

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи

**«Вимір величини ослаблення активності випромінювального елемента
в залежності від виду та товщини матеріалу
захисного екрану» з дисципліни «Основи екології» для студентів ден-
ної і заочної форми навчання усіх спеціальностей**

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 2 від 25.06.2020 р.

Харків
НТУ «ХП»
2020

Методичні вказівки до лабораторної роботи «Вимір величини ослаблення активності випромінювального елемента в залежності від виду та товщини матеріалу захисного екрану» з дисципліни «Основи екології» для студентів денної і заочної форми навчання усіх спеціальностей / уклад. Березуцький В. В., Макаренко В. В., Устинова Н. Д., Мезенцева І. О. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – 20 с.

Укладачі: Березуцький В. В.
 Макаренко В. В.
 Устинова Н. Д.
 Мезенцева І. О.

Рецензент О. М. Древаль

Кафедра «Безпека праці та навколишнього середовища»

Мета роботи – ознайомити студентів з методами та приладами визначення розподілу рівня радіоактивності речовин; ефективністю захисту відстанню й екрануванням; розрахунком захисного екрана.

1. Загальні положення

У сучасному світі важко назвати галузь, де б не використовувалось іонізуюче випромінювання (ІВ). Однак навіть мирне використання енергії розщепленого атому несе глобальну небезпеку для навколишнього середовища.

Стрімкий розвиток атомної енергетики, зростання масштабів використання радіоактивних речовин і джерел іонізуючих випромінювань у промислових, непромислових виробництвах й в побуту вимагає надійного контролю негативного впливу радіоактивних випромінювань на життєдіяльність людини й навколишнього середовища.

Серед промислових об'єктів одним з основних забруднювачів атмосферного повітря є підприємства теплоенергетики (близько 30 % усіх шкідливих викидів в атмосферу від стаціонарних джерел). У галузі екології в тепловій енергетиці домінують дві найважливіші проблеми: забруднення атмосферного повітря і забруднення земель через накопичення значної кількості відходів (золи, шлаків, пилу). Ядерна енергія в Україні використовується в усіх галузях народного господарства – промисловості, медицині, сільському господарстві, наукових дослідженнях, а також у побуті.

Головними місцями накопичення радіоактивних відходів є атомні станції, на яких здійснюється їх первинна переробка та тимчасове зберігання. На АЕС не існує повного циклу первинної переробки відходів відповідно до вимог норм, правил та стандартів з ядерної та радіаційної безпеки, що призводить до нераціонального використання сховищ та збільшує ризик радіаційних аварій. У 30-кілометровій зоні Чорнобильської АЕС зберігається в тимчасових, не пристосованих для зберігання сховищах велика кількість радіоактивних відходів, серед яких є відходи ядерної енергетики.

Головним джерелом небезпеки у 30-кілометровій зоні Чорнобильської АЕС залишається об'єкт «Укриття», в якому зосереджені небезпечні радіоактивні речовини та ядерні матеріали, радіоактивність яких близько 20 млн. кюрі.

У шести областях України розташовані регіональні підприємства УкрДО «Радон» з переробки та зберігання радіоактивних відходів, які приймають на зберігання радіоактивні відходи від усіх галузей народного господарства. Ці підприємства також не мають установок для первинної переробки відходів.

Підприємства з видобування та переробки уранових руд знаходяться у Дніпропетровській, Миколаївській та Кіровоградській областях. Характерним для переробки урану є те, що майже всі її відходи – відвали шахтних порід, скиди та викиди (рідкі, газоподібні) є джерелами радіаційного забруднення навколишнього природного середовища. В них містяться природний уран, торій-232, продукти розпаду уранового та торієвого рядів, у тому числі і радіоактивний газ радон. Для природного середовища та людей головну небезпеку становлять великі за своїми обсягами хвостосховища та зосереджені в них радіоактивні матеріали.

