

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

Василишин Ігор Ігорович

УДК 004:681.5

Спеціальність 123 “Комп'ютерна інженерія”

Класифікаційна робота

На здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр

“Мікропроцесорний дозиметр радіаційного випромінювання”

“Microprocessor radiation dosimeter”

Науковий керівник:

канд. фіз.-мат. наук,

доц. Терлецький А.І.

Рецензент:

канд. фіз.-мат. наук,

доц. Ліщинський І.М.

Івано-Франківськ

2023

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
 Фізико-технічний факультет
 Кафедра комп'ютерної інженерії та електроніки

Пояснювальна записка
 до дипломної роботи бакалавра
 на тему:

"Мікропроцесорний дозиметр радіаційного випромінювання"

					6.050102.КІ-41.15			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
<i>Розробив</i>		Муляк Н.М.			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
<i>Перевірів</i>							2	
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>								

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1. Теоретичні основи МДРВ.....	5
1.1. Поняття радіації та її види.....	5-6
1.2. Фізичні основи дії МДРВ.....	6-10
1.3. Розгляд основних компонентів МДРВ.....	10-15
Розділ 2. Типи та характеристики МДРВ.....	15-18
2.1. Огляд існуючих типів МДРВ.....	18-21
2.2. Опис та порівняння характеристик МДРВ.....	21-22
2.3. Вибір МДРВ для дослідження.....	22-26
Розділ 3. Методика дослідження.....	26
3.1. Опис методів та засобів дослідження.....	26-27
3.2. Проведення експерименту з МДРВ.....	28-29
Розділ 4. Застосування МДРВ.....	29
4.1. Розгляд сфер використання МДРВ.....	29-31
4.2. Опис застосування МДРВ в енергетиці, медицині та наукових дослідженнях.....	31-51
4.3. Переваги та недоліки МДРВ в різних сферах застосування.....	51-53
Розділ 5. Розробка та створення МДРВ.....	54
5.1. Опис процесу розробки та створення МДРВ.....	54-57
5.2. Вибір компонентів та їх характеристик.....	58-59
5.3. Розробка алгоритму та програмного забезпечення для МДРВ.....	59-60
Висновки.....	61-62
Список використаної літератури.....	63

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Радіаційне випромінювання є одним з найбільш небезпечних для людини фізичних явищ, оскільки може викликати шкідливі наслідки для здоров'я, які можуть бути непередбачуваними та неповністю зрозумілими на даний момент. Тому контроль за рівнем радіації надзвичайно важливий як для промислових підприємств, які займаються ядерною енергетикою, так і для медичних установ, де проводяться процедури, пов'язані з радіаційним випромінюванням.

У цьому контексті мікропроцесорний дозиметр радіаційного випромінювання (МДРВ) є незамінним інструментом для вимірювання рівня радіації та забезпечення безпеки людей. МДРВ має високу точність вимірювання та широкий діапазон реєстрації рівнів радіації, що дозволяє застосовувати її в різних галузях.

Метою дипломної роботи є дослідження теоретичних та практичних аспектів МДРВ, його характеристик, застосування та розробки. Для досягнення цієї мети будуть розглянуті фізичні основи дії МДРВ, типи та характеристики наявних моделей МДРВ, а також методики їх використання та застосування. Крім того, буде проведено дослідження процесу розробки та створення МДРВ, а також описано можливості та перспективи подальшого вдосконалення цієї технології.

					6.050102.КІ-41.15	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи МДРВ

Теоретичні основи МДРВ (Мікропроцесорний Дозиметр Радіаційного Випромінювання) базуються на розумінні взаємодії радіації з речовиною та принципах роботи електронних приладів. Одним із ключових понять у теорії МДРВ є дозиметрія – наука про вимірювання доз радіації. Вона передбачає вимірювання еквівалента поглинутої дози радіації, тобто врахування різних видів радіації та їхнього впливу на організм людини.

Для реєстрації радіації в МДРВ використовуються детектори, зазвичай засновані на сцинтиляційній або напівпровідниковій технології. Детектори взаємодіють з радіацією та перетворюють її енергію в електричні сигнали, які опрацьовуються мікропроцесором.

Мікропроцесор в МДРВ відповідає за збір, опрацювання та зберігання даних про вимірювану радіацію. Він може мати різні функції, такі як автоматичний режим вимірювання, збереження даних на різних рівнях змінної складності, аналіз даних та побудову графіків.

Для правильної роботи МДРВ необхідна щільна інтеграція мікропроцесора, детекторів та електронних схем в єдину систему. Тому розуміння теоретичних основ МДРВ дозволяє розробити ефективну та точну систему контролю радіації, що має важливе значення для безпеки людини та довкілля.

1.1 Поняття радіації та її види

Радіація - це процес випромінювання енергії частинок або хвиль від радіоактивного матеріалу. Вона може бути небезпечною для живих організмів, якщо вони піддаються її дії в недопустимих дозах. Існує декілька видів радіації, які можуть бути класифіковані за джерелом випромінювання, типом частинок чи хвиль, що випромінюються, та їх енергією.

Одним з видів радіації є альфа-випромінювання, яке складається з ядер гелію, які мають високу енергію і не проходять через звичайні матеріали. Бета-випромінювання, з іншого боку, складається з електронів, що мають середню

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

енергію і можуть проникнути на декілька міліметрів у тіло людини. Гамма-випромінювання, третій вид радіації, є найбільш проникним і складається з електромагнітних хвиль великої енергії. Вони можуть пройти через товщу стінку та матеріали і дуже небезпечні для живих організмів.

Також, радіація може бути природною або штучною. Природна радіація випромінюється з мінеральних ресурсів у земній корі, а штучна радіація випромінюється внаслідок ядерних вибухів або як результат людської діяльності, такої як радіоактивні відходи від ядерних електростанцій.

Загалом, знання різних видів радіації є важливим для розуміння рівня небезпеки, яку вона може представляти, і для розробки ефективних методів захисту від радіації необхідно мати знання про властивості радіації та її видів, а також про те, як вона впливає на людський організм. Для цього проводяться вимірювання рівня радіації, її типу та інтенсивності, розробляються методи захисту від радіації, такі як використання захисних матеріалів, зменшення часу перебування в радіаційному середовищі, використання засобів індивідуального захисту, таких як дозиметри, радіоактивності монітори та інші. Також важливо вести постійний моніторинг рівня радіації в промислових, медичних та природних умовах, щоб забезпечити безпеку людей та довкілля.

1.2 Фізичні дії МДРВ

Мікропроцесорні дозиметри радіаційного випромінювання базуються на фізичних принципах взаємодії радіації з матеріалами. Під дією радіації на матеріали можуть відбуватися різні процеси, залежно від типу і енергії радіації, а також властивостей матеріалу. Для розробки ефективних методів захисту від радіації необхідно розуміти, як саме радіація взаємодіє з матеріалами та які процеси відбуваються внаслідок такої взаємодії.

1. Одним з основних процесів взаємодії радіації з матеріалами є іонізація. Ефект збудження або іонізація є одним з головних ефектів взаємодії радіації з матеріалами. Під час збудження радіацією, електрони в атомах матеріалу можуть

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

набути достатньої енергії, щоб перейти на більш високий енергетичний рівень або злетіти з атома, залишаючи його з позитивним зарядом.

Цей процес може бути досить шкідливим для організмів, оскільки він може призвести до пошкодження ДНК клітин, а також порушення функціонування тканин і органів. Крім того, іонізація може призвести до збільшення електричного заряду на поверхні матеріалу, що може призвести до небезпечних електричних розрядів.

Для захисту від ефекту збудження можна використовувати матеріали з високою електронною щільністю, такі як свинець або бетон, які здатні ефективно поглинати радіацію і захищати від іонізації. Крім того, існують спеціальні пристрої, такі як дозиметри, які можуть вимірювати рівень радіації і сповіщати про небезпеку.

2. Ефект розсіювання - це фізичний процес, в результаті якого радіація розсіюється від матеріалу, з яким вона взаємодіє. Розсіювання відбувається тоді, коли частина радіації зіштовхується з атомами матеріалу, інакше кажучи, радіація відбивається під різними кутами.

Цей ефект є результатом взаємодії електромагнітної радіації із зарядженими частинками матеріалу. Залежно від енергії радіації та розміру частинок матеріалу, які взаємодіють з радіацією, можуть спостерігатися різні типи розсіювання, такі як тверде розсіювання, Релея, Томсона, Комптона тощо.

