не властиві організму, токсини. Це призводить до порушення життєдіяльності окремих функцій чи систем та організму загалом.

Індуковані вільними радикалами хімічні реакції розвиваються з великим виходом і залучають до цього багато сотень і тисяч молекул, не порушених випромінюванням. У цьому полягає специфіка дії іонізуючого випромінювання

на біологічні об'єкти у тому, що створений ними ефект зумовлений стільки кількістю поглиненої енергії, скільки тій формою, у якій ця енергія передається. Ніякий інший вид енергії (теплова, електрична та ін), поглинені біологічним об'єктом у тій же кількості, не призводять до таких змін, що спричиняє іонізуюче випромінювання.

Наприклад, смертельна доза іонізуючого випромінювання для ссавців дорівнює 5 Гр (500 рад), відповідає поглиненої енергії випромінювання 5 Дж/кг. Якщо цю енергію підвести як тепла, вона нагріла б тіло лише з 0,001°C. Саме іонізація атомів і молекул середовища обумовлюють специфіку дії іонізуючого випромінювання.

Вивчення методів практичного виявлення та вимірювання радіоактивного випромінювання передбачає користування дозиметричними приладами. Але головним у цій темі буде забезпеченість школи та кабінету фізики дозиметричними приладами. Потрібно перевірити наявність дозиметрів шкільний кабінет військової підготовки, заводські лабораторії, формування цивільної оборони, де повинен бути радіометр-рентгенметр ДП-5А. Якщо його не буде виявлено то можна скористатися будь-яким побутовим дозиметром. При викладанні даної теми доцільно розглянути класифікацію дозиметричних приладів за характером вимірювання радіоактивних випромінювань, узагальнену схему дозиметра на основі лічильника Гейгера, а далі розглянути практичну роботу із одним із виявлених дозиметричних пристроїв. При проведенні даного уроку потрібно робити наголос на практичній складовій отриманих учнями знань. Показати їх практичну цінність для вимірювання рівня радіоактивного забруднення, визначення радіоактивного фону територій. Для цього слугує і запропонована лабораторна робота в складі лабораторного практикуму із фізики [15].

2.3. Лабораторна робота: «Вимірювання ступеня забруднення радіоактивними речовинами об'єктів житлової забудови та суспільних будівель»

У сучасних умовах життя вимірювання радіаційного фону стало одним з необхідних заходів щодо забезпечення безпеки на різних об'єктах. Наявність рентгенівських променів, радіоактивного випромінювання може спричинити суттєву шкоду здоров'ю людини. Тому точна інформація про рівень радіаційного випромінювання та знання властивостей радіації дозволить звести до мінімуму пов'язану з нею небезпеку.

Для більш глибокого розуміння питань, пов'язаних з дозиметрією у шкільному курсі фізики 11 класу пропонується удосконалена лабораторна робота, у якій досліджується рівень радіації на об'єктах житлової забудови та громадських будівлях.

До її виконання учні повинні бути вже готові, ознайомившись зі змістом понять дозиметрії. Такі поняття як радіоактивність та іонізуюче випромінювання є одними з основних для розуміння суті спостережуваних у лабораторній роботі явищ. За визначенням радіоактивність - це мимовільні перетворення нестійких атомних ядер в ядра інших елементів (ядерний розпад) і супутні випромінювання, які формують радіаційний фон, що і створює іонізуюче випромінювання, яке діє на людину на поверхні Землі як від природних джерел космічного і земного походження, так і від штучних (техногенних) джерел. Природне іонізуюче випромінювання створює радіаційний фон, утворений космічним випромінюванням і випромінюванням природних радіонуклідів, які можуть перебувати в ґрунті і будівельних матеріалах. Як показує практика, в будинках доза опромінення може бути як суттєво більшою так і меншою, у порівнянні з навколишнім середовищем. Основний вклад в радіаційний фон місцевості вносить радон, який є радіоактивним безбарвним газом, без смаку і запаху. Він знаходиться в повітрі і, як наслідок, в житлових приміщеннях, де людина проводить більшу частину

свого життя. Головними джерелами радону є: водопровідна вода, так як радон здатний розчинятися у ній і з нею надходити у повітря приміщення; побутовий газ; будівельні матеріали (мармур, граніт, щебінь, графіт, пемза та ін); поверхнях. Треба донести до учнів інформацію, що більшу частину дози опромінення від радону людина отримує, коли перебуває тривалий час у закритому, не провітрюваному приміщенні. Отже є необхідність у регулярному провітрюванні приміщення, щоб знизити концентрацію радону. Також, при плануванні будівництва необхідно використовувати радіаційно безпечні будматеріали. Якщо говорити про штучні (техногенні) джерела іонізуючого випромінювання, то це будь-які джерела, створені діяльністю людини. Тут індивідуальні показники доз опромінення сильно різняться, оскільки мала кількість людей контактує зі штучними джерелами. Перевага цих доз лише в тому, що їх зазвичай легше стримувати, ніж дози опромінення, пов'язані з природними джерелами. Області, де люди стикаються зі штучними джерелами, різноманітні [5]:

- в медицині рентгенівського випромінювання;
- викиди радіоактивних відходів ядерної промисловості;
- випробування ядерної зброї;
- наукові дослідження і т. д.

Телефони, Wi-Fi-станції та інші пристрої зв'язку не є джерелами іонізуючого випромінювання, оскільки працюють у мікрохвильовому діапазоні, частота якого нижче, ніж частота видимого світла.

У результаті виходить, що більшість радіоактивного опромінення людина отримує від природних джерел

Вплив радіації на людину називають опроміненням, воно відбувається внаслідок передачі енергії радіації клітинам організму. Опромінення може викликати порушення обміну речовин, злоякісні пухлини, променеву хворобу, безплідність тощо.

Через небезпеку опромінення в громадських будівлях та спорудах повинен здійснюватися радіаційний дозиметричний контроль. Радіаційний

контроль – важливий елемент забезпечення безпеки для мешканців, персоналу, відвідувачів та інших осіб, які будуть користуватися запланованим об'єктом.

Визначити її рівень можна лише спеціальними приладами.

Для виявлення іонізуючого випромінювання використовують прилади, які називаються дозиметрами. Дозиметри – це прилади для вимірювання доз іонізуючих випромінювань або величин, які можуть отримати люди за час перебування на радіоактивно зараженій місцевості.

При проведенні онлайн уроків з фізики особливо гостро стоїть питання виконання учнями лабораторних робіт, бо обладнання у домашніх умовах відсутнє. Тому, лабораторну роботу виконував сам учитель на території м. Суми. Всі результати вимірювання, аналіз, розрахунки були відзняті на відеокамеру у вигляді відеоуроку і надіслані учням для опрацювання.

У даній роботі задіяно професійний портативний дозиметр МКС-05 ТЕРРА.

Як вже зазначалося, дозиметр вимірює дози іонізуючого випромінювання. Доза, отримана в одиницю часу, називається потужністю дози.

Це величини, які застосовуються, щоб оцінити рівень впливу іонізуючого випромінювання на організм людини.

Контрольованою величиною в будівлях та приміщеннях є потужність еквівалентної дози гамма-випромінювання, яка оцінюється показником мікрозіверт на годину (мкЗв/год). Вона «не повинна перевищувати 0,3 мкЗв/год з урахуванням фону» [1].

Дані про природний радіаційний фон м. Суми були взяті з сайту Сумського центру з гідрометеорології та моніторингу навколишнього середовища, який здійснює стаціонарний радіоекологічний моніторинг шляхом вимірювання потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання на семи станціях основної мережі щодня. Природний фон м. Суми, згідно з даними, становить 0,12 мкЗв/год, значення знаходиться в межах природних значень [2].

Метою роботи було: визначити рівень радіаційного фону на різних об'єктах м. Суми та зробити висновки про наявність чи відсутність радіаційної

небезпеки. Відповідно до мети роботи було проведено вимірювання радіаційного фону в житловому будинку, у навчальних закладах, а також у громадських місцях м. Суми.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

- на основі аналізу наукової та методичної літератури встановити зміст понять про явище радіоактивності та іонізуюче випромінювання;
- освоїти навички практичного вимірювання рівня γ -випромінювання за допомогою спеціального приладу дозиметра МКС-05 ТЕРРА;
- провести вимірювання рівня радіаційного фону на різних об'єктах м. Суми;
- зробити висновки про наявність або відсутність радіаційної небезпеки;
- дати рекомендації щодо зниження рівня радіації.