Україна належить до країн з дуже розвинутим використанням джерел іонізуючого випромінювання (далі – ДІВ) у багатьох сферах господарства і наукової діяльності. На даний час існує близько 8 тисяч підприємств та організацій (тільки по місту Києву їх близько 400), які використовують понад 100 тисяч ДІВ.

Через існування великої кількості штучних і природних джерел іонізуючого випромінювання та в результаті Чорнобильської катастрофи в Україні склалася дуже складна радіоекологічна ситуація, яка викликає необхідність створення системи заходів радіаційного захисту населення та навколишнього природного середовища.

В систему таких заходів мають входити: основи ядерного законодавства, державне регулювання ядерної та радіаційної безпеки, державні програми мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи, норми поведіння з радіоактивними відходами та підвищення безпеки атомних станцій, система соціального захисту населення.

Будь-яке випромінювання, взаємодія якого із середовищем приводить до утворення електричних зарядів різних знаків, називається іонізуючим випромінюванням.

До іонізуючих випромінювань відносяться:

- рентгенівське;
- електромагнітне;

– потоки заряджених та нейтральних часток, які мають енергію достатню для іонізації.

Найважливішими властивостями різних видів ІВ є:

1) іонізуюча здатність – здатність створювати визначену щільність пар іонів у середовищі розповсюдження;

2) проникаюча здатність – здатність проникати у речовину на визначену глибину.

Ці властивості визначають ступінь впливу ІВ та засоби захисту від них. Іонізуюча та проникаюча здатність залежать від виду випромінювання, його енергетичного спектру та матеріалу середовища.

Розрізняють корпускулярні й фотонне іонізуючі випромінювання. При роботах з радіоактивними речовинами в заампулованому виді, тобто коли конструкція джерела виключає влучення радіоактивних речовин у навколишнє середовище, на людину може впливати тільки зовнішнє опромінення. Закриті джерела випромінювання використовують у гамма-дефектоскопічних й гамма-терапевтичних апаратах, в установках радіаційної технології, приладах технічного контролю. При роботах із закритими джерелами людина піддається впливу іонізуючих випромінювань тільки в плині того проміжку часу, коли він перебуває поблизу джерела вилучення. Захист від зовнішнього опромінення здійснюється шляхом створення стаціонарних або пересувних захисних огорожень, які знижують рівень опромінення до регламентованих меж.

Для захисту від зовнішнього опромінення бета-частинками необхідно вести операції з радіоактивними речовинами за спеціальними екранами (ширмами) або в спеціальних захисних шафах. Товщина захисних екранів повинна бути більше максимального пробігу бета-частинок. Зберігати бета-активні нукліди треба в посудинах або контейнерах з відповідною товщиною стінки. У якості захисних матеріалів використовують звичайно плексиглаз, алюміній або скло.

Максимальна енергія бета-частинок, що випускаються відомими в теперішній час нуклідами, не перевищує 3 МэВ. Для таких бета-часток товщина захисного екрана становить 1,5 г/см або 1,5 см води, 0,66 см алюмінію, 0,19 см заліза.

На основі встановлюваних критеріїв небезпеки впливу іонізуючих випромінювань на організм людини розроблена система припустимих меж

іонізуючих випромінювань, яка оформлена у вигляді законодавчих документів, зокрема, норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97).

Система радіаційної безпеки вирішує два завдання:

- 1) зниження рівня опромінення до регламентованих меж;
- 2) створення ефективної системи радіаційного контролю.

До числа організаційних заходів відносяться, у першу чергу, установлення відповідних режимів праці в умовах підвищених рівнів іонізуючих випромінювань.

2. Вимірювальний пристрій – радіометр бета-випромінювання «БЕТА»

2.1. Призначення

Радіометр бета-випромінювання призначений для контролю забрудненості води й продуктів харчування бета-активними радіонуклідами, а також для контролю радіоактивного забруднення різних поверхонь.