У твердому розсіюванні радіація розсіюється від поверхні матеріалу під кутом, близьким до 180 градусів. У розсіюванні Релея, що спостерігається на поверхнях, які мають рівномірний розподіл зарядів, радіація розсіюється в усі напрямки, зберігаючи свою енергію. Розсіювання Томсона відбувається в тому випадку, коли енергія радіації відносно невелика і розсіювання відбувається під кутом більшим за 90 градусів.

Усі ці типи розсіювання є важливими для розуміння взаємодії радіації з матеріалами і можуть бути використані для розробки ефективних методів захисту від радіації.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

3. Ефект поглинання радіації в матеріалах є одним з основних ефектів їх взаємодії. При поглинанні радіації, енергія, яку несе радіація, передається матеріалу. Це може призвести до зміни фізичних властивостей матеріалу, таких як температура, електронна структура, тиск і зміна фазових переходів.

Рівень поглинання радіації залежить від типу радіації, що проходить через матеріал, а також від складу та густини матеріалу. Якщо матеріал має високу густину, то він може поглинати більшу кількість радіації, ніж матеріали з низькою густиною. Крім того, рівень поглинання може залежати від енергії радіації та властивостей матеріалу, таких як його структура та склад.

У залежності від типу радіації, що проходить через матеріал, можуть спостерігатися різні ефекти поглинання. Наприклад, при проходженні гамма-випромінювання через матеріал, поглинання відбувається через взаємодію з електронами внутрішньої оболонки атомів матеріалу. Це призводить до викиду електронів з атомів, що може спричинити зміну електронної структури матеріалу. У випадку проходження бета-випромінювання, поглинання може відбуватися через взаємодію з електронами внутрішньої та зовнішньої оболонок атомів матеріалу. Це також може спричинити викид електронів та зміну структури матеріалу.

4. Ефект відбивання (або відбивної взаємодії) - це фізичний принцип взаємодії радіації з матеріалами, при якому радіаційна хвиля відбивається від поверхні матеріалу. Цей ефект пов'язаний з тим, що радіаційна хвиля не може проникнути в матеріал на глибину, достатню для здійснення ефекту збудження або поглинання, і відбивається назад до середовища, з якого вона прийшла.

Характер відбивної взаємодії залежить від властивостей поверхні матеріалу та параметрів радіації, зокрема її довжини хвилі. Якщо довжина хвилі радіації більша за розміри структур матеріалу, то відбивна взаємодія буде більш ефективною. У випадку, коли розміри структур матеріалу значно менші за довжину хвилі, то ефект відбивання буде незначним, а радіація здійснює ефект збудження та поглинання.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Ефект відбивання може використовуватися для захисту від радіації. Наприклад, відбивні екрани відбивають радіацію назад у напрямку випромінювача, зменшуючи дозу випромінювання на зоні захисту. Однак, необхідно пам'ятати, що застосування відбивних екранів може створювати вторинне випромінювання, яке також потрібно враховувати при проектуванні систем захисту.

5. Ефект рефракції є одним з фізичних принципів взаємодії радіації з матеріалами. Він полягає в тому, що коли радіація (наприклад, світло або рентгенівські промені) проходить через границю між двома матеріалами з різними показниками заломлення, вона змінює свій напрямок. Цей ефект відомий як заломлення світла і відображається у законі заломлення Снелла.

При заломленні радіації на границі двох матеріалів, її швидкість та довжина хвилі змінюються, що призводить до зміни кута нахилу її променів. Це може бути використано для визначення показника заломлення матеріалу або для управління потоком радіації в системі, наприклад, в оптичних системах або в рентгенівській томографії.

Принцип рефракції також застосовується в лінзах, де заломлення світла використовується для зосередження променів в одну точку. Залежно від форми та показника заломлення лінзи, вона може змінювати напрямок променів, розсіювати їх, збирати чи розсіювати.

Загалом, ефект рефракції є важливим фізичним принципом взаємодії радіації з матеріалами, який може бути використаний для контролю та маніпулювання потоком радіації в різних дисциплінах, таких як фізика, хімія, оптика, медицина, технології, тощо.

6. Ефект стимульованої емісії (англ. Stimulated Emission) - це явище, коли фотон, що пролітає через середовище, може спровокувати випромінювання додаткового фотона, що має ту саму фазу та напрямок руху, що і первинний фотон.

Цей ефект був відкритий у 1917 році Альбертом Айнштайном. Він став основою лазерної технології. Ефект стимульованої емісії дозволяє

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

випромінювати світло з однаковою фазою та напрямком руху, що забезпечує зосередженість енергії в одному напрямку.

Лазери, побудовані на основі ефекту стимульованої емісії, мають велику кількість застосувань в різних галузях науки та техніки, включаючи медицину, науку про матеріали, космічну техніку та інформаційні технології.

Знання цих фізичних принципів дозволяє розробляти ефективні методи захисту від радіації, такі як використання матеріалів з високим ступенем поглинання, розсіювання або відбивання радіації, а також створення спеціальних протипроменевих екранів та одягу. Знання ефектів збудження (іонізації), розсіювання, поглинання, відбивання, рефракції та стимульованої емісії є важливим для розробки ефективних методів захисту від радіації.

Наприклад, використання матеріалів з високим ступенем поглинання, таких як свинець, дозволяє створити екран, який поглине значну частину радіації, захищаючи людей від її впливу. Розсіювання радіації може бути використане для розсіювання її від джерела і зменшення дози радіації для людей.

Також, знання ефектів взаємодії радіації з матеріалами дозволяє створювати спеціальний захисний одяг, який містить матеріали з високим ступенем поглинання та розсіювання радіації. Протипроменевий одяг використовують у військовій та ядерній промисловості для захисту від радіації.

Таким чином, знання фізичних принципів взаємодії радіації з матеріалами є ключовим для розробки ефективних методів захисту від радіації.

1.3. Розгляд основних компонентів МДРВ

					6.050102.KI-41.15	Арк.
						10
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

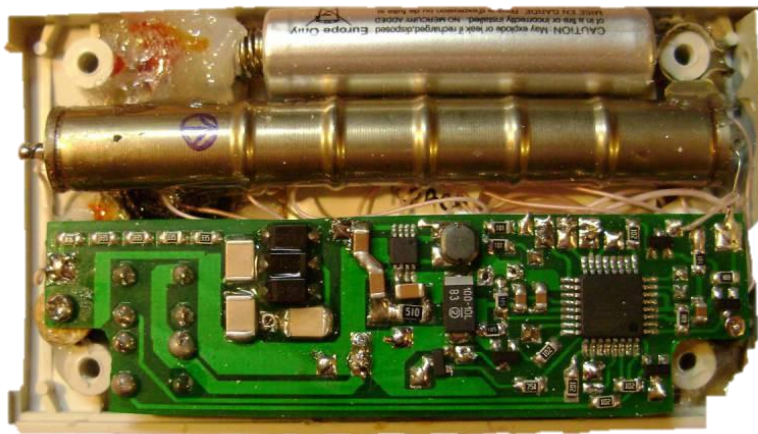


рис.1.1 основні компоненти МДРВ

Мікропроцесорний дозиметр радіаційного випромінювання (МДРВ) складається з декількох основних компонентів, що забезпечують його роботу та вимірювання дози радіації.

1. Датчик іонізуючого випромінювання є одним з основних компонентів мікропроцесорного дозиметра радіаційного випромінювання (МДРВ). Він призначений для вимірювання дози радіації та перетворення її в електричний сигнал, який потім аналізується мікропроцесором.

Датчики дози можуть мати різні типи та принципи дії. Один з найпоширеніших типів датчиків дози - це іонізаційні камери, що працюють на основі ефекту іонізації газу внутрішньої камери під дією радіації. Інші типи датчиків дози включають напівпровідникові датчики, термолюмінесцентні датчики, складні фотоплівки та інші.

Важливою характеристикою датчика дози є його чутливість, яка визначає мінімальний рівень дози, який він може виміряти. Інші важливі характеристики датчиків дози включають лінійність, діапазон вимірювання, час реакції та стійкість до радіації.

Для забезпечення надійного та точного вимірювання дози радіації в МДРВ зазвичай використовуються кілька датчиків різних типів, які дозволяють отримати більш повну інформацію про випромінювання навколишнього середовища.

						6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			11

2. Мікропроцесор дозиметра радіаційних випромінень (МДРВ) є однією з основних компонентів, яка відповідає за обробку та аналіз даних, отриманих від датчика дози. Мікропроцесор є мікроконтролером, який містить в собі

необхідні блоки для забезпечення роботи датчика дози та виконання алгоритмів обробки отриманих даних.