Під час виконання роботи було проведено вимірювання радіаційної обстановки в житловій квартирі, у навчальних закладах, а також у громадських місцях м. Суми.

Вимірювання рівня радіації проводилося за допомогою дозиметра МКС-05 ТЕРРА (рис.2.1)



Рисунок 2. Дозиметр МКС-05 ТЕРРА

Випромінювання реєструються за допомогою газорозрядного лічильника Гейгера-Мюллера.

Щоб увімкнути дозиметр, потрібно короткочасно натиснути кнопку «Режим» в правому верхньому кутку. Відразу після включення дозиметр працює в режимі вимірювання потужності еквівалентної дози, це можна зрозуміти по миготливому вогнику навпроти відповідного напису «Потужність». При реєстрації кожного гамма-кванту також пристрій видає звукові сигнали. Тримати дозиметр необхідно датчиком вниз, тобто задньою стороною приладу до джерела випромінювання. У приміщенні роблять виміри на висоті 1.0 м від підлоги, через кілька секунд на індикаторі висвічується результат. Щоб увімкнути інші режими роботи дозиметра, послідовно натискають кнопку «Режим». Технічні характеристики дозиметра МКС-05 ТЕРРА представлені у табл.2.2.

Таблиця 2.2

Технічні характеристики дозиметра МКС-05 ТЕРРА

Параметри	Значення
Тип детектора	лічильник Гейгера СБМ-20
Приблизний час виходу в "робочий" режим	40-60 с
Діапазон вимірювання потужності еквівалентної дози (МЕД) гамма-випромінювання	0,1 – 9999 мкЗв/ч
Похибка вимірювання ПЕД	+(-) 15%

Величина, в якій вимірювалася потужність радіаційного фону, — мкЗв/год (мікрозиверт за годину).

При проведенні дозиметричних вимірювань були дотримані інструкції, викладені в технічній документації на прилад, та використані затверджені методики вимірювання.

Для збільшення надійності дозиметричного контролю було проведено кілька вимірів (не менше трьох), а потім пораховано середнє арифметичне. Також враховувалося природне радіаційне тло зовні.

У першу чергу були проведені вимірювання в житловій квартирі багатоквартирного будинку на п'ятому поверсі. Тут була перевірена теорія про зниження концентрації радону при провітрюванні приміщень.

Отже, в непровітрюваних приміщеннях квартири, особливо де тече вода і використовується побутовий газ, радіаційний фон виявився вищим. Всі показники опинилися в межах норми. Після провітрювання при повторному вимірі спостерігалось зниження радіаційного фону. Значить, регулярне провітрювання знижує концентрацію радону. Дані вимірювань наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Результати вимірювання рівня радіації в житловій квартирі

Приміщення	Вимірювання до провітрювання, мкЗв/год	Вимірювання після провітрювання, мкЗв/год
ванна	0,14	0,13
кухня	0,20	0,14
вітальня	0,09	0,08
кімната	0,13	0,10

Далі були проведені вимірювання в Сумському державному педагогічному університеті ім. А.С. Макаренка. Вимірювання проходили в центральному корпусі університету (табл.2.4), на філологічному факультеті (табл.2.5), фізико-математичному (табл.2.6), а також у фізкультурно-оздоровчому комплексі (табл.2.7) .

У цілому нині результати вимірів гамма-фону перебували у межах норми. Найвищий показник був зафіксований на фізико-математичному факультеті (0,22 мкЗв/год).

Таблиця 2.4

Результати вимірювання рівня радіації в центральному корпусі "СДПУ
ім. А.С. Макаренка"

Приміщення	Вимірювання, мкЗв/год
1-й поверх	0,18
бібліотека	0,18
2-й поверх	0,15

Таблиця 2.5

Результати вимірювання рівня радіації на філологічному факультеті
"СДПУ ім. А.С. Макаренка"

Приміщення	Вимірювання, мкЗв/год
1-й поверх	0,14
3-й поверх	0,13
кабінет на 3-му поверсі	0,12

Таблиця 2.6

Результати вимірювання рівня радіації на фізико-математичному
факультеті "СДПУ ім. А.С. Макаренка"

Приміщення	Вимірювання, мкЗв/год
2-й поверх	0,22
сходовий майданчик	0,22
кабінет на 4-му поверсі	0,12

Таблиця 2.7

Результати вимірювання рівня радіації фізкультурно-оздоровчого
комплексу "СДПУ ім. А.С. Макаренка"

Приміщення	Вимірювання, мкЗв/год
1-й поверх	0,16

роздягальня	0,12
викладацька	0,16

Наступним навчальним закладом для перевірки було обрано Сумський державний університет. Були проведені виміри в головному корпусі (табл.2.8) та в корпусі на вул. Римського-Корсакова, 2 (табл.2.9).

Таблиця 2.8

Результати вимірювання рівня радіації головного корпусу СумДУ

Приміщення	Вимірювання, мкЗв/год
1-й поверх	0,15
2-й поверх	0,22
3-й поверх	0,18

Таблиця 2.9

Результати вимірювання рівня радіації корпусу СумДУ на вул. вул.

Римського-Корсакова, 2

Приміщення	Вимірювання, мкЗв/год
1-й поверх	0,10
2-й поверх	0,18
3-й поверх	0,14

І останнім навчальним закладом на перевірку був Інститут економіки та менеджменту СНАУ (табл. 2.10). Тут також всі показники опинилися в межах встановленої норми.

Таблиця 2.10

Результати вимірювання рівня радіації Інституту економіки та менеджменту СНАУ

Приміщення	Вимірювання, мкЗв/год
1-й поверх	0,11

2-й поверх	0,14
кабінет на 2-му поверсі	0,12

Далі перевірка радіаційного фону проходила у громадських місцях. У торговому центрі «Мануфактура» (табл.2.11) всі показники були в межах норми.

Таблиця 2.11

Результати вимірювання рівня радіації торгового центру «Мануфактура»

Приміщення	Вимірювання, мкЗв/год
1-й поверх	0,12
2-й поверх	0,10
магазин «Сім'я»	0,13

Найвищий показник був у торгово-розважальному центрі «Євробазар» (11) на цокольному поверсі. Швидше за все, це пов'язано з тим, що основне джерело радону – це ґрунт під будинком, а цокольний поверх знаходиться ближче до поверхні землі.

Таблиця 2.12

Результати вимірювання рівня радіації торгово-розважального центру «Євробазар»

Приміщення	Вимірювання, мкЗв/год
1-й поверх	0,11
2-й поверх	0,08
магазин одягу	0,12
кафе	0,12
3-й поверх, біля кінотеатру	0,10
цокольний поверх	0,17

За підсумками виконаних вимірів відхилень від норми досліджуваних об'єктах м. Суми не виявлено.

Найбільш мінімальними величинами гамма-фону ($0,11 \text{ мкЗв / год}$) виявилися показання в житловій квартирі, якщо враховувати дані в квартирі після провітрювання.

Якщо ж не враховувати квартиру після вживаних заходів для зниження гамма-фону, то мінімальні величини ($0,12 \text{ мкЗв/год}$) були виявлені в торгово-розважальному центрі «Євробазар», в торговому центрі «Мануфактура» і в Інституті економіки та менеджменту СНАУ.

Більше значення гамма-фону ($0,18 \text{ мкЗв / год}$) було зафіксовано в головному корпусі Сумського державного університету. Можливою причиною високого значення потужності експозиційної дози служить вміст у будівельних матеріалах природних радіонуклідів. Середнє значення гамма-фону на досліджуваних об'єктах склало $0,12 \text{ мкЗв/год}$, що відповідає природному радіаційному фону м. Суми.

Отже, проведені вимірювання радіаційного фону на досліджуваних об'єктах м. Суми показали, що значення гамма-фону перебувають у межах допустимих норм. Відсутність перевищення межі означає, що радіаційна безпека забезпечена.

З виконаної роботи учні повинні прийти до висновків, що людина частіше піддається впливу природних джерел радіації (газу радону і будматеріалів);

радіаційне тло може бути як менше, так і більше на вулиці у порівнянні з будинками ;

радіаційне тло в приміщеннях знижується після провітрювання.

Для підтримки допустимого рівня радіації бажано частіше провітрювати приміщення, що дозволяє уникнути скупчення радону; контролювати якість ізоляції фундаменту; при будівництві перевіряти якість та склад будівельних матеріалів. Крім того, може бути рекомендоване фарбування внутрішніх

поверхонь стін масляною фарбою або обклеювання їх повітронепроникним шаром.