2.2. Основні технічні характеристики

2.2.1. Радіометр забезпечує вимір питомої активності бета-випромінюючих нуклідів у рідких і сипучих речовинах у діапазоні $5 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^{-6}$ Ки/кг (Ки/л).

2.2.2. Радіометр забезпечує вимір поверхневої забрудненості бета-випромінюючими нуклідами в діапазоні від 10 до 1500 част/см·хв.

2.2.3. У радіометрі як детектор бета-випромінювання використовується лічильник типу СБТ-10 ОД.0.339.326 ТУ.

2.2.4. Час виміру приготовленої проби встановлюється оператором і може становити: 1 с, 10 с, 100 с, 500 с, 1000 с.

2.2.5. Живлення радіометра здійснюється від блоку живлення напругою (5 ± 1) В з припустимим рівнем пульсації ± 200 мВ або від вбудованих сухих елементів типу «Уран» ТУ 16.729.125-78 загальним напругою 4,50 В, при цьому струм споживання радіометра при номінальній напрузі живлення рівному $(4.50 \pm 0,45)$ В не повинен перевищувати 25 мА.

2.2.6. Час встановлення робочого режиму не перевищує 1 хв.

2.2.7. Радіометр подає звуковий сигнал після закінчення виміру.

2.2.8. Час безперервної роботи радіометра становить 8 ч при нестабільності показань ± 10 %.

2.2.9. Робочі умови експлуатації радіометра:

- температура навколишнього середовища від +10 °С до +35 °С ;
- відносна вологість до 80 % при +25 °С ;
- атмосферний тиск від 86 кПа до 106 кПа.

2.3. Устрій радіометру «БЕТА»

2.3.1. Принцип дії.

Датчиком імпульсів у радіометрі є газорозрядний лічильник. З появою в об'ємі газового лічильника іонізуючих часток у ньому розвивається електричний розряд, в результаті чого на виході лічильника з'являються імпульси, які за допомогою електричної схеми перетворюються в цифрову інформацію й відбиваються на табло. Для зменшення впливу зовнішній гамма-фону газорозрядний лічильник з вимірюваними препаратами або пробами вміщується у свинцевий будиночок.

2.3.2. Функціональна схема радіометра.

На рис. 1 наведена функціональна схема радіометра, що включає в себе основні вузли:

- блок детектора (на базі лічильника СБТ-10) з струмообмежувальним резистором накопичувальною й розділювальною ємностями;
- вузол живлення радіометру й блоку детектора, що працює за принципом перетворення низьковольтної напруги джерела живлення у стабілізовану напругу +8В; +400В;
- вхідний перетворювач, призначений для формування імпульсів, які надходять від блоку детектора, по тривалості, амплітуді й полярності;
- генератор, що задає, формуючи імпульсні послідовності с різною частотою проходження;
- таймер, що формує різні по тривалості вимірювальні інтервали;
- пристрій вибору режиму, призначене для завдання оператором різних режимів роботи радіометра й індикації вибраного режиму роботи на цифровому табло;
- перерахунковий пристрій, що робить підрахунок імпульсів за обраний часовий інтервал;
- цифровий індикатор;

– схема керування пуском, призначену для пуску радіометра при обраному режимі роботи, обнулення попереднього результату виміру, автоматичного пуску радіометра в одному з режимів.