Основні функції мікропроцесора МДРВ полягають у зчитуванні сигналів від датчика дози та обробці цих даних для визначення рівня радіаційного випромінювання. Мікропроцесор також відповідає за збереження даних та їх відображення на дисплеї пристрою.

Для забезпечення ефективної роботи мікропроцесора МДРВ використовуються спеціалізовані програмні засоби, які дозволяють зчитувати дані з датчика дози, виконувати обчислення та зберігати дані для подальшої обробки та аналізу.

Значення рівня радіаційного випромінювання, яке визначає мікропроцесор МДРВ, може бути відображено на дисплеї пристрою у відповідних одиницях виміру, наприклад, у греях або зівертах. Також, деякі МДРВ можуть мати функції збереження та передачі даних через інтерфейси зв'язку, що дозволяє відстежувати рівень радіаційного випромінювання в режимі реального часу.

Так, мікропроцесор у МДРВ є ключовим компонентом, який забезпечує високу точність та надійність вимірювання рівня радіаційного випромінення. Мікропроцесор є малим комп'ютером, який обробляє дані, збирані датчиками дози, та виводить результати на дисплей.

Мікропроцесори МДРВ зазвичай мають вбудовану пам'ять для збереження результатів вимірювання та можуть передавати дані до комп'ютера для подальшого аналізу. Вони також можуть мати різні функції, такі як аудіо- та візуальні сигнали, які попереджають користувача про перевищення певного рівня радіаційної дози.

Отже, мікропроцесор є надзвичайно важливим компонентом МДРВ, який дозволяє забезпечити високу точність та надійність вимірювання рівня радіаційного випромінення.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Дисплей мікропроцесорного дозиметра радіаційних випромінень відображає вимірювані показники дози радіації, часу вимірювання, показники стану дозиметра та іншу інформацію, необхідну для користувача.

Дисплей може бути різних типів, залежно від конкретної моделі дозиметра. Найпоширенішими є LCD-дисплеї (рідкокристалічні екрани), які забезпечують високу якість відображення та енергоефективність. Деякі моделі дозиметрів можуть мати також підсвічування дисплею для зручності використання в умовах низької освітленості. Ми застосували семи сегментний світлодіодний індикатор.

Ось як це відбувалось:

1. Підключення: Семи сегментний світлодіодний індикатор повинен бути підключений до відповідних виходів або інтерфейсу СБМ-20, щоб отримати виміряні дані про радіацію.

2. Конвертація: Виміряні дані про радіацію, отримані з СБМ-20, повинні бути конвертовані в цифрові значення, які можуть бути відображені на семи сегментному світлодіодному індикаторі.

3. Програмування: Вам потрібно програмувати або налаштувати семи сегментний світлодіодний індикатор для відображення отриманих цифрових значень радіації. Це може включати налаштування сегментів для відображення конкретних цифр або символів, а також режимів роботи, які відповідають рівню радіації.

4. Відображення: Після налаштування семи сегментного світлодіодного індикатора він буде готовий для відображення виміряних значень радіації. Залежно від налаштувань, ви зможете бачити цифрові значення або символічну інформацію, яка відповідає рівню радіації, на дисплеї індикатора.

На дисплеї можуть відображатись різні параметри дозиметра, такі як:

Загальна доза вимірювання: кількість радіаційної енергії, яку отримав користувач за час вимірювання.

Швидкість дози: швидкість збільшення дози радіації на одиницю часу.

Максимальна доза: найвища доза радіації, яку дозиметр зафіксував за весь час роботи.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Статус дозиметра: інформація про стан батареї, наявність сигналу, помилок тощо.

Інші параметри: залежно від моделі дозиметра, на дисплеї можуть відображатись додаткові параметри, наприклад, тип вимірювання, одиниці вимірювання, температура тощо.

Так, дисплей мікропроцесорного дозиметра дозволяє користувачеві отримувати оперативну інформацію про рівень радіаційного випромінення та стан дозиметра. Завдяки дисплею користувач може миттєво відслідковувати зміни рівня радіаційного випромінення і при необхідності швидко реагувати на небезпечні ситуації. Також дисплей дозволяє проводити перевірку роботи дозиметра та відстежувати наявність можливих несправностей.

4. Живлення мікропроцесорного дозиметра радіаційного випромінення може забезпечуватися різними джерелами, залежно від конкретної моделі дозиметра. Зазвичай це можуть бути батареї різного типу, акумулятори, сонячні батареї або звичайний джерело живлення від електромережі.

Обраний метод живлення залежить від призначення дозиметра, тривалості його роботи в полі різноманітних джерел випромінювання та умов експлуатації. Наприклад, для довгострокового моніторингу рівня радіаційного випромінення відповідна модель дозиметра може бути оснащена літій-іонним акумулятором, що дозволить довше працювати від однієї зарядки.

Важливим аспектом вибору методу живлення є його надійність та стійкість до зовнішніх впливів, таких як перепади напруги, вологість, температура та інші фактори, що можуть вплинути на роботу дозиметра та точність його вимірювань.

5. Корпус мікропроцесорного дозиметра радіаційного випромінення є одним з важливих елементів, що забезпечують захист від зовнішнього впливу та забезпечують безпеку користувача.

Корпус зазвичай виготовляється зі спеціальних матеріалів, які мають високу стійкість до радіації та механічних пошкоджень. Крім того, корпус повинен бути герметичним, щоб запобігти потраплянню вологи, пилу та інших забруднювачів, які можуть впливати на роботу дозиметра.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Крім основного корпусу, можуть бути встановлені додаткові елементи захисту, наприклад, захисне скло для дисплея, що знижує ризик його пошкодження в разі падіння або удару. Деякі моделі мікропроцесорних дозиметрів мають вбудовані захисні кожухи для захисту від вологи та пилу.

Правильне підбирання матеріалів та конструкція корпусу мікропроцесорного дозиметра радіаційного випромінення дозволяють забезпечити надійний захист пристрою та безпеку його користувачів у різних умовах експлуатації.

Ці компоненти працюють разом, щоб забезпечити точне вимірювання дози радіації. В залежності від призначення дозиметра, можуть бути використані додаткові компоненти, такі як засоби збору даних та програмне забезпечення для аналізу отриманих даних.

Ми визначили вимоги датчика: Перед вибором перетворювача напруги перевірили технічні характеристики датчика СБМ-20. Докладніше дослідили, які рівні напруги видає датчик і який діапазон вимірювання вам потрібен.

Вибрали перетворювача напруги: Залежно від характеристик датчика СБМ-20, вибрали відповідний перетворювач напруги. Важливо звернути увагу на вхідний діапазон напруги перетворювача, його точність, роздільну здатність та інші важливі параметри.

Підключення датчика: Підключили вихід датчика СБМ-20 до вхідного каналу перетворювача напруги. Переконайтеся, що підключення відповідає документації перетворювача.

Калібрування та конфігурація: Виконали калібрування перетворювача напруги.

Також конфігурували перетворювач згідно з потребами вимірювання і забезпечили, що правильно налаштовані вихідні параметри (наприклад, вимірювальний діапазон, одиниці вимірювання тощо).

Зчитування результатів: Використовували інтерфейс або програмне забезпечення перетворювача напруги, щоб зчитувати отримані вимірювальні значення. Зазвичай це включає з'єднання з перетворювачем через вихідні канали

					6.050102.KI-41.15	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(наприклад, аналогові або цифрові інтерфейси) і зчитування даних за допомогою відповідного програмного забезпечення або мікроконтролерів.

2. Типи та характеристики МДРВ

МДРВ можуть бути різних типів залежно від їх застосування та вимог до точності вимірювання. Основні типи МДРВ:

1. Одиночний дозиметр - це портативний прилад, який вимірює дозу радіаційної енергії, яку отримує людина або об'єкт від радіаційного випромінювання. Одиночні дозиметри зазвичай використовуються для контролю рівня опромінення робочих працівників, які працюють з джерелами радіації.

Одиночні дозиметри можуть мати різні форми і розміри, включаючи наручні, кишенькові та кліпсові моделі. Вони зазвичай мають дисплей, на якому відображається рівень опромінення, а також можуть мати звукову та візуальну сигналізацію для попередження про небезпечний рівень радіації.

Існують також одноразові одиночні дозиметри, які використовуються для одноразового вимірювання дози радіаційного випромінювання. Вони зазвичай мають просту конструкцію та не мають можливості зберігати та передавати дані про вимірювання.