Також з метою зменшення впливу радіації необхідно поширювати знання радіаційної гігієни та безпеки та рекомендувати населенню придбати побутові дозиметричні прилади.

Впровадження лабораторної роботи в навчальний процес дасть змогу учням перевірити набуті теоретичні знання на практиці, зорієнтуватися в основних методах визначення радіаційного фону та системах забезпечення радіаційної безпеки; обґрунтовано вибирати відомі пристрої, системи та методи захисту людини та навколишнього середовища від радіаційної небезпеки.

Практичне застосування даних досліджень.

Впроваджуючи практичну роботу в навчальний процес з використанням даного приладу та методики роботи з ним, випускник отримає здатність:

- ❖ орієнтуватися в основних методах та системах забезпечення техносферної безпеки;
- ❖ обґрунтовано вибирати відомі пристрої, системи та методи захисту людини та навколишнього середовища від небезпек;
- ❖ брати участь в експлуатації засобів захисту;
- ❖ організовувати та проводити обслуговування технічних засобів.

2.4. Конспект уроку: «Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання»

Мета уроку:

навчальні цілі з фізики: ознайомити учнів із хронологією радіоактивності; сформувати знання про радіоактивність та види радіоактивного випромінювання; розглянути основні характеристики α -, β -, γ -випромінювання;

навчальна мета з інформатики: закріпити вміння й навички роботи в мережі Інтернет;

розвивальна: розвивати фізичне й логічне мислення учнів, уміння аналізувати, порівнювати, самостійно робити висновки, здійснювати пошук в мережі Інтернет; удосконалювати вміння збагачувати знання, використовуючи потрібні наукові дані;

виховна: виховувати в дітей уміння працювати в групі, толерантність, прагнення до поповнення знань, орієнтувати учнів на самовизначення й самоактуалізацію.

Тип уроку. Комбінований

Обладнання: комп'ютерний клас (доступ до мережі Інтернет), відеосюжет «Радіоактивність», відеосюжет «Відкриття радіоактивності», тестова оболонка MyTestX, картки самооцінювання, проектор, пам'ятки з БЖД для роботи з комп'ютером.

Методи та методичні прийоми: інтерактивна вправа «Дерево рішень», прийом «Світлофор», вправа «Ланцюжок», прийом «Асоціації», бесіда, розповідь, групова робота, прийом «Творчий підхід», заповнення таблиць, самостійна робота з тестами, прийом «Продовжіть речення», заповнення карток самооцінювання.

Епіграф уроку: «Геніальні відкриття – це 99% праці та 1% таланту (Томас Едісон).

Слайд № 1

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

Вступне слово вчителя

Сьогодні в нас із вами не зовсім звичний урок, адже ми будемо говорити як про фізику так і про інформатику одночасно. Отже, нашим завданням сьогодні буде: ознайомитися з новим матеріалом із фізики , використовуючи

для цього ваші знання з інформатики, а саме, з теми «Засоби пошуку інформації в Інтернеті».

Слайд № 2

II. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ. ПЕРЕВІРКА ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ

Учитель фізики

Інтерактивна вправа «Дерево рішень»

Учні перевіряють правильність виконання домашнього завдання. Аркушики різних кольорів відповідають рівню складності задач, які були розв'язані вдома (Ненашев І. Ю. Фізика. 9 клас: Збірник задач / І. Ю. Ненашев. – Харків: Видавництво «Ранок, 2010).

Відповіді:

I рівень (зелені): 16.7 – Селен; 16.9 – 57 протонів і 82 нейтрони

II рівень (жовті): 16.16 – Гідрогену; 16.26 – Цинк.

III рівень (червоні): 16.37 – Коли ядра містять по 39 протонів, вони будуть ізотопами Ітрію.; 16.40 – 8,3 км.

Слайд № 3

Методичний прийом «Світлофор»

Кожен учень отримує 3 картки – зеленого, жовтого та червоного кольорів. Прослухавши запитання, учні мають підняти одну з кольорових карточок, яка сигналізує, чи знає учень відповідь на поставлене запитання.

Зелена картка – готовий відповідати, жовта картка – можу спробувати відповісти, червона картка – не готовий відповідати.

Учням, які піднімають зелену або жовту картку, надають можливість дати відповідь.

Запитання

1. Що таке атом і що входить до його складу?
2. У чому суть моделі атома Дж. Томсона?
3. Чому модель атома Томсона не прийняли фізики – сучасники науковця?

4. У чому суть досліду Резерфорда? Яку модель запропонував Резерфорд?

5. Як визначити число нуклонів у ядрі? Число протонів? Число нейтронів?

6. Що називають ізотопами?

Слайд № 4

Вправа «Ланцюжок»

Завдання: побудуйте логічний ланцюжок (за правильного варіанту відповіді фігури змінюють колір).

А. Відобразіть ланцюжок щодо будови атома та обґрунтуйте свою відповідь.

Відповідь: атом – ядро – нуклон.

Б. Відобразіть ім'я англійського фізика.

Відповідь: Джозеф Джон Томсон.

А)

атом	молекула	електрон
α -частинка	ядро	протон
нейтрон	ізоотп	нуклон

Б)

Джеймс	Ернест	Джозеф
Чедвік	Резерфорд	Джон
Якоб	ізоотп	Томсон

Слайд № 5, 6

Учитель інформатики

Бесіда

1. Що називають пошуковою системою?

2. Яка пошукова система є найпопулярнішою?

3. Яким чином здійснюється пошук в Інтернеті?

Слайд № 7

Завдання: класифікувати пошукові системи.

Слайд № 8

III. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Методичний прийом «Асоціації»

Перегляд відео

Учні переглядають відео, яке містить зображення та висловлювання, характерні для теми «Радіоактивність».

Слайд № 9

Учитель фізики. Яким загальним поняттям можна об'єднати переглянуті зображення?

(Очікувана відповідь: радіоактивність.)

IV. ПОВІДОМЛЕННЯ ТЕМИ Й МЕТИ УРОКУ

Слайди № 10, 11

Розповідь вчителя фізики

Учитель фізики. Одним із доказів складної будови атома є явище радіоактивності, яке відкрив французький фізик Анрі Беккерель у 1896 р.

Слайд № 12

Анрі Беккерель вивчав явище флюоресценції – здатності деяких речовин випускати випромінювання внаслідок дії, зокрема сонячного світла. Але весна 1896 року була похмурою, тому досліди довелося відкласти в буквальному значення в довгий ящик – фотопластинки з досліджуваними мінералами були покладені в ящик лабораторного стола. Нарешті видався сонячний день. Перед новою теорією Беккерель вирішив перевірити якість фотопластинок. Проявивши одну з них, він побачив чіткий силует мінералу у вигляді хреста. Повторивши свої досліди, Беккерель переконався в тому, що мінерали, які містять солі Урану, випускають проникне випромінювання, що створюється без усілякої дії сонячного світла. Ці промені проникають навіть крізь тонкі металеві пластинки! Причому зовнішні умови: температура, освітленість, тиск, наявність електромагнітного поля – жодним чином не впливали на цю дивну

здатність урану. Отже, Беккерель встановив, що солі Урану без опромінювання самочинно випромінюють невидимі промені. Цю властивість було названо радіоактивністю, а тіла – радіоактивними. Подальші дослідження показали, що цей вид випромінювання здатний йонізувати повітря.

Перегляд відеосюжету «Відкриття радіоактивності».

Слайд № 13

Бесіда

Яких висновків дійшов Беккерель, провівши дослід?

Слайд № 14

Учитель інформатики

Інструктаж із техніки безпеки

А зараз знайдімо, як перекладається з латини «радіоактивність», використовуючи Інтернет.

Підключімося до Інтернету, відкриємо програму Internet Explorer. В адресну стрічку введіть “радіоактивність”.

Відповідь: від лат. radio – «випромінюю», radius – «промінь» і activus – «дієвий».

Слайд № 15

Учитель фізики:

Минув рік після відкриття радіоактивності. Восени 1897 р. молоді фізики – чоловік та дружина П'єр Кюрі та Марія Склодовська-Кюрі продовжують досліджувати випромінювання, яке відкрив Беккерель, і виявляють, що подібну властивість має й торій. Подружжя відкрило й інші радіоактивні елементи – Полоній і Радій. Крім того, вони встановили, що всі хімічні елементи з порядковим номером, більшим за 83 у таблиці Д. І. Менделєєва, радіоактивні. Хімічні елементи, що мають радіоактивність, радіоактивні елементи.