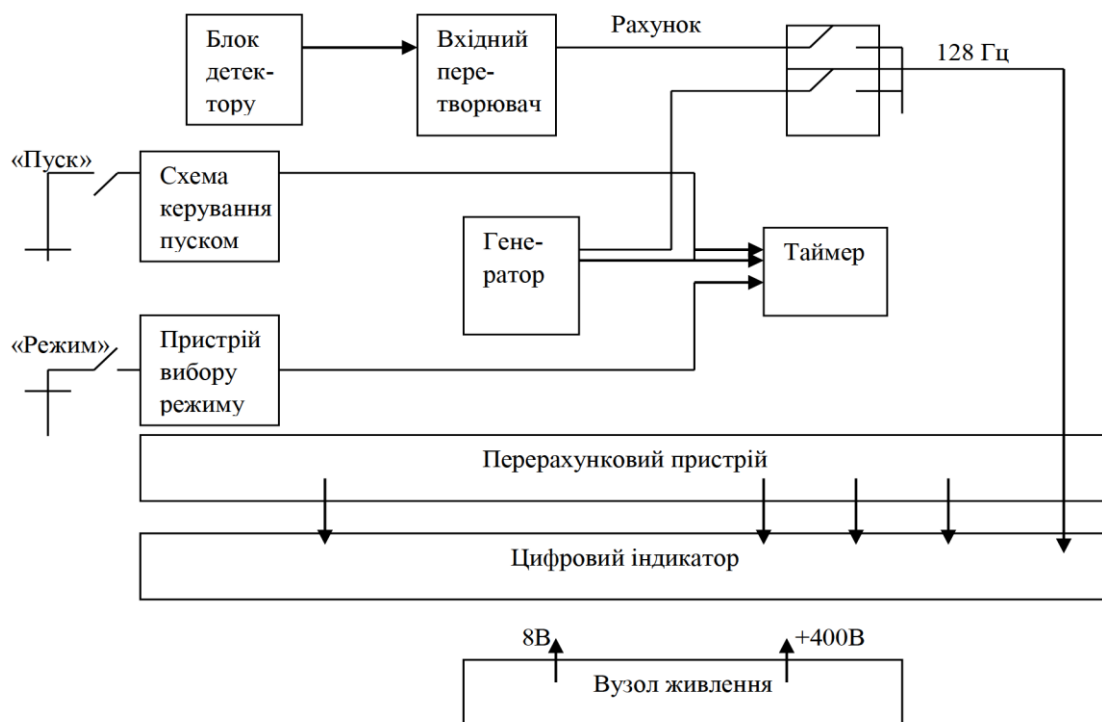


Рисунок 1 – Функціональна схема радіометру

2.3.3. Вузол живлення.

Вузол живлення призначений для живлення блоку детектора стабілізованою напругою +400 В, а також логічних елементів блоку індикатора напругою +8В.

2.4. Підготовка радіометра до роботи

2.4.1. До початку роботи з радіометром вивчіть дійсний паспорт, схему, конструкцію й призначення органів керування.

2.4.2. Всі блоки, що входять до складу радіометра, повинні розміщуватися на одному робочому місці.

2.4.3. Включить радіометр, для цього движок включення приладу переведіть у положення ЖИВЛЕННЯ. Поява цифр на індикаторному табло приладу свідчить про нормальне значення питомої напруги.

2.4.4. Перевірка працездатності.

Перевірка функціонування блоку індикатора здійснюється установкою 7-го режиму роботи. У цьому режимі на вхід перерахункового пристрою подаються імпульси із частотою 128 Гц і на індикаторному табло спостерігається підрахунок імпульсів. Поступова зміна цифр від 0000 до 9999 свідчить про нормальне функціонування блоку індикації.

2.5. Порядок роботи

2.5.1. Обслуговування радіометра здійснюється одним оператором. Оператор зобов'язаний знати загальний устрій радіометра, вимоги дійсної інструкції й мати допуск до роботи з радіометром.

2.5.2. Визначення радіоактивного забруднення різних поверхонь і продуктів харчування.

2.5.2.1. Підготувати радіометр до роботи, для чого:

2.5.2.1.1. Підключити до блоку індикатора поз. 1 рис. 2 блок живлення «Електроніка Д2-10М» поз. 2 і включити блок живлення в мережу 220В. При відсутності електричної мережі поставте в блок індикатора 3 батареї типу А316 ТУ 16.729.125-78.

2.5.2.1.2. Підключити блок детектування поз. 3 до блоку індикатора поз. 1.