Одиночні дозиметри можуть бути пасивними або активними. Пасивні дозиметри не вимагають живлення та зазвичай мають форму фільму або дозиметричної картки. Активні дозиметри потребують живлення та мають вбудовані датчики, які вимірюють рівень радіаційного випромінювання.

2. Контрольно-вимірювальні комплекси (КВК) - це системи, які складаються з декількох дозиметрів, що можуть знаходитися на різних точках об'єкта контролю. Вони використовуються для контролю радіаційного стану в промисловості, медицині та наукових дослідженнях.

Контрольно-вимірювальні комплекси дозволяють здійснювати не тільки моніторинг рівня радіаційного випромінювання в окремих точках, але і

					6.050102.КІ-41.15	Арк.
						16
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналізувати отримані дані, створювати карту радіаційного стану об'єкта та визначати його загальний рівень радіаційного впливу на людину.

Основні характеристики контрольно-вимірjувальних комплексів включають кількість дозиметрів, їх чутливість та точність вимірjвань, можливість збору та аналізу даних, швидкість відповіді системи та інші технічні характеристики.

3. Індивідуальні дозиметри - це портативні пристрої, які призначені для вимірjвання рівня радіаційного випромінювання від окремої людини під час роботи в умовах підвищеного ризику. Ці дозиметри зазвичай пристосовані для носіння на поясі або на грудях, щоб забезпечити максимально точне вимірjвання рівня випромінювання від тіла людини.

Індивідуальні дозиметри можуть бути пасивними або активними. Пасивні дозиметри використовуються для вимірjвання накопиченого дози випромінювання, яка зберігається в дозиметрі для подальшого аналізу. Активні дозиметри вимірjють рівень випромінювання в режимі реального часу і можуть надавати оперативну інформацію про рівень випромінювання.

Індивідуальні дозиметри можуть бути змінні або постійні. Змінні дозиметри мають можливість заміни датчика дози для продовження їхньої роботи, тоді як постійні дозиметри не можуть бути замінені та призначені для одноразового використання.

Індивідуальні дозиметри можуть мати різні характеристики, такі як діапазон вимірjвання, точність вимірjвання, розмір та вага, тривалість роботи в режимі очікування та активного вимірjвання, наявність підсвітки екрану тощо. Обираючи індивідуальний дозиметр, необхідно враховувати тип роботи, характеристики робочого середовища та потенційні небезпеки випромінювання.

4. Статичні та мобільні системи моніторингу радіації використовуються для безперервного вимірjвання рівня радіаційного випромінювання на певній території або в конкретному приміщенні.

Статичні системи моніторингу радіації можуть бути у вигляді стаціонарних датчиків, розташованих в окремих точках на території, які реєструють рівень

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

радіаційного випромінення і передають дані на центральний комп'ютер для аналізу. Також можуть використовуватися мережеві статичні системи, що складаються з декількох датчиків, що спільно працюють для забезпечення безперервного моніторингу на більшій території.

Мобільні системи моніторингу радіації можуть бути використані для забезпечення моніторингу рівня радіаційного випромінення на рухомих об'єктах, таких як автомобілі або літаки. Вони можуть бути оснащені засобами збору та обробки даних для надання інформації про рівень радіаційного випромінення в реальному часі.

Обидва типи систем моніторингу радіації можуть бути використані для контролю за радіаційним станом на промислових, наукових, медичних та інших об'єктах, а також для моніторингу радіаційної ситуації в зоні відчуження після аварій на ядерних об'єктах.

5. Дозиметри для контролю радіаційної безпеки в промисловості є важливим засобом забезпечення безпеки працівників, які працюють з радіоактивними матеріалами та пристроями. Ці дозиметри зазвичай мають великий діапазон вимірювання доз від дуже низьких до дуже високих значень і здатні виявляти різні види радіації, включаючи гамма-, бета- та альфа-випромінювання.

Існують різні типи дозиметрів для контролю радіаційної безпеки в промисловості, серед яких:

Одиночні дозиметри: ці дозиметри призначені для індивідуального контролю доз випромінювання працівників протягом їх зміни. Вони зазвичай носяться на одязі працівників і мають можливість запису даних про дозу випромінювання, яку отримав працівник протягом зміни.

Статичні системи моніторингу: ці системи складаються з датчиків, які розміщені у певних місцях на території промислового об'єкта. Вони здатні постійно вимірювати рівень радіації та передавати дані до центральної системи моніторингу.

									Арк.
									18
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Мобільні системи моніторингу: ці системи складаються з переносних дозиметрів, які можуть бути використані для вимірювання рівня радіації на різних місцях промислового об'єкту. Вони зазвичай мають можливість запису даних про дозу випромінювання та передачі їх до центральної системи моніторингу.

Дозиметри-індикатори: ці дозиметри призначені для швидкого виявлення великих доз випромінювання.

2.1 Огляд існуючих типів МДРВ

Існує багато різних типів МДРВ, які можуть відрізнятися своєю конструкцією, діапазоном вимірювання, точністю, надійністю та іншими параметрами. Деякі з найбільш поширених типів МДРВ на сьогоднішній день включають:

1. Персональні дозиметри (ПД)



рис 1.2 . Персональний дозиметр

- це портативні пристрої, які призначені для вимірювання доз радіації, яку отримує окрема людина під час роботи або перебування в зоні потенційної радіаційної небезпеки. ПД дозволяють визначити індивідуальну дозу випромінювання кожного працівника і контролювати її відповідно до допустимих норм.

Персональні дозиметри можуть бути електронними або фотолюмінісцентними. Електронні ПД вимірюють дози радіації за допомогою електронних детекторів, які перетворюють радіаційні сигнали в електричні.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фотолюмінісцентні ПД використовують матеріали, що випромінюють світло під впливом радіації. Інтенсивність світла відповідає дозі радіації.

До переваг персональних дозиметрів можна віднести їх портативність, можливість індивідуального контролю дози радіації та зручність використання. Однак, вони не є ідеальними, оскільки можуть бути деякі погрішності в вимірюваннях, зокрема внаслідок впливу екстремальних умов, таких як висока вологість, температура або вібрації. Також вони потребують періодичної калібрування та підтримки.

2. Автоматичні дозиметри

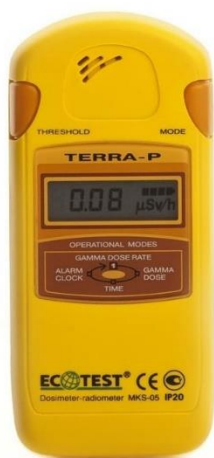


рис.1.3 Автоматичний дозиметр

- це персональні дозиметри, які здатні автоматично вимірювати та реєструвати дозу випромінювання в реальному часі. Вони також називаються реєструючими дозиметрами або дозиметрами з автоматичним реєструванням. Ці дозиметри зазвичай мають мікропроцесор, що дозволяє проводити автоматичну обробку і збір даних про дозу випромінювання.

Однією з основних переваг автоматичних дозиметрів є їх здатність надавати оперативну інформацію про рівень випромінювання. Це дозволяє працівникам, які працюють у зоні потенційної радіаційної небезпеки, миттєво реагувати на зміну рівня випромінювання та приймати необхідні заходи для забезпечення своєї безпеки.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Автоматичні дозиметри можуть бути використані в різних галузях, включаючи ядерну енергетику, медицину, промисловість та наукові дослідження. Вони є необхідним інструментом для забезпечення безпеки працівників та населення в зонах, де може бути підвищений рівень випромінювання.

3. Станційні дозиметри



рис 1.4 Станційний дозиметр

- це спеціальні прилади, які встановлюються на певних місцях (наприклад, на території атомної електростанції, на промислових підприємствах, що пов'язані з радіаційними матеріалами тощо) та призначені для постійного контролю рівня радіаційного випромінювання в даних місцях.

Станційні дозиметри мають більш високу точність вимірювання в порівнянні з персональними та автоматичними дозиметрами, оскільки вони мають більш потужні та точні сенсори, а також додаткові функції для збору та аналізу даних про рівень радіації. Крім того, станційні дозиметри можуть працювати в автоматичному режимі, що дозволяє забезпечити надійний та безперервний моніторинг радіаційного випромінювання в даних місцях.

У залежності від застосування та вимог до точності вимірювання, станційні дозиметри можуть мати різні характеристики та функціональні можливості. Деякі станційні дозиметри можуть мати додаткові сенсори для вимірювання інших параметрів (наприклад, температури, вологості тощо), що дозволяє забезпечити комплексний моніторинг умов роботи та довкілля на об'єктах з підвищеним ризиком радіаційного впливу.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

4. Дозиметри-індикатори



рис 1.5 Дозиметр-індикатори

- це пристрої, які показують рівень радіаційного випромінювання, але не збирають інформацію для подальшого аналізу. Зазвичай це маленькі портативні пристрої, які можуть бути використані як у персональних, так і у промислових цілях.