Слайди № 16, 17

Учитель інформатики

1. Як правильно формулювати запит?
2. У чому різниця між простим і розширеним пошуком?

3. Які основні критерії розширеного пошуку?

Слайд № 18

Знайдіть інформацію в Інтернеті, використовуючи простий пошук, про видатних фізиків і складіть коротку доповідь.

I група шукає інформацію про Анрі Беккереля, II група – про П'єра Кюрі, III група – про Марію Складовську-Кюрі.

Слайд № 19

Учні зачитують знайдену інформацію.

Слайд № 20

Учитель фізики. Що ж являє собою радіоактивне випромінювання? Щоб відповісти на це запитання, було проведено цілу низку дослідів.

Дослід полягав у наступному: радіоактивний препарат вміщували на дно вузького каналу в шматок свинцю. Навпроти каналу розташовували фотопластину. На проміння, яке виходило з каналу, діяли сильним магнітним полем, лінії індукції якого перпендикулярні до променя. Установку розташували у вакуумі. Таким чином, 1899 року Е. Резерфорд виявив α -, β – промені, а 1900 року П. Віллард установив, що існують і γ – промені.

Слайд № 21

Дослід Резерфорда

Учитель інформатики. Заповніть таблицю, використовуючи матеріал сайтів, застосовуючи розширений пошук.

I група шукає інформацію про α –промені, II група – про β – промені, III група – про γ – промені.

Методичний прийом «Творчий підхід»

Характеристики випромінювань	α –промені	β – промені	γ – промені
Природа проміння			
Проникна			

здатність випромінювання			
Властивості			
Речовина, що затримує проміння			
Вплив на речовину			
Висновок			

Слайд № 22

Після заповнення таблиці представники групи зачитують інформацію.

Слайд № 23

VI. ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

Виконання тестової самостійної роботи в тестовій оболонці MyTestX.

Слайд № 24

Тест

1. Явище радіоактивності відкрив:

А. Е. Резерфорд; Б. А. Беккерель; В. П. Кюрі.

2. Було виявлено, що солі Урану створюють:

А. деяке випромінювання під дією світла;

Б. деяке випромінювання без зовнішнього впливу;

В. деяке випромінювання під дією тепла.

3. Найбільш інтенсивне випромінювання дає:

А. Уран; Б. Радій; В. Торій.

4. Які невідомі раніше хімічні елементи відкрило подружжя Кюрі?

А. Уран і Торій; Б. хімічні елементи з порядковим номером 84 і вище; В.

Полоній і Радій.

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. Радіоактивне випромінювання розпадається на:

А. 3 промені – α , β , γ ; Б. 2 промені – α , γ ; В. промені – α , β .

7. α -випромінювання – це:

А. потік електронів; Б. електромагнітні хвилі; В. *потік ядер Гелію*.

8. β - випромінювання – це:

А. потік ядер Гелію; Б. *потік електронів*; В. електромагнітні хвилі.

9. γ -випромінювання – це:

А. електромагнітні хвилі; Б. потік ядер Гелію; В. потік електронів.

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

З фізики

- Опрацювати матеріал уроку.
- Підготувати повідомлення (випереджальні завдання).

Група 1 – практичне застосування радіоактивних ізотопів; група 2 – радіаційна терапія злоякісних утворень; група 3 – радіаційна генетика.

З інформатики

Знайти інформацію про місце народження журналіста Андрія Шевченка за допомогою пошукових серверів Live Search та Google. Порівняти процес та результати пошуку.

Слайд № 25

VIII. ПІДСУМКИ УРОКУ

Методичний прийом «Продовжіть речення»

- Сьогодні на уроці я дізнався...
- Я навчився...
- Мені хочеться й далі вчитися, тому що...

Слайд № 26

Заповнення карток самооцінювання.

Прізвище, ім'я _____

Вид роботи	Оцінка	
	Навчальний предмет	
	Фізика	Інформатика
Домашнє завдання		
Практична робота		
Робота в групі (виступи, пояснення, обґрунтування)		
Самостійна робота (тест)		
Загальна		

Слайд № 27

Цей урок ми хочемо завершити словами Марії Склодовської-Кюрі: «Ми не повинні забувати, що коли радій було відкрито, ніхто не знав, що він знайде своє застосування в лікарнях. Наша робота була фундаментальною. І це доводить, що наукову діяльність неможливо розглядати з точки зору прямої практичної діяльності. Потрібно займатися дослідженнями заради краси та науки, і завжди є шанс, що наукове відкриття може, як радій, принести користь людству».

Слайд № 28.

2.5. Конспект уроку: «Дозиметрія. Доза випромінювання. Захист людини від радіоактивності»

Мета уроку:

1. *Навчальна:* ознайомлення учнів із поняттям дозиметрії, дози випромінювання; ознайомити їх із біологічною дією радіоактивного випромінювання та способами захисту організму людини від випромінювання; показати практичну значущість набутих знань; усвідомити актуальність проблеми радіоактивного забруднення, дізнатися про практичне застосування радіоактивних властивостей деяких елементів.

2. *Розвивальна*: розвивати вміння поєднувати знання з біології, медицини, хімії, географії, охорони праці та літератури; розвивати самостійну пізнавальну діяльність учнів, вміння порівнювати, аналізувати факти, робити висновки.

3. *Виховна*: виховати в учнів прагнення до поглиблення нових знань; формування активної особистості учня; формувати наукові погляди на природу та взаємодію суспільства і природи; виховувати особисту відповідальність за те, що відбувається довкола, чуйність і людяність.

Тип уроку: комбінований урок.

Метод проведення: словесний, практичний, контролю.

Міжпредметні зв'язки: математика, інформатика, професійнопрактична підготовка, біологія, географія, література, охорона праці, медицина, хімія.

Засоби навчання: ноутбук, проектор, екран, підручники.

Очікувані результати:

Після уроку учні знатимуть:

- Поняття дозиметрії, поглинутої дози випромінювання, експозиційної дози іонізуючого випромінювання, еквівалентної дози іонізуючого випромінювання

- Види іонізуючого випромінювання
- Джерела випромінювань
- Біологічну дію іонізуючого випромінювання
- Застосування радіоактивних ізотопів
- Використання ядерних випромінювань у медицині
- Захист людини від радіоактивності
- Аномалії в живих організмах

Хід уроку

1. *Організаційний момент*

2. *Перевірка домашнього завдання*

Учні зачитують відповідь на запитання домашнього завдання, одночасно учитель збирає зошити кількох учнів (п'яти-шести) вибірково для перевірки домашнього завдання.

1. Чому радіоактивність – це фізична реакція, а не хімічна? (Тому що ця реакція не на рівні молекул, а на рівні атомів, у яких мимовільно відбувається перетворення ядер, що супроводжуються випусканням різних частинок і виділенням енергії.)

2. Чому мимовільний розпад ядер дістав назву «радіоактивність»? (Тому що ці ядерні реакції супроводжуються випромінюванням, а випромінювання ядер і є радіоактивність.)

3. Задача. Період напіврозпаду радіоактивного Купруму – 10 хвилин. Яка частка від початкової кількості залишиться через 1 годину?

3. Актуалізація опорних знань

Фронтальне опитування

1. Що називається радіоактивністю? (Самочинне перетворення нестійких атомних ядер у ядра інших елементів, яке супроводжується випусканням частинок і/або гамма-квантів.)

2. Що таке природна радіоактивність? Чи можна змінити активність радіоактивного розпаду зовнішніми діями: нагріванням, охолодженням, електричним чи магнітним полем, механічними діями і т.д.? (Явище самочинного розпаду ядер атомів Урану, Торію і Радію з виникненням нових ядер та виділенням α -, β -, γ -випромінювань називається природною радіоактивністю. Самочинний розпад ядер не можна затримати або прискорити ніякими зовнішніми діями, оскільки енергія зовнішніх факторів недостатня для зміни процесів, що відбуваються всередині ядра.)

3. Що називається періодом піврозпаду? (Час, за який розпадається половина всієї кількості наявних радіоактивних атомів.)

4. Які відходи називаються радіоактивними? (Продукти, що утворюються в результаті роботи з радіоактивними речовинами вмістом радіоактивних речовин вищих за норми радіаційної безпеки.)

5. Що таке ізотоп? (Хімічні елементи, які відрізняються масовими числами, але мають один і той самий заряд атомних ядер і тому займають одне і те саме місце в таблиці Д.Менделєєва.)

6. Що називається радіоактивним рядом? (Сукупність усіх ізотопів, які виникають внаслідок ряду послідовних радіоактивних перетворень з однієї материнської речовини.)