2.5.2.1.3. Установіть на робоче вікно блок детектування захисну кришку зі сталеву пластину.

2.5.2.1.4. Включіть блок індикатора й установіть потрібний режим роботи (10 або 100 с).

2.5.2.2. Послідовно натискаючи кнопку «ПУСК», виконайте три виміри швидкості рахунку фонових імпульсів $N_{\phi i}$ і визначить середнє значення за формулою:

$$\bar{N}_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^5 N_{\phi i}}{n}, \quad (1)$$

де $N_{\phi i}$ – швидкість рахунку фонових імпульсів, с^{-1} ; n – число вимірів; \bar{N}_{ϕ} – середнє значення швидкості рахунку фонових імпульсів, с^{-1} .

2.5.2.3. Зніміть із робочого вікна блоку детектування захисну кришку зі сталеву пластину й установіть захисну сітку з комплекту радіометра.

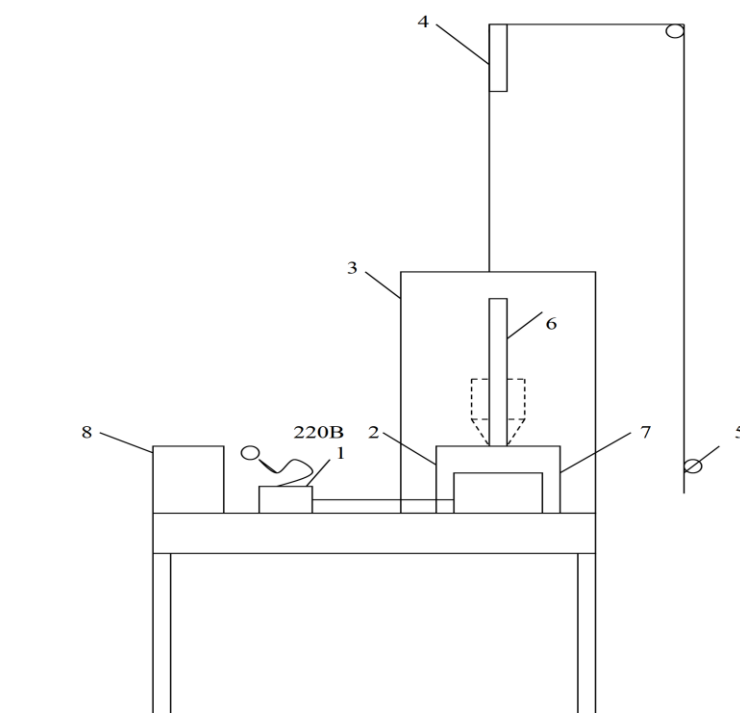


Рисунок 2 – Лабораторна установка дослідження захисних екранів:
 1 – вимірювальний пристрій «БЕТА»; 2 – вимірювальний датчик;
 3 –захисний екран (оргскло, товщина = 100мм); 4 – джерело випромінювання;
 5 – пристрій підйому та опускання джерела випромінювання;
 6 – лінійка, нанесена на поверхню екрану; 7 – столик, для розміщення захисних екранів, що досліджуються; 8 – набір захисних екранів

2.5.2.4. Помістіть блок детектування на відстань не більше 1 см від об'єкту, що досліджується й проведіть три виміри швидкості рахунку імпульсів з поверхні N_i .

2.5.2.5. Визначить середнє значення швидкості рахунку імпульсів з поверхні по формулі:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{n}, \quad (2)$$

де \bar{N} – середнє значення швидкості рахунку імпульсів з поверхні, с^{-1} ; N_i – швидкість рахунку імпульсів з поверхні, с^{-1} ; n – число вимірів.