Дозиметри-індикатори працюють на основі різних технологій, таких як іонізуючі камери, сцинтиляційні детектори, полімерні фільми та інші. Вони зазвичай мають просту конструкцію та відображають результат вимірювання на цифровому або аналоговому дисплеї.

Дозиметри-індикатори широко використовуються в різних сферах, де потрібен швидкий та простий контроль рівня радіаційного випромінювання. Вони можуть бути використані для перевірки рівня радіації на робочому місці, відслідковування дози випромінювання в медичних установах та інших місцях, де є ризик впливу радіації на здоров'я людей. Однак, дозиметри-індикатори не забезпечують збір даних для подальшого аналізу та не здатні визначити різні види радіації. Тому вони часто використовуються в поєднанні з іншими типами дозиметрів для забезпечення повного контролю рівня радіації.

2.2. Опис та порівняння характеристик МДРВ

Мікропроцесорний дозиметр радіаційного випромінювання - це портативний прилад, що призначений для вимірювання рівня радіаційного

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

випромінювання в навколишньому середовищі. Основні порівняльні характеристики МДРВ:

1. Діапазон вимірювання доз радіації (від 0,01 мкЗв до 10 Зв).
2. Чутливість до різних типів радіації (гамма-, бета-, альфа-випромінювання).
3. Точність вимірювання дози (залежно від моделі, може бути до 5%).
4. Частота вимірювання (від 1 до 10 разів за секунду).
5. Можливість зберігати та аналізувати накопичені дані.
6. Можливість індивідуального програмування порогових значень дози.
7. Величина та вага приладу (залежно від моделі).

Нижче наведені порівняльні характеристики двох МДРВ (мікропроцесових дозиметрів радіаційного випромінювання) - СХД-01 (виробництва України) та RADOS RAD-60 (виробництва США).

1. Діапазон вимірювання доз:

- СХД-01: від 0,01 мкЗв до 1 Зв
- RADOS RAD-60: від 0,01 мкЗв до 10 Зв

2. Частота вимірювання:

- СХД-01: до 30 разів за хвилину
- RADOS RAD-60: до 60 разів за хвилину

3. Чутливість до різних типів радіації:

- СХД-01: гамма- та бета- випромінювання
- RADOS RAD-60: гамма-, бета- та альфа- випромінювання

4. Точність вимірювання дози:

- СХД-01: до 20%
- RADOS RAD-60: до 5%

5. Можливість зберігати та аналізувати накопичені дані:

					6.050102.KI-41.15	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- СХД-01: до 600 вимірювань
- RADOS RAD-60: до 5000 вимірювань

6.Інтерфейс з користувачем:

- СХД-01: кнопочний інтерфейс
- RADOS RAD-60: графічний дисплей та кнопочний інтерфейс

7.Вага та розміри:

- СХД-01: 140 грам, 110х60х30 мм
- RADOS RAD-60: 155 грам, 90х50х25 мм

Загалом, RADOS RAD-60 має більший діапазон вимірювання дози та чутливість до різних типів радіації, більш точні вимірювання дози, більшу пам'ять та зручніший інтерфейс з користувачем, але вага та розміри є більшими, ніж у СХД-01.

2.3 Вибір МДРВ для дослідження.

1. Вибір МДРВ (медикаментозних досліджень випадкового вибору) для проведення досліджень є важливою задачею, яка вимагає уважного аналізу і обґрунтування. При виборі МДРВ для дослідження слід враховувати кілька ключових аспектів:

2. Медична проблема: Перш за все, необхідно з'ясувати, яку медичну проблему або питання ви прагнете дослідити. Чи є в нинішній практиці лікування недоліки або невирішені аспекти, які потребують дослідження? Визначення медичної проблеми допоможе сконцентруватися на пошуку відповідного МДРВ.

3. Попередні дані: Огляньте наявну наукову літературу та клінічні дані, щоб визначити, чи існують препарати, які вже були досліджені у контексті обраної медичної проблеми. Це дозволить вам оцінити наявні знання та можливість внесення нових внесків до цієї області.

4. Механізми дії: Розгляньте механізми дії різних препаратів, які можуть бути пов'язані з обраною медичною проблемою. Вивчення механізмів дії препаратів допоможе зрозуміти, які з них мають потенційну ефективність у вашому дослідженні.

						6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

5. **Наявність ресурсів:** Переконайтеся, що у вас є необхідні ресурси для проведення досліджень з обраним МДРВ. Це включає доступність препарату, фінансові можливості, доступ до необхідних лабораторій та обладнання, а також наявність дослідницького персоналу.

6. **Етичні аспекти:** Перевірте, чи відповідає ваша дослідницька тема етичним стандартам та регуляторним вимогам. Впевніться, що ваше дослідження не принесе шкоди пацієнтам і буде виконуватися відповідно до етичних принципів. **Доступність досліджуваного препарату:** Переконайтеся, що обраний МДРВ доступний для досліджень у вашому регіоні. Узгодьте з доступними аптеками або постачальниками можливість отримання необхідного препарату для проведення досліджень.

7. **Консультація фахівців:** Перед вибором МДРВ розговоріться з експертами, такими як лікарі, фармацевти або дослідники, що мають досвід у відповідній області. Вони можуть дати поради та рекомендації щодо найбільш підходящих препаратів для вашого дослідження.

Загальною метою вибору МДРВ є забезпечення ефективності, безпеки та наукової значущості дослідження. Остаточний вибір МДРВ має бути обґрунтованим і враховувати всі вищезазначені аспекти, а також специфічні особливості вашої дослідницької теми.

Виходячи з попередніх досліджень я обрав СБМ20. [Додаток А]

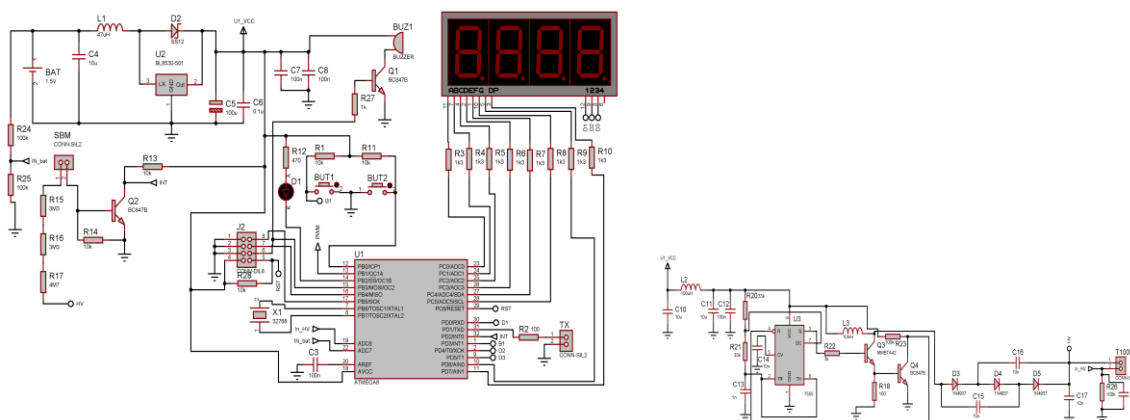


рис1.6 Загальна схема СБМ20

						6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			25

Загальна схема і технічні характеристики лічильника СБМ20

- Робоча напруга 400 В
- Діапазон робочих напруг 350-475 В
- Діапазон потужностей експозиційних доз гамма-випромінювання 0,014-144 мр/год
- Чутливість до гамма випромінювання Ra226 29 імп.с/мр/год
- Чутливість до гамма випромінювання Co60 22 імп.с/мр/год
- Максимальний допустимий струм 20 мкА
- Ємність трубки 4,2 пФ
- Ресурс роботи 2x10¹⁰ імп.
- Рекомендований резистор анода 5,1 МОм
- Габаритні розміри 108 мм x d10 мм

Передня частина СБМ20 (Додаток Б)