7. Записати формулу, що виражає основний закон радіоактивного розпаду, і пояснити її. Який фізичний зміст закону радіоактивного розпаду? ($N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$, де N – кількість ядер, що збереглися до моменту часу t , N_0 – початкова кількість ядер даного радіоактивного ізотопу, T – період піврозпаду. Закон радіоактивного розпаду виражає середнє число атомів N , які не розпалися за даний інтервал часу t , і встановлює, що швидкість розпаду не змінюється зі зміною часу, оскільки за будь-які однакові інтервали часу розпадається однакова частина атомів, що є в даному зразку радіоактивної речовини. Передбачити, коли відбудеться розпад даного атома, неможливо. Закон радіоактивного розпаду є статистичним. Він виконується в середньому для величезної кількості атомів, і чим менше атомів у даній радіоактивній речовині, тим більше спостерігається відхилень від закону.)

4. Повідомлення теми, мети й завдань уроку

Учитель повідомляє тему уроку, пропонує учням ознайомитися з планом її вивчення, який записано на дошці. Потім учитель просить учнів самостійно сформулювати мету уроку і, якщо потрібно, вносить корективи у їхні відповіді. Епіграфом до уроку є такий вислів:

*Все, що ми бачимо, видимість тільки одна.
Далеко від поверхні світу до його дна.
Вважай неважливим явне у світі,
Бо таємниця суті речей – невидима.*

Омар Хайям

План вивчення теми

1. Дозиметрія іонізуючого випромінювання.
2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання.
3. Застосування радіоактивних ізотопів.
4. Використання ядерних випромінювань у медицині.
5. Захист людини від радіоактивності.
6. Аномалії в живих організмах.

5. Мотивація навчальної діяльності

Людина тисячі років боролася за своє існування, вижила в епідеміях, голодоморах, у п'ятнадцяти тисячах воєн, які сама ж і розв'язала. Вижила і завжди вірила в краще життя. Заради цього людина розвивала науку, культуру, медицину, нові соціальні системи. І ось через свої хибні моральні принципи, духовне зубожіння, деградацію екологічної свідомості і совісті ми знову опинилися на порозі нового, чи не найжахливішого етапу виживання. Ми проводимо урок, на якому йтиметься про радіацію, її природу та вплив на навколишнє середовище і організм людини, згадаємо аварію на Чорнобильській атомній електростанції.

6. Сприймання й первинне осмислення нового матеріалу

1. Дозиметрія іонізуючого випромінювання

Дозиметрія – це розділ ядерної фізики, який кількісно вивчає дію іонізуючого випромінювання на речовину.

Поглинута доза випромінювання – це енергія іонізуючого випромінювання, поглинута одиницею маси речовини:

$$D=E/m$$

Одиниця поглинутої дози в СІ – грей (Гр):

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$$

Позасистемною одиницею поглинутої дози є рад:

$$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$$

Практично цю дозу визначити важко, тому оцінюють дію поглинутої тілом дози іонізуючою дією випромінювання в повітрі, яке оточує тіло. Експозиційна доза іонізуючого випромінювання (рентгенівського або γ випромінювання) визначається сумарним зарядом іонів одного знаку, утворених випромінюванням в одиниці маси сухого повітря внаслідок його повної іонізації.

$$\text{Декс} = q/m$$

Одиницею вимірювання експозиційної дози є 1 Кл/кг. За одиницю експозиційної дози в СІ приймають дозу, яка утворює в 1 кг сухого атмосферного повітря кількість іонів одного знаку із загальним зарядом 1 Кл.

Позасистемною одиницею експозиційної дози є рентген (Р):

$$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$$

Радіаційний фон – іонізуюче випромінювання земного та космічного походження. Дія випромінювання на організм залежить не лише від поглинутої енергії, а й від швидкості зростання дози. Для характеристики цього процесу вводиться потужність дози. Потужність поглинутої дози випромінювання:

$$P = D/t$$

Біологічна дія іонізуючого випромінювання залежить від його виду. Для оцінки біологічної дії в дозиметрії порівнюють ефекти дії різних випромінювань з ефектами, зумовленими дією рентгенівських або γ -променів. Вводиться еквівалентна доза іонізуючого випромінювання:

$$D_{\text{екв}} = kD$$

де k – коефіцієнт якості, що означає в скільки разів біологічна дія певного виду випромінювання сильніша від дії рентгенівського або γ випромінювання.

Одиницею еквівалентної дози в СІ є зіверт (Зв), а позасистемною – бер:

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$$

Еквівалентна доза, наприклад, 500-600 бер, отримана за короткий час, є смертельною. Гранично допустимою дозою вважають 5 бер протягом року. Радіоактивний фон природного та штучного походження відповідає еквівалентній дозі – 0,1 бер за рік.

Важливе практичне значення мають способи і методи вимірювання іонізуючого випромінювання.

Для цього використовують дозиметри, які реєструють дозу або потужність випромінювання. Індивідуальний дозиметричний контроль потрібний для оцінки і обмеження дози зовнішнього та внутрішнього опромінення людей, які потрапляють у сферу його дії. Для контролю за зовнішнім опроміненням використовують дозиметри, у яких є конденсаторні камери, спеціальні фотоплівки, термолюмінесцентні елементи. Контроль за внутрішнім опроміненням, тобто за потраплянням радіоактивних речовин в організм або їх вмістом у різних критичних органах здійснюється реєстрацією радіоактивності біологічних систем в організмі – крові, сечі тощо.

2. Біологічна дія іонізуючого випромінювання

Проходячи через речовину, заряджені частинки зіштовхуються з електронами атомів та залишають за собою ланцюжок іонів – відбувається руйнування або ушкодження молекул живої тканини.

Основною ареною для іонізуючої радіації на живі системи є клітина та її органели, складна структурно-функціональна організація яких впливає на кінцевий результат дії не менше, ніж енергія, швидкість та маса іонізуючих частинок.

У результаті дії смертельних доз радіації клітина під мікроскопом виглядає так само, як коли б вона була вбита високою температурою, або сильною отрутою; порушується цілісність і гладкість її оболонки, мембран ядра та інших клітинних органел; ядро ущільнюється, розривається або порушується. За меншої дози радіації клітина залишається живою, проте в її органелах відбуваються істотні зміни і, насамперед, у клітинному ядрі. Ядро зберігає спадкову інформацію власне клітини, цілого організму і навіть біологічного виду. Передає цю інформацію від клітини до клітини, від організму до організму, забезпечуючи зв'язок поколінь.

Усі види іонізуючого випромінювання виявляють біологічну дію, в основі якої є різні взаємопов'язані реакції, що зумовлюють функціональні та

морфологічні зміни в живих клітинах, органах та в організмі загалом. Людина зазнає дії радіації двома шляхами – внутрішнім та зовнішнім.

Внутрішнє опромінення зумовлене потраплянням в організм радіонуклідів та накопиченням їх у певних органах і тканинах. За однакової інтенсивності джерел внутрішнє опромінення більш небезпечне, ніж зовнішнє, тому що із збільшенням тривалості опромінення зменшується відстань між випромінювачем та тканинами. Внутрішні органи не мають захисного покриття (типу шкіри) і є беззахисними перед частинками з високою густиною іонізації. Більш ніж 90% радіонуклідів надходить в організм людини з продуктами харчування та водою і значно менше – з повітрям. Найбільш небезпечними радіонуклідами є стронцій-90 та цезій-137, які дуже активно впливають на біологічні цикли і мають великий період напіврозпаду.

Внутрішнє опромінення залежить від кількості радіонуклідів, що потрапили в організм, ступеня їх розчинності та всмоктування, характеру розподілу в органах і тканинах, а також від швидкості розпаду і виведення з організму. Всмоктування та розподіл радіонуклідів в організмі залежить від їхньої фізико-хімічної природи. Стронцій, ітрій, цирконій накопичуються переважно в кістках, церій і лантан – у печінці, кобальт-60 – у шлунковокишковому тракті та легенях, цезій-137 – у печінці, селезінці та м'язовій тканині, йод-131 – у щитовидній залозі. Така вибіркова концентрація радіонуклідів у життєво важливих органах призводить до їх тривалого опромінення. Органи, які найбільше опромінюються внаслідок накопичення в них радіонуклідів, називають критичними.