2.5.2.6. Визначить рівень забруднення поверхні бета-активними радіонуклідами по формулі:

$$P = K_3(\bar{N} - \bar{N}_\phi), \quad (3)$$

де P – забруднення поверхні бета-активними радіонуклідами, част/см²·мин; K_3 – градуований коефіцієнт, визначений при атестації радіометра, рівний 3,5 част/см·мин; \bar{N} – середнє значення швидкості рахунку імпульсів з поверхні, с⁻¹; \bar{N}_ϕ – середнє значення швидкості рахунку фонових імпульсів, с⁻¹.

2.5.2.7. Визначення об'ємної (ОА) і питомої (ПА) активності бета-випромінювальних нуклідів у пробах.

Розрахунок ОА й ПА виконується по формулі :

$$q = \frac{\bar{N} - \bar{N}_\phi}{S^p}, \quad (4)$$

де q – питома, Бк/кг (Ки/кг) або об'ємна Бк/л (Ки/л) активність проби; S^p – чутливість радіометра для даного виду радіоактивної речовини; \bar{N} – середнє значення швидкості рахунку від проби, с⁻¹; \bar{N}_ϕ – середнє значення швидкості рахунку фонових імпульсів, с⁻¹.

Чутливість радіометра «БЕТА» визначена при атестації і дорівнює 4,3·10⁷ кг (л) с⁻¹ Ки⁻¹.

2.6. Вказівки мір безпеки

2.6.1. При випробуванні радіометра із джерелами випромінювання необхідно керуватися інструкціями по правилам роботи із радіоактивними речовинами й іншими джерелами іонізуючих випромінювань і нормами радіаційної безпеки НРБУ-97 «Норми радіаційної безпеки України», «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України».

2.6.2. Не включайте радіометр при знятій кришці.

2.6.3. Підключення й відключення блоку детектування необхідно робити при виключеному блоку індикації.

2.6.4. Не встановлюйте кювету з відібраною пробєю, у якої проба піднімається вище верхньої крайки, у свинцевий будиночок. Це може привести до ушкодження детектора.

2.6.5. Не поміщайте у свинцевий будиночок хімічно агресивні проби.

2.6.6. При знятті кришки з лічильників СБТ10А дотримуйтесь особливої обережності. Не допускати різких рухів й істотних стискань при захопленні її пальцями.

2.6.7. Не допускається дотик, як рукою, так і будь-яким іншим предметом до слюдяної пластини лічильника.

2.6.8. Не допускається обдув лічильників з боків слюдяних пластин потоком повітря (газу), що створює зусилля більше $1,2 \text{ кгс/см}^2$.

2.6.9. Лабораторну роботу можна починати виконувати, тільки після; вивчення та перевірки знань з безпеки праці при виконанні лабораторної роботи, які наведено у п. 2; дозволу викладача та під його контролем, або під контролем інженера з навчального процесу, який чергує у лабораторії та допомагає викладачу на занятті в лабораторії.

Контрольні запитання

1. Які види енергетичних забруднень називаються іонізуючими випромінюваннями?
2. Які міри безпеки повинні дотримуватися при роботі з джерелами випромінювання?
3. Які завдання вирішує система радіаційної безпеки?
4. Устрій радіометра «БЕТА».
5. Які основні методи захисту від іонізуючих випромінювань?
6. Назвіть основні нормативно-технічні документи, що нормують припустимі межі для осіб, що опромінюються?

Варіанти завдань

1. Визначення рівня радіоактивності вимірюваного ізотопу.
2. Визначення впливу відстані на величину рівня опромінювання живих організмів.
3. Визначення ефективності захисту за допомогою екранів, які виконані з різних матеріалів.
4. Розрахунок захисного екрану.

Завдання 1

Визначення рівня радіоактивності вимірюваного ізотопу

1. Вивчити схему лабораторної установки (див. рис. 1).
2. Опустити вимірюваний ізотоп до позначки 0,01. Зафіксувати положення ізотопу за допомогою фіксатора на шнурі.
3. Включити вимірник (див. порядок роботи з радіометром).
4. Виконати 5 вимірів і записати їхні результати в табл. 1.
5. Визначити середнє значення рівня радіоактивності ізотопу.
6. Зробити й записати висновки.