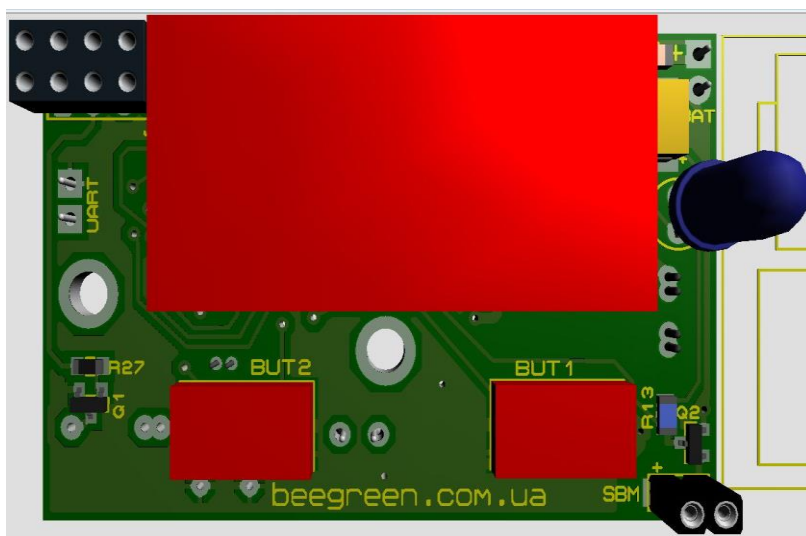


рис1.7 Передня частин СБМ20

Передня частина СБМ20 мікропроцесора дозиметра радіаційного випромінювання складається з іонізаційної камери, яка є основним детектором даних про радіаційне випромінювання. Іонізаційна камера знаходиться в металевому корпусі, який забезпечує захист від зовнішніх впливів. На передній частині корпусу знаходиться вхідна віконце, через яке радіаційне

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

випромінювання потрапляє в іонізаційну камеру. У мікропроцесорі дозиметра СБМ20 передня частина також включає екран, який захищає іонізаційну камеру від зайвого світла та інших джерел електромагнітного випромінювання. Екран може бути з різних матеріалів: таких як свинець або вольфрам, залежно від потреб користувача та особливостей досліджень.

Таким чином, передня частина СБМ20 мікропроцесора дозиметра радіаційного випромінювання є ключовим елементом, який забезпечує прийом та реєстрацію даних про радіаційне випромінювання.

Робота кнопок:

Права кнопка

- Короткій натиск – вийти з тихого режиму (проснутися), вимкнути режим тривоги по
 - перевищенню рівня (після нормалізації фону тривога вмикається автоматично).
- Довгий натиск – вибір інтервалу підрахунку (Int). Вибираємо лівою кнопкою: 0 –
 - автоматично, t16 – 16 с, t32 – 32 с, t64 – 64 с. Інтервали залежать від стандартного інтервалу
 - встановленому в інженерному меню. Вихід правою кнопкою.

Ліва кнопка

- Короткій натиск – показати накопичену дозу
- Довгий натиск – показати заряд батареї

Ліва і права кнопка разом - вхід в меню

- Права кнопка вибирає режим (після останнього параметра - вихід зі збереженням)
 - ЕПРОМ), ліва змінює поточний параметр.
 - Snd – увімкнення вимкнення звуку
 - P – Поріг спрацювання сигналізації 30, 50, 75, 100, 125, 150 мкР/год
 - Act – час до переходу в тихій режим 0-240 с.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
						27
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Задня та основна частина пристрою (Додаток В)

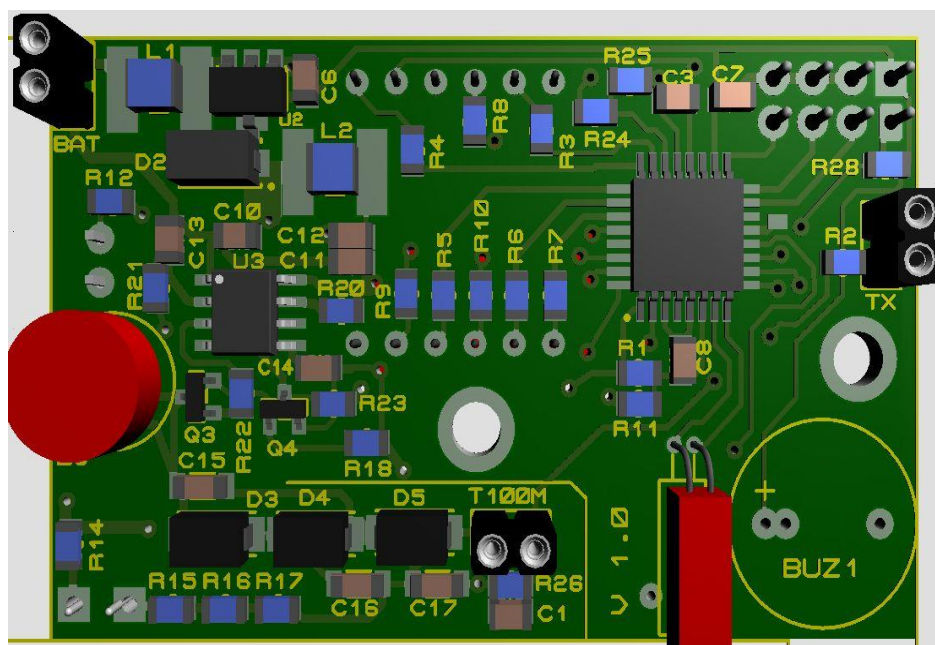


рис1.8 Задня частина пристрою

Задня частина СБМ20 мікропроцесора дозиметра радіаційного випромінювання містить електронну схему, яка забезпечує обробку та передачу даних про радіаційне випромінювання. Вона включає мікропроцесор, пам'ять, схему живлення та інші елементи, необхідні для роботи дозиметра.

Мікропроцесор є головним елементом задньої частини СБМ20. Він забезпечує контроль за роботою дозиметра, обробку даних, їх візуалізацію та передачу до інших пристроїв. Пам'ять, яка входить до складу задньої частини, зберігає отримані дані про радіаційне випромінювання та налаштування дозиметра. Схема живлення забезпечує роботу всіх елементів мікропроцесора дозиметра. Вона може включати батарею або інший джерело живлення, залежно від потреб користувача.

Задня частина СБМ20 також містить роз'єми для зв'язку з комп'ютером або іншими пристроями для обробки та аналізу отриманих даних.

Отже, задня частина СБМ20 мікропроцесора дозиметра радіаційного випромінювання є ключовою для забезпечення роботи дозиметра, обробки та передачі даних про радіаційне випромінювання до інших пристроїв для подальшого аналізу.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Алгоритм роботи СБМ20

- 1. Підготовка до вимірювання: перед використанням приладу переконайтеся, що він належним чином підключений до живлення та що газонаповнювач працює належним чином.
- 2. Початок вимірювання: увімкніть прилад та дочекайтеся, поки він пройде процес самокалібрування. Після цього прилад буде готовий до вимірювання.
- 3. Вимірювання: піднесіть прилад до джерела радіації та зафіксуйте значення, яке відображається на дисплеї. Записуйте значення вимірювань та зберігайте їх для подальшого аналізу.
- 4. Завершення вимірювання: після закінчення вимірювання вимкніть прилад та забезпечте його належне зберігання.
- 5. Важливою частиною роботи СБМ20 є належне калібрування та перевірка приладу на рівномірність вимірювань. Для цього можна використовувати різні джерела радіації з відомими характеристиками, наприклад, радіонукліди зі сталою активністю.

3.Методика дослідження

3.1Опис методів та засобів дослідження.

У моєму дослідженні були використані декілька методів:

Лабораторні випромінювання: Для дослідження мікропроцесорного дозиметра провів лабораторні випромінювання з використанням відомих доз радіації. Під час цього експерименту вимірював вихідні сигнали дозиметра, а також здійснював порівняння з відомими значеннями доз. Це дозволило оцінити точність, лінійність та дозову чутливість дозиметра.

Полюві дослідження: Мікропроцесорний дозиметр був випробуваний у реальних умовах, де він піддається впливу різноманітних джерел радіації. Це було випромінювання на робочому місці, у ядерних електростанціях або під час медичних процедур. Збиралися дані про дозове випромінювання, а також про

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

роботу дозиметра в реальному часі. Це дозволило перевірити працездатність, надійність та стійкість дозиметра в реальних умовах експлуатації.

Порівняльні дослідження: Для оцінки ефективності мікропроцесорного дозиметра порівняв їх з іншими методами вимірювання радіації, такими як термолюмінесцентні дозиметри, іонізаційні камери або оптичні дозиметри.

Калібрування та верифікація: Для дослідження мікропроцесорного дозиметра провів процедури калібрування та верифікації. Калібрування включає встановлення зв'язку між вихідними сигналами дозиметра та відомими значеннями доз радіації. Верифікація передбачає перевірку правильності роботи дозиметра на основі вже встановленої калібровки.