Активність радіонуклідів зменшується внаслідок розпаду ядер і біологічного виведення їх з організму. Час, протягом якого активність радіонуклідів зменшується вдвічі в результаті фізичного розпаду та виведення з організму, називається ефективним періодом напіввиведення. Іонізуюче випромінювання, діючи на ядра та хромосоми клітин, зумовлює зміну генетичної інформації внаслідок впливу на основі спадкової функції організму.

Усі живі організми мають різну радіочутливість. Наприклад, деякі бактерії, віруси здатні переносити великі дози радіації – 100...10 000 Гр. Істотно меншою є стійкість до іонізуючого випромінювання в людини; смертельна доза радіації для людини 6 ± 1 Гр. З'ясовано, що, починаючи з дози в 1 Гр, іонізуюче випромінювання негативно впливає на організм людини; гранично допустима доза зовнішнього опромінення за рік – до 5 Р.

Дію іонізуючого випромінювання на організм можна поділити на три етапи:

- перший етап триває тисячні й мільйонні частки секунди і характеризується фізико-хімічною дією. Поглинання великої енергії випромінювання зумовлює утворення іонізованих, активних у хімічному відношенні атомів і молекул. Виникають радіаційно-хімічні реакції, внаслідок яких розриваються хімічні зв'язки і утворюються вільні радикали (H^+ , OH^- , HO_2 , H_2O_2). Вільні радикали мають велику хімічну активність і вступають в реакцію з ферментами та тканинними білками, окислюючи та відновлюючи їх; порушуються біохімічні та обмінні процеси в органах і тканинах та накопичуються шкідливі для організму речовини; руйнуються білкові молекули, порушується дія ферментних систем та тканинне дихання;
- другий етап триває від декількох секунд до декількох годин і пов'язаний з дією іонізуючого випромінювання на клітини організму. Внаслідок цього ушкоджуються структурні елементи ядер клітин, у першу чергу ДНК, ушкоджуються хромосоми, які є носіями спадкової інформації, виникають хромосомні аберації, що зумовлюють онкогенні та генетичні зміни;
- третій етап характеризує вплив випромінювання на організм загалом. Наслідки цього впливу можуть виявлятися через кілька хвилин, далі посилюватись і реалізовуватись через багато років.

Найбільш чутливими до радіації є кровотворна система, формені елементи крові, лімфоцити, залози кишок, статеві органи, епітелій шкіри та

кришталік ока, а менш чутливі – хрящі, внутрішні органи, м'язи, нервові клітини.

Ушкоджувальна дія радіації залежить від дози опромінення, її потужності, тобто навіть великі дози, діючи тривалий час, спричиняють менше ушкодження, ніж такі ж дози, поглинуті за короткий час.

Велика загроза зовнішнього опромінення зумовлена наявністю у довкіллі високої концентрації йоду-131. Засобом проти акумуляції радіоактивного йоду в органах і тканинах, особливо в щитовидній залозі, є вживання його нерадіоактивних аналогів, наприклад йодиду калію. Їжа має бути різноманітною, повноцінною, містити вітаміни, мікро- і макроелементи (натрій, калій, кальцій, фосфор тощо), які є конкурентними антагоністами певних радіонуклідів. Наприклад, кальцій є іонним конкурентом радіоактивних стронцію і радію. Тому достатня кількість кальцію в організмі зменшує акумулювання стронцію і радію та пришвидшує їх виведення з організму.

Конкурентом цезію-137 є калій. Споживаючи продукти, які містять багато калію (баклажани, горох, картопля, помідори тощо), можна зменшити накопичення радіоактивного цезію в критичних органах.

Вітаміни є антиоксидантами і захищають біологічні речовини від окиснення. Чим менше в клітинах кисню, тим вони менш чутливі до дії радіації. Слід споживати продукти, які багаті на вітаміни А, Е, Р, С, групи В.

Існують також хімічні препарати, які захищають людину від дії радіації. Вони називаються радіопротекторами. Ці речовини зменшують радіочутливість організму, сповільнюють радіохімічні реакції, захищають від ушкодження ферменти, нейтралізують вільні радикали.

Захист від зовнішнього рентгенівського, γ - та нейтронного випромінювання здійснюється завдяки комбінації трьох чинників: часу, відстані, екрану. Між тривалістю дії випромінювання та поглинутою дозою виявляється лінійна залежність. Інтенсивність дози зменшується пропорційно до квадрату відстані від джерела випромінювання.

Екрани для захисту від рентгенівського та γ -випромінювання добирають, беручи до уваги густину речовини, а також концентрацію в них електронів. Для цього найкраще використовувати свинець. Захист від нейтронів забезпечують речовини, які містять компоненти, що поглинають нейтрони, наприклад бор, кадмій тощо.

Повідомлення: Чому іонізуюче випромінювання шкідливе і небезпечне для життя людини? Відомо, що α -, β -, γ -випромінювання мають різну проникну та іонізуючу здатність. Малу проникну здатність має α -випромінювання, найбільшу іонізуючу здатність має β -випромінювання, тому воно найнебезпечніше для людини, γ -випромінювання не викликає іонізації молекул в організмі, але під його дією приходять у збуджений стан атоми та молекули, переходячи в нормальний стан, випромінюють ультрафіолетові промені, які поглинаються тканинами організму. В організмі виникають біохімічні реакції, внаслідок чого розпадаються молекули білка та нуклеїнових кислот і виникає променева хвороба.

3. Застосування радіоактивних ізотопів

В атомних реакторах і на прискорювачах дістають радіоактивні ізотопи, які мають такі самі хімічні властивості, як і стабільні, але випромінюють радіоактивні промені і тому широко використовуються як мічені атоми:

- в медицині – для діагностування захворювань, лікування, терапії;
- в металургії – для контролю технологічного процесу;
- в дефектоскопії;
- в археології – для визначення віку знахідок – давніх предметів органічного походження (дерева, деревного вугілля, тканин тощо);
- в промисловості – для контролю спрацювання поршневих кілець у двигунах внутрішнього згоряння, дифузії металів, процесів в доменних печах, для дослідження внутрішньої структури металевих виливків, щоб перевірити, чи немає в них дефектів;
- в сільському господарстві – для підвищення врожайності опромінюють насіння рослин невеликими дозами (бавовник, капуста, редиска тощо),

для боротьби з шкідливими комахами, для консервування харчових продуктів, для виведення цінних сортів пшениці, квасолі та інших культур;

- в агротехніці – для з'ясування, яке із фосфорних добрив краще засвоює рослина.

4. Використання ядерних випромінювань у медицині

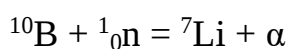
Атоми радіоактивних ізотопів – це своєрідні генератори випромінювання, яке можна зареєструвати та визначити його локалізацію. На цьому ґрунтується метод мічених атомів, що використовується в біологічних та медичних дослідженнях. Усередину досліджуваного об'єкта вводять радіоактивні ізотопи, а до поверхні тіла щільно прикладають фотоплівку. Ізотопи випромінюють γ -частинки, під дією яких фотоплівка чорніє, особливо на тих ділянках, де вони найбільш сконцентровані. Цей метод дослідження називається авторадіографією. Якщо об'єкт має великі розміри, то використовують сканування: дозиметр повільно пересувають над об'єктом і реєструють місця накопичення радіоактивних ізотопів.

Метод мічених атомів використовують для діагностики захворювань. Наприклад, ізотопи ^{131}I застосовують для діагностики захворювань щитовидної залози. Цим методом досліджують обмін речовин в організмі, а саме: шляхи міграції, накопичення цукрів, інсуліну, глюкози; процеси всмоктування та засвоєння, перетравлювання жирів, білків, вуглеводів. З'ясовано, що до 30% фосфору в скелеті може поновитися за одну добу; обмін азоту відбувається від 3-4 днів до 1-2 тижнів; кальцій у різній кількості накопичується в молодих (90%) та старих кістках.

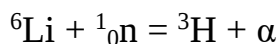
Радіоактивні ізотопи застосовуються в лікуванні злоякісних пухлин. Основою радіотерапії пухлин є істотна різниця в радіочутливості нормальних і ракових клітин. Коли пухлини розвиваються, їхні клітини діляться. У такому стані вони особливо чутливі до дії радіації. З фізичної точки зору це явище пояснюється тим, що молоді клітини містять багато води, яка активно взаємодіє з випромінюванням. Особливо часто використовують γ -випромінювання,

отримане в результаті розпаду радіоактивного кобальту (^{60}Co). Препарат розміщують у спеціальному опромінювачі – кобальтовій «гарматі», чим забезпечується певна спрямованість та дозування випромінювання.