Таблиця 1 – Результати вимірів середнього рівня радіоактивності ізотопу

№ досліджу	Рівень радіоактивності ізотопу		Середнє значення рівня радіоактивності ізотопу	
	Імпульси	Питома радіоактивність, мкР/год	Імпульси	Питома радіоактивність, мкР/год
1				
2				
3				
4				
5				

Завдання 2

Визначення впливу відстані на величину рівня опромінювання живих організмів

1. Опустити вимірюваний ізотоп до позначки 0,01. Зафіксувати положення ізотопу за допомогою фіксатора на шнурі.
2. Включити вимірник (див. порядок роботи з радіометром).
3. Виконати 3 виміри й записати в табл. 2 середнє значення радіоактивності ізотопу.
4. Підняти вимірюваний ізотоп до наступної позначки (див. табл. 2) і виконати далі виміри відповідно до пунктів 2, 3, 4.
5. Після виконання вимірів побудувати графік залежності рівня опромінення від відстані до ізотопу (L , м від ПА, мкР/год).
6. Зробити й записати висновки.

Таблиця 2 – Дослідження впливу відстані на величину рівня опромінення живих організмів

№ досліджу	Відстань ізотопу до вимірника, м	Середнє значення рівня радіоактивності ізотопу	
		Імпульси	Питома радіоактивність, мкР/год
1	0,01		
2	0,05		
3	0,10		
4	0,15		
5	0,20		
6	0,25		

Завдання 3

Визначення ефективності захисту за допомогою екранів, які виконані з різних матеріалів

1. Одержати в лаборанта матеріал для дослідження в якості захисного екрану. Записати найменування матеріалу в табл. 3.
2. Розмістити ізотоп на оцінці 0,05 і зафіксувати положення ізотопу за допомогою фіксатора на шнурі.
3. Покласти досліджуваний матеріал на вимірювальний столик.
4. Включити вимірник й усереднені результати трьох вимірів занести в табл.3.
5. Виконати виміри по пунктах 3 й 4 для інших досліджуваних матеріалів. Результати записати в табл. 3.
6. Зробити й записати висновки.

Таблиця 3 – Дослідження ефективності захисту живих організмів за допомогою екранів

№ досліджу	Матеріал екрану*	Середнє значення рівня радіоактивності ізотопу	
		Імпульси	Питома радіоактивність, мкР/год
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

* – матеріал екрану вибирається з додатка за завданням викладача;
– екран устанавлюється безпосередньо над вимірником на відстані 0,01 м (див. рис. 2).

Завдання 4

Розрахунок параметрів захисного екрану

Відповідно до [1] норма рентгенівського випромінювання на людину в рік устанавлюється 6,95 мР. Доза опромінення рентгенівським випромінюванням при інтенсивній роботі з комп'ютером може досягати 10 мР у рік.

Для зниження рівня випромінювання від екрана дисплея перед ним устанавлюється захисний екран. Він може бути виготовлений з різних матеріалів.

У першу чергу проводиться розрахунок коефіцієнта ослаблення екрану. При цьому виходять із того, що доза повинна бути менше гранично припустимої на 20 %.

$$D = 6,95 - \frac{6,95}{100} \cdot 25\% = 5,56 \text{ мР}. \quad (5)$$

$$K_{\text{осл}} = \frac{D_{\text{ю}}}{D} = \frac{10}{5,56} = 1,8. \quad (6)$$

Розраховуємо товщину екрану, що має коефіцієнт ослаблення 1,8.

Для рентгенівського випромінювання існує співвідношення, яке пов'язує коефіцієнт ослаблення й товщину захисного шару:

$$\frac{h/d}{K_{\text{осл}}} = 2 \quad (7)$$

де h – шукана товщина екрану, мм; d – товщина шару половинного ослаблення.