Моделювання та симуляція: Методи моделювання та симуляції дозволяють відтворити умови випромінювання та оцінити відповідь мікропроцесорного дозиметра. Використовуються комп'ютерні програми, які моделюють різні типи радіації та їх вплив на дозиметр. Це дозволяє прогнозувати реакцію дозиметра та оптимізувати його конструкцію та режим роботи.

Аналіз даних: Після збору експериментальних даних проводив аналіз для оцінки характеристик мікропроцесорного дозиметра. Використовував статистичні методи, обробку сигналів та інші аналітичні підходи для отримання результатів щодо точності, лінійності, дозової чутливості та інших характеристик дозиметра.

Ці методи дослідження дозволяють вивчити та оцінити різні аспекти мікропроцесорних дозиметрів радіаційного випромінювання, що включають їх точність, надійність, стійкість, лінійність та дозову чутливість.

Також провів розробку дозиметра оцінивши всі його схеми та характеристики.

3.2 Проведення експерименту з МДРВ.

Радіометр побудовано на основі лічильника Гейгера-Мюлера типу SBM-20 чи аналогічного за характеристиками та мікроконтролера ATmega8. Для

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

забезпечення роботи лічильника Гейгера-Мюлера застосовано DC-DC перетворювач з помножувачем на діодах, напруга якого налаштовується на робочу напругу давача, для SBM-20 рекомендована напруга близько 400 В (діапазон робочих напруг 350 – 475 В). Зчитування імпульсів з давача здійснюється через транзистор, і заведено на вхід INT0 мікроконтролера. При поступленні кожного імпульсу з давача виникає переривання INT0 в якому інкрементується лічильник імпульсів які поступили за останню секунду. Мертвий час між імпульсами за замовчуванням встановлено 25 мкс, щоб уникнути подвоєння імпульсів. Кожну секунду яку відраховує таймер дані з лічильника імпульсів переносяться в кільцевий буфер розміром 240 комірок, що дає можливість зберігати дані про кількість імпульсів за останні 240 с.

Оскільки чутливість давача SBM-20 чи його аналогів до гамма випромінювання Ra 226 складає 29 імпульсів за с на мР/год, що дорівнює приблизно 1 імпульс за 36 секунд на мкР/год, тому основним інтервалом вимірювання вибрано 36 с. При цьому кількість імпульсів яка прийшла з давача за останні 36 с дорівнює середній потужності експозиційної дози гамма-випромінювання в мкР/год за цей час. Даний інтервал можна змінювати при налаштуванні в діапазоні 20 – 48 с з кроком 4 с для налаштування під конкретний тип лічильника Гейгера-Мюлера. Шляхом заміни прошивки можна задати будь якій потрібний інтервал, що дає можливість використовувати трубки різного типу.

Оскільки мінімальна робоча чутливість до експозиційної дози гамма-випромінювання давачів типу SBM-20 складає близько 14 мкР/год то для підвищення точності вимірювання природнього фону вимірювання усереднюють за 5 основних інтервалів, для стандартної трубки $36 \cdot 5 = 180$ с.

Для збільшення швидкості реакції на підвищення радіації постійно оцінюється кількість імпульсів за дві останні секунди і в залежності від рівня радіації реалізовано алгоритм прискореного рахунку, змінюється інтервал накопичення

При фоні ≥ 800 мкР/год, рахунок відбувається протягом 1/4 інтервалу.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

При фоні 240-800 мкР/год, рахунок відбувається протягом 1/2 інтервалу.

При фоні 80-240 мкР/год, рахунок відбувається протягом 1 інтервалу.

При фоні 50-80 мкР/год, рахунок відбувається протягом 2 інтервалів.

При фоні < 50 мкР/год, рахунок 5 інтервалів.

Максимальна вимірювана експозиційна доза гамма-випромінювання залежить від типу і якості давача і складає 64-140 мР/год, відносна похибка вимірювання 20-25%. Дані можуть передаватися на пристрій моніторингу як за допомогою інтерфейсу UART, так і через I2C.

4. Застосування МДРВ

4.1 Розгляд сфер використання МДРВ.

Мікропроцесорні дозиметри радіаційного випромінювання (МДРВ) знаходять застосування в різних сферах, де вимірювання доз радіації є важливим завданням.

Ось деякі сфери використання МДРВ:

- **Ядерна енергетика:** МДРВ використовуються для контролю радіаційного дозу на ядерних електростанціях, під час транспорту радіоактивних матеріалів і при розбиранні ядерних реакторів. Вони дозволяють здійснювати постійний моніторинг радіаційного середовища та забезпечувати безпеку робітників.

- **Медицина:** МДРВ використовуються в онкологічній терапії для вимірювання дози радіації, яку отримує пацієнт під час лікування. Вони дозволяють точно контролювати дозу радіації, що постачається до пухлини, забезпечуючи ефективне лікування при мінімальному впливі на здорову тканину.

- **Промисловість:** МДРВ використовуються у промислових умовах, де присутня радіаційна небезпека. Вони дозволяють виміряти дозу радіації, яку отримують робітники, і контролювати рівень радіації на робочих місцях. Це допомагає запобігати надмірному впливу радіації на здоров'я працівників і забезпечувати дотримання норм безпеки.

- **Дослідницькі лабораторії:** МДРВ використовуються в наукових дослідженнях, що стосуються радіаційної фізики, радіобіології та інших галузей,

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

де потрібно вимірювати дозу радіації. Вони дозволяють здійснювати точні вимірювання, збирати дані та проводити дослідження, що стосуються впливу радіації на різні матеріали та організми.

- Авіаційна та космічна промисловість: У сфері авіації та космічної промисловості, де люди піддаються підвищеному випромінюванню внаслідок космічних та атмосферних радіаційних умов, МДРВ використовуються для вимірювання радіаційного навантаження на пілотів, космонавтів та інших персоналу. Це допомагає забезпечити безпеку польотів та виявляти екстремальні радіаційні умови.

- Захист населення: МДРВ використовуються в системах раннього попередження про радіаційні аварії та інциденти. Вони використовуються для моніторингу радіаційної обстановки у зоні потенційної небезпеки та визначення необхідних заходів захисту для населення.

- Екологічні дослідження: МДРВ можуть використовуватись для вимірювання радіаційного рівня в навколишньому середовищі, наприклад, в ґрунті, воді, повітрі або рослинах. Це дозволяє встановлювати радіаційний фон, виявляти забруднення радіоактивними речовинами та вивчати їх розподіл у природних екосистемах.

- Безпека харчових продуктів: МДРВ можуть використовуватись для контролю радіаційного рівня в харчових продуктах. Це особливо важливо після радіоактивних аварій або ядерних випробувань, коли необхідно забезпечити безпеку харчового ланцюжка та виконувати нормативні вимоги щодо радіаційної безпеки.

- Радіаційний контроль у фармацевтиці: МДРВ можуть бути використані для контролю радіаційного навантаження на фармацевтичні продукти, зокрема на радіоактивні ліки або матеріали, що використовуються в дослідженнях та виробництві. Вони дозволяють гарантувати якість та безпеку фармацевтичних продуктів.

						6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата			33

•Освіта та наукові дослідження: МДРВ використовуються в університетах, наукових лабораторіях та навчальних закладах для навчання та проведення досліджень у галузі радіаційної безпеки, фізики та біології.

4.2Опис застосування МДРВ в енергетиці, медицині та наукових дослідженнях.

Мікропроцесорні дозиметри радіаційного випромінювання (МДРВ) мають широке застосування в галузі енергетики, зокрема в ядерній та відновлюваній енергетиці. Ось деякі описи їх застосування:

•Ядерна енергетика: У ядерних електростанціях МДРВ використовуються для вимірювання радіаційного дозу та контролю радіаційної безпеки. МДРВ в ядерній енергетиці відноситься до Максимально Допустимої Річної Дози Випромінювання. Це важливий показник, який встановлює максимально припустимий рівень опромінення, який можуть отримувати працівники ядерних електростанцій та інші персонал, пов'язаний з ядерною промисловістю, протягом одного року. Вони встановлюються на робочих місцях операторів, в системах вентиляції, а також у зонах навколо реактора та інших радіоактивних джерел. МДРВ допомагають виявляти потенційні загрози для здоров'я персоналу та навколишнього середовища, а також контролювати радіаційні аварії.