Родонова терапія – це використання мінеральних вод, які містять²²² Rn та його продукти, для лікування шкіри (родонові ванни), органів травлення (пиття) та дихання (інгаляції). В онкології застосовують комбінацію α -частинок з потоками нейтронів. У пухлину вводять елементи, ядра яких під впливом потоків нейтронів спричиняють ядерну реакцію з утворенням α - випромінювання:



або



У результаті α -частинки і ядра віддачі утворюються в тій ділянці органу, яку потрібно піддати дії радіації.

Застосовують також внутрішнє введення радіоактивних препаратів, наприклад ізоотопу фосфору (^{32}P), який концентрується в кістковій тканині, що сприяє нормалізації порушеного кровотворення.

Іноді в пухлину механічно вводять активні нукліди. Вони мають високу іонізуючу здатність, тому сприяють руйнуванню клітин пухлини.

Для отримання заряджених частинок з великою енергією використовують прискорювачі – циклотрони, синхротрони.

Слід зазначити, що зміни радіоактивного фону, а також стану магнітосфери та іоносфери Землі негативно впливають на екологію і стан біосфери. Техногенні джерела випромінювань, які широко використовує людство, також негативно впливають на екологічний стан нашої планети. Вивчення цих впливів сприяє збереженню біосфери.

5. Захист людини від радіоактивності

Під час роботи з джерелом радіації (радіоактивні ізоотопи, реактори тощо) потрібно вживати заходів для радіаційного захисту всіх людей, які можуть потрапити в зону дії опромінювання.

Найпростіший метод захисту – це віддалення персоналу від джерела випромінювання на досить велику відстань. Навіть коли не враховувати вбирання в повітрі, інтенсивність радіації зменшується обернено пропорційно квадрату відстані від джерела. Тому ампули з радіоактивними препаратами не слід брати руками. Треба користуватися спеціальними щипцями з довгою ручкою. У випадках, коли неможливо бути на досить великій відстані від джерела випромінювання, для захисту від опромінення використовують перешкоди з поглинаючих матеріалів.

α -частинки – повністю поглинаються аркушем паперу завтовшки 0,1 мм.

β -частинки – повністю поглинаються алюмінієвим екраном завтовшки 4-5 мм.

γ -промені – шар свинцю завтовшки 1 см послаблює їх у 2 рази.

Найскладніше захищатися від γ -випромінювання і нейтронів, бо вони мають велику проникаючу здатність. Найкращим поглиначем γ -випромінювання є свинець. Повільні нейтрони добре поглинаються бором і кадмієм. Швидкі нейтрони спочатку сповільнюються за допомогою графіту.

6. Аномалії в живих організмах

Могутність і безсилля людини продемонстрував Чорнобиль. І застеріг: не захоплюйся своєю могутністю людино, не жартуй з нею. Нагромадження в природі шкідливих радіоактивних речовин згубно впливає на біосферу. У зонах, забруднених після аварії на ЧАЕС, уже сьогодні спостерігаються масові аномалії в живих організмах. (Учні роблять повідомлення.)

Повідомлення 1. Чорнобильська катастрофа викликала пригнічення імунної системи в людей і тварин, у результаті чого ускладнився перебіг таких хвороб, як грип, запалення легенів, зросла смертність від "звичайних" хвороб.

Повідомлення 2. Спостерігаються аномалії у рослин: гігантизм листків дерев, спотворення деяких рослин до такого стану, що важко визначити їх вид.

Повідомлення 3. Збільшилася частота появи деяких нежиттєздатних мутантів у тварин, поросят без очей, лошат з вісьмома кінцівками тощо.

Повідомлення 4. За даними гематологів, у роки максимуму і мінімуму сонячної активності середній рівень лейкоцитів у крові неоднаковий. При цьому найбільші перепади спостерігаються в північних широтах, де зміни сонячної активності сильніші.

Це зрозуміло, адже магнітне поле Землі відносить основну масу заряджених частинок (під дією сили Лоренца $F = q \cdot v \cdot B$) до полюсів.

Зростання сонячної активності призводить до зменшення в крові лейкоцитів і збільшення кількості лімфоцитів. Також різко збільшується кількість випадків серцево-судинних захворювань, у тому числі інфарктів міокарду.

Запитання до групи: Чи всі органи людського організму однаково реагують на опромінювання? (робота з таблицею)

Не всі органи однаково реагують на опромінювання. Встановлені гранично допустимі дози для деяких груп критичних органів і тканин.

група	Органи людського організму	Допустима доза
I	усе тіло, статеві залози і червоний кістковий мозок	0,5 бер
II	м'язова тканина, жирова тканина, шлунково-кишковий тракт, селезінка, печінка, нирки	1,5 бер
III	шкірні покриви, кісткова тканина, щитовидна залоза	7,5 бер
IV	передпліччя, кисть, стопа	8,5 бер

Наша пам'ять майбутніх поколінь знову і знову повертатиметься до трагічних подій квітня 1986 року, коли атомна смерть загрожувала усьому живому.

Колись Павло Тичина, перебуваючи на до ядерній Чорнобильщині, писав про цю землю як щедрю на врожаї, гомінку в селянських турботах, там вирувало життя, що не вщухало часом і вночі:

Учень: Якись дві пташки обізвалися

Та її жалісно... Осокори

Із грушею перемовлялися
 Й незвично так о цій порі
 Зачмихав трактор.
 І бабахання
 На весь Чорнобиль розляглося
 Та знову спухло, кахання
 Вітерець обносив...
 Це було колись.
 А нині?

Учень: І раптом вибух як сполох.
 полум'я смертоносне,
 і вмить здригалася планета
 на всіх полюсах Землі.

Що вже не вмиються росами,
 Як перед смертю,
 постиш Батьки і діти малі.

М. Сингаївський

Запитання до групи:

Чорнобильська катастрофа стала страшним символом у суспільній свідомості. Як ви гадаєте, чому?

Учень.: Бо це – трагедія життя.

Викладач: Як вирок безглуздю звучать рядки Ліни Костенко:

Загадили ліси і землю занедбали.

Поставили АЕС в верхів'ях трьох річок.

То хто ж ви злочинці, канібали?

Ударив чорний дзвін.

І досить балачок.

В яких лісах іще ви забарложні?

Що яничари ще занапастять?

І мертві, і ненароджені

Нікого з вас до віку не простять.

Задумаймося про своє майбутнє, поки не пізно.

Чорнобильська трагедія ввійде в історію, в усі хроніки людства як незагойна рана на тілі України. Надто дорого ми заплатили і ще заплатимо за Чорнобиль.

Закріплення нового матеріалу. (Осмислення, узагальнення і систематизація знань)

Дайте відповіді на питання (усно):

1. У яких одиницях вимірюється радіоактивність? У греях (гр).
2. У чому полягає суть методу мічених атомів? Частину речовини, що вивчають, помічають спеціальним приладом. А потім іншим приладом - лічильником - фіксують зміни.
3. Чому радіоактивні препарати зберігають у товстостінних свинцевих контейнерах? Свинець поглинає заряджені частинки і допомагає уникнути випромінювання радіоактивних препаратів.

Розв'яжіть задачу (письмово):

Задача 1. У зоні радіоактивного зараження потужність дози гаммавипромінювання становить 0,2 мГр/год. Як довго може перебувати людина в цій зоні, якщо гранично допустима поглинена доза становить 0,25 Гр?

Задача 2. Під час археологічних розкопок знайдено шматок деревини, в якій уміст радіоактивних ядер ізоотопу вуглецю $^{14}_6\text{C}$ на 1,5% менший, ніж у свіжозрубаній деревині. Період напіврозпаду ізоотопу $^{14}_6\text{C}$ становить 5570 років. Визначити, скільки років тому було зрубано знайдену деревину.

7. Підбиття підсумків уроку

Учитель підбиває підсумок уроку, використовуючи метод обговорення та оцінює діяльність учнів на уроці.

8. Домашнє завдання

1. Вивчити теоретичний матеріал за конспектом.

2. Розв'язати задачу: Потужність еквівалентної дози іонізуючого випромінювання телевізора становить 0,0025 мкЗв/год. Яку еквівалентну дозу випромінювання можна отримати протягом 4 год перегляду телепередач?