Величина d залежить від застосовуваного матеріалу

$$d = \frac{0,542 \cdot E_{\text{max}} - 0,133}{2 \cdot p}, \quad (8)$$

де E_{max} – енергія часток, мэВ ($E_{\text{max}} = 1,5 \text{ мэВ}$); p – г/см³.

Розраховуємо шукану товщину захисного екрану.

У наслідок (7)

$$h = d \cdot (\log_2 K_{\text{осл}}). \quad (9)$$

Із властивостей логарифму одержуємо

$$\log_2(K_{\text{осл}}) = \frac{\ln K_{\text{осл}}}{\ln 2} = 1,443 \cdot \ln K_{\text{осл}}. \quad (10)$$

Тепер (9) приймає вид:

$$h = 1,443 \cdot d \cdot \ln K_{\text{осл}}. \quad (11)$$

При підставці раніше обчислених величин у цю формулу, отримаємо шукану товщину екрана.

Результати розрахунків записати в табл. 4.

Результати розрахунку параметрів захисного екрану монітора.

Таблиця 4 – Результати розрахунку параметрів захисного екрану монітора

№ дослідю	Матеріал екрану	Коефіцієнт ослаблення	Товщина матеріалу захисного екрану, мм
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Додаток А
Значення щільності
(при звичайній кімнатній температурі, +17 – +23 °С)

Матеріал		Щільність, г/см ³	
Метали	Залізо (чисте)	7,88	
	Залізо (сталь)	7,7	
	Мідь	8,89	
	Платина	21,45	
	Свинець	11,34	
	Срібло	10,5	
	Титан	4,5	
	Цинк	7,1	
Сплави	Бронза (дзвоновий)	8,8–8,9	
	Латунь	8,4–8,7	
Різні речовини	Деревина	Дуб	0,6–0,9
		В'яз	0,5–0,6
		Ясен	0,6–0,8
		Бук	0,7–0,9
	Лід (при 0°С)	0,917	
	Слюда	2,6–3,2	
	Скло	2,4–2,8	
	Целулоїд	1,4	
	Ебоніт	1,15	
	Рідини (при +15°С)	Вода	0,999
Вода морська		1,025	
Гліцерин		1,26	
Бензин		0,899	
Спирт метиловий		0,810	
Спирт етиловий		0,791	
Масло маслинове		0,92	
Масло мастильне		0,9–0,92	

Список джерел інформації

1. Норми радіаційної безпеки України : НРБУ-97/Д2000/МОЗ України 14.07.97 Наказ № 208.- Київ, 1997 – 121 с.
2. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Із змін. № 1477 від 27.11.2017.
3. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Наказ МОЗ України від 02.02.2005, №54.
4. Норми безоплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, які зайняті на роботах з радіоактивними речовинами та джерелами іонізуючого випромінювання. Київ. Наказ від 06.02.2014, № 116.
5. Коваленко Г. Д. Радіоекологія України / Г. Д. Коваленко. – Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2001. – 168 с.

Навчальне видання

**Методичні вказівки
до лабораторної роботи
«Вимір величини ослаблення активності випромінювального елемента
в залежності від виду та товщини матеріалу захисного екрану»
з дисципліни «Основи екології» для студентів денної і заочної форми
навчання усіх спеціальностей**

Укладач: БЕРЕЗУЦЬКИЙ Вячеслав Володимирович
МАКАРЕНКО Вікторія Василівна
УСТИНОВА Наталія Дмитрівна
МЕЗЕНЦЕВА Ірина Олександрівна

Відповідальний за випуск проф. Березуцький В. В.
Роботу до видання рекомендувала проф. Пономаренко О. І.
В авторській редакції

План 2020 р, поз. 137

Підп. до друку 2020. Формат 60x84 1/12. Папір офсет.
Друк – різнографія. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 1,1.
Наклад 50 прим. Зам. № . Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

Друкарня