Основні аспекти МДРВ в ядерній енергетиці включають:

❖ Безпека працівників: МДРВ встановлює граничний рівень опромінення, який не повинен перевищуватися для забезпечення безпеки працівників. Це дозволяє контролювати ризики, пов'язані з впливом іонізуючого випромінювання на здоров'я персоналу.

❖ Норми роботи: МДРВ використовується для встановлення норм роботи в умовах, пов'язаних з ядерною енергетикою. Вони враховують різні фактори,

такі як типи випромінювання, тривалість робочого часу, розташування та характеристики робочого середовища.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

❖ Моніторинг та контроль: З метою забезпечення дотримання МДРВ проводиться систематичний моніторинг та контроль рівня опромінення працівників. Використовуються дозиметри та інші прилади для вимірювання дози випромінювання та контролювання експозиції працівників.

❖ Зменшення ризику: Встановлення МДРВ сприяє прийняттю заходів щодо зменшення ризику опромінення. Це може включати впровадження заходів з безпеки, які допомагають зменшити випромінювання, а також надання навчання та інформації працівникам щодо безпеки роботи з радіацією.

❖ Загальною метою МДРВ в ядерній енергетиці є забезпечення безпеки працівників, контроль ризику опромінення та дотримання встановлених норм. Це важливий аспект управління ядерною промисловістю для забезпечення безпеки персоналу та збереження навколишнього середовища.

•Відновлювана енергетика: У відновлювальній енергетиці МДРВ (Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання) не є прямо відносним показником, як у випадку ядерної енергетики. Відновлювальна енергетика, така як сонячна, вітрова, гідроелектрична енергія та інші, не пов'язана з випромінюванням або ядерними реакціями, що мають вплив на радіаційний рівень.

Однак, відновлювальні джерела енергії можуть включати деякі складові, які вимагають певних заходів з безпеки. Наприклад, у випадку великомасштабного використання сонячних панелей або вітрових турбін, можуть виникати питання щодо безпеки в момент встановлення, обслуговування та використання цих систем.

У цьому випадку, для забезпечення безпеки працівників, можуть встановлюватися певні норми та стандарти, які контролюються органами регулювання та відповідними організаціями. Ці норми і стандарти можуть охоплювати такі аспекти, як безпека монтажу, електробезпека, вплив на оточуюче середовище тощо.

Однак, важливо відзначити, що ці норми та стандарти в основному стосуються безпеки працівників і загальної безпеки використання

					6.050102.KI-41.15	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відновлювальних джерел енергії, а не опромінення або радіації. Ризик опромінення від відновлювальних джерел енергії є мінімальним або неprisутнім, оскільки вони не використовують ядерні процеси або радіоактивні матеріали для виробництва електроенергії.

•Розбирання та утилізація: МДРВ (Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання) в розбиранні та утилізації відноситься до вимог і стандартів, які встановлюються для забезпечення безпеки працівників, які займаються розбиранням та утилізацією радіоактивних матеріалів або

радіоактивного відходу.

Основні аспекти МДРВ в розбиранні та утилізації включають:

❖ Захист працівників: МДРВ встановлює максимально припустимий рівень опромінення, якому можуть бути піддані працівники під час процесу розбирання та утилізації радіоактивних матеріалів. Ці вимоги і стандарти допомагають забезпечити безпеку працівників і зменшити ризики впливу випромінювання на їх здоров'я.

❖ Регулярний моніторинг: Під час процесу розбирання та утилізації проводиться систематичний моніторинг рівня опромінення працівників. Використовуються дозиметри та інші прилади для вимірювання дози випромінювання та контролювання експозиції працівників.

❖ Використання захисного обладнання: Процес розбирання та утилізації радіоактивних матеріалів пов'язаний з потенційним ризиком опромінення. Проте застосування відповідного захисного обладнання, такого як захисні костюми, маски, рукавиці та інше, може допомогти зменшити експозицію працівників до опромінення.

❖ Правильна утилізація радіоактивних матеріалів: Під час утилізації радіоактивних матеріалів необхідно дотримуватися встановлених процедур та норм безпеки. Це включає правильну обробку, перевезення та зберігання радіоактивних відходів, з метою забезпечення безпеки працівників та запобігання випуску радіоактивних матеріалів в навколишнє середовище.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

МДРВ в розбиранні та утилізації важливий для забезпечення безпеки працівників, зниження ризиків впливу радіації та запобігання негативним наслідкам для здоров'я та довкілля.

•Транспорт радіоактивних матеріалів: МДРВ (Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання) є важливим аспектом безпеки при транспортуванні радіоактивних матеріалів. Визначення МДРВ для транспорту радіоактивних матеріалів допомагає забезпечити безпеку як персоналу, що займається перевезенням, так і громади, через яку проходять транспортні маршрути.

Основні аспекти МДРВ та транспорту радіоактивних матеріалів включають:

❖ Максимально припустима доза: МДРВ встановлює максимально допустимий рівень опромінення, якому можуть бути піддані персонал та публіка під час транспортування радіоактивних матеріалів протягом одного року. Це дозволяє контролювати ризики та забезпечувати безпеку.

❖ Класифікація вантажу: Радіоактивні матеріали, що транспортуються, класифікуються відповідно до міжнародної системи класифікації, наприклад, згідно з Угодою про міжнародні перевезення небезпечних вантажів (ADR), Міжнародними правилами безпеки для перевезення радіоактивних матеріалів (IAEA) та іншими відповідними нормативними актами. Це дозволяє регулювати транспортування та приймати необхідні заходи безпеки.

❖ Заходи безпеки: При транспортуванні радіоактивних матеріалів вживаються різні заходи безпеки, щоб забезпечити мінімальний ризик опромінення для персоналу та публіки. Це може включати використання спеціальних контейнерів, що витримують вплив радіоактивного випромінювання, використання безпечних маршрутів, моніторинг радіаційного рівня та дотримання встановлених процедур безпеки.

❖ Регулювання та контроль: Транспорт радіоактивних матеріалів підпорядковується нормативним актам та регуляціям, які встановлюються національними та міжнародними органами. Ці органи контролюють дотримання

						6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата			37

вимог щодо МДРВ та забезпечують виконання безпечних стандартів та процедур при транспортуванні радіоактивних матеріалів.

МДРВ та транспорт радіоактивних матеріалів є важливими для забезпечення безпеки під час перевезення таких матеріалів. Дотримання встановлених норм та стандартів допомагає зменшити ризик опромінення та зберегти безпеку персоналу та громади, які мають контакт з транспортованими радіоактивними матеріалами.

•Радіаційний моніторинг і нагляд: МДРВ можуть використовуватись для створення систем радіаційного моніторингу та нагляду в енергетичних підприємствах. Це дозволяє постійно контролювати радіаційний фон, виявляти аномалії та приймати необхідні заходи для забезпечення безпеки персоналу та оточуючого середовища.

Основні аспекти МДРВ, радіаційного моніторингу та нагляду включають:

❖ Вимірювання дози випромінювання: Використовуються різні методи та прилади для вимірювання дози випромінювання, такі як дозиметри, радіометри, гамма-вимірювачі та інші. Ці вимірювання дозволяють встановлювати рівень радіації в навколишньому середовищі, на робочих місцях та в інших зонах.

❖ Моніторинг радіаційного середовища: Проводиться постійний моніторинг радіаційного стану навколишнього середовища, такого як атмосфера, вода, ґрунт та продукти харчування. Це дозволяє виявляти будь-які зміни в рівні радіації та приймати відповідні заходи для забезпечення безпеки.

❖ Моніторинг робочих місць: Працівники, які працюють з радіоактивними матеріалами або в умовах, пов'язаних з радіацією, піддаються регулярному моніторингу дози випромінювання. Це дозволяє контролювати їх експозицію та вживати необхідні заходи для забезпечення безпеки.

❖ Нагляд та контроль: Встановлені системи нагляду та контролю за дотриманням МДРВ та вимог безпеки в радіаційних установках, промислових об'єктах, медичних установах та інших місцях, де

									Арк.
									38
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата					

використовуються радіоактивні матеріали. Ці системи включають аудиторські перевірки, інспекції та внутрішні контрольні процедури.

МДРВ, радіаційний моніторинг та нагляд є необхідними для забезпечення безпеки в опромінених середовищах та місцях роботи. Вони дозволяють контролювати рівень радіації, виявляти потенційні ризики та приймати відповідні заходи для запобігання негативним наслідкам впливу радіації.

•Радіаційний аналіз матеріалів: МДРВ (Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання) і радіаційний аналіз матеріалів є двома важливими аспектами у