Висновки до розділу 2

На основі теоретичного аналізу проблеми формування основ дозиметрії у випускному класі, виокремленні концептуальні засади. Ці основи охоплюють:

- навчальний матеріал, який відображає основи дозиметрії та методики його вивчення за профільними програмами. Цей матеріал опановується учнями, починаючи з 9-го класу, де даються початкові уявлення і основні фізичні поняття, що розкривають суть явищ, і завершується вивченням матеріалу у випускному 11 класі з урахуванням останніх наукових досягнень, посиленням ролі наукових методів пізнання та активізації самостійної роботи учнів. За цих умов методика навчання дозиметрії має забезпечувати правильне наукове тлумачення усіх понять, законів та елементів теорій, що описують явища з урахуванням можливості подальшого їхнього розвитку;

- створюваний методичний комплекс повинен забезпечувати достатньо ефективними ілюстраціями і наочністю, вивчення дозиметрії і передбачати дієву систему навчального фізичного експерименту, котра в умовах профільного навчання розвивається, збільшуючи кількість різних видів дослідів (кількісних і якісних) та ускладнюючи методи дослідної роботи учнів під час виконання фронтальних лабораторних робіт і фізичних практикумів, спрямовуючи навчальну діяльність на узагальнення та систематизацію отриманих знань на уроці;

- успішне оволодіння учнями навчальним матеріалом передбачає добір системи навчальних вправ, наприклад експериментальних задач, котрі ілюструють конкретні приклади застосування основ дозиметрії та спрямовані на систематичне повторення і закріплення навчального матеріалу.

ВИСНОВКИ

За останні два століття людство пережило неймовірний технологічний бум. Була відкрита електрика, з'явилося радіо, телебачення, інтернет, людина досліджує космічний простір навколо Землі і вже вийшла за його межі. Проблема сучасності полягає в тому, що чим складніше технології, яка використовується, тим більш глобальні і руйнівні катастрофи, пов'язані з нею. Отже, людина XXI століття повинна бути обізнаною у досягненнях науки і техніки, з результатами яких вона зіштовхується всюди (вдома, в закладах освіти, на роботі, на вулиці тощо) та розумітися на питаннях пов'язаних з комфортними і безпечними умовами життя. У першу чергу, це відноситься до питань радіаційної безпеки. На сьогодні, залишається необхідним суспільним замовленням для освіти формування спеціальних знань і умінь, а також забезпечення вчителів, учнів і батьків системою засобів, що дозволяють свідомо приймати адекватні рішення, пов'язані з радіаційною безпекою. Саме уроки фізики створюють базу для цього.

По роботі можна зробити такі висновки.

1. На основі аналізу наукової та методичної літератури встановлено зміст основних понять дозиметрії. Проведено аналіз радіометричних величин, які характеризують джерела іонізуючого випромінювання та дозиметричних, що оцінюють дію цього випромінювання на живу і неживу природу. Розглянуто питання радіаційного фону місцевості та норм радіаційної безпеки.

2. Здійснити аналіз програм щодо місця питань дозиметрії та радіаційної безпеки у шкільному курсі фізики.

3. Узагальнено досвід введення основних фізичних понять дозиметрії у старшій школі.

4. Розроблено лабораторної роботи: «Вимірювання ступеня забруднення радіоактивними речовинами об'єктів житлової забудови та суспільних будівель» та здійснений її методичний супровід в умовах дистанційного навчання.

5. Підготовлено конспекти уроків з таких тем: «Дозиметрія. Доза випромінювання. Захист людини від радіоактивності» та матеріали до вивчення теми» та «Радіоактивність. Види радіоактивного випромінювання».

Вважаємо, що отримані на уроках фізики знання щодо суті фізичних явищ, пов'язаних з основами дозиметрії, учні можуть використати для вирішення проблем довкілля; визначення причинно-наслідкових зв'язків впливу сучасного виробництва та життєдіяльності людини на природне середовище. Завдяки розумінню іонізуючої дії радіоактивного випромінювання на людину та довкілля, правильному сприйняттю переваг та недоліків атомної енергетики учні зможуть критично оцінювати результати людської діяльності в довкіллі, усвідомлювати важливість ощадного використання природних ресурсів; ефективно співпрацювати з іншими під час виконання проектів екологічного змісту, розв'язувати проблеми довкілля, залучаючи рідних та знайомих до заходів з охорони природи, проводити роз'яснювальну роботу серед населення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беденко Л. Б., Григорєв О. М., Каракуркчі Д. А., Мальований С.В., Чернявський І. Ю. Основи вимірювання іонізуючих випромінювань: Навчальний посібник. – Харків: ХІТВ, 2007
2. Бойко А. В. Эволюция идеологии лучевой терапии на основе ее коренного технического перевооружения / А. В. Бойко, С. Л. Дарьялова, А. В. Черниченко // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2003. – Т. 51, № 1. – С. 46–53
3. Вибрані лекції з радіонуклідної діагностики та променевої терапії / за ред. проф. А. П. Лазара. – Вінниця : Нова книга, 2006. – 197 с.
4. Гончаренко С.У. Физика. Пробное учебное пособие для школ III ступени, гимназий и классов гуманитарного профиля. 11 кл. Допущено Министерством образования Украины. Перевод с укр.- К.: Освіта, 1994.С.220-271.
5. Еременко В. Г.Основи дозиметрії та радіаційної безпеки. – Харьков: ХІТВ, 2006.
6. Ємчик Л.Ф., Кміт Я.М. Медична і біологічна фізика: Підруч. – Львів: Світ, 2003.– 592 с.
7. Жежнич І.Д., Штогрин Б.В. Фізика. Означення, формули, задачі. Навчальний посібник. – Львів, Афіша, 2001. – 384 с.
8. Жданов Л.С., Жданов Г.Л.Физика для средних специальных учебных заведений: Учеб.5-е изд. перераб. - М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат.лит.,1987.С.458-476.
9. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 14. 01.98 № 15.
10. Кабардин.О.Ф. Физика: Справ. материалы: Учеб. пособие для учащихся.-3-е изд.-М.: Просвещение, 1991.С.317-333.
11. Коршак Є.В. та ін.. Фізика, 11 кл.: Підр. для загальноосвіт. навч. закл.: Рівень стандарту- К. Генеза, 2011. С.219-240.

12. Літнарів Р.М. Фізика з основами геофізики. Курс лекцій. МЕНУ, Рівне, 2007.-78 с.
13. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): Затв наказом МОЗ України від 14.07.97 № 208.
14. Немченко К.Е., Дудінова О.В. Фізика: Практичний довідник. – Харків: ФОП Співак В.Л., 2009. – 280 с. + 40 с. вкладка.
15. Орищин Ю. М., Петрунів М. І. Нові тенденції в методиці навчання курсу загальної фізики. Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. Серія: педагогічна. 2009. Вип. 65. С. 236–240.
16. Пастушенко С. Розв'язуємо задачі з фізики: 11 клас. – К.: Вид.дім «Шкіл.світ»: Вид. Л. Галіцина, 2005. – 128 с. – (Б-ка «Шкіл.світу»)
17. Програми середньої загальноосвітньої школи. Фізика, астрономія, 7-11 класи.-К.:Освіта,1992.-112с.
18. Смолінська У.Є. Фізика. Навчальний посібник. – Львів:Сполом, 2010 (2018). – 321 с.
19. Сахаров Д.И., Блудов М.И., Физика для техникумов, М.: Наука,1969. С.254-283.
20. Туманцова О.О. Фізика. 11 клас. Рівень стандарту: Розробки уроків/ О.О. Туманцова. – Х.: Видавництво «Ранок», 2010. – 320 с.
21. Терещук Б.М., Лапинський В.В. Фізика. Довідник старшокласника та абітурієнта. – Харків: ТОРСІНГ ПЛЮС, 2005. – 304 с.
22. Ягунов В. В. Педагогіка: навч. посібник. Київ: Либідь, 2002. 560 с.
23. Салтикова А. І., Лобас О. М.,Чепурко І. О. Питання радіаційної безпеки у шкільному курсі фізики. Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, молодих учених, науково педагогічних працівників та фахівців «Сучасні проблеми експериментальної, теоретичної фізики та методики навчання фізики» (м. Суми, 12-14 квітня 2021 р.) / за ред. О.М. Завражної. Суми: СумДПУ, 2021. С.73-74.
24. Чепурко І.О. Методичний супровід лабораторної роботи щодо вимірювання ступеня забруднення радіоактивними речовинами об'єктів

житлової забудови та суспільних будівель. Матеріали VI Всеукраїнської науково-методичної конференції «Теоретико-методичні засади навчання сучасної та нанотехнологій у закладах вищої та загальної середньої освіти» (м. Суми, 24 листопада 2021 р.) / за ред. Салтикової А.І. : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2021. С.78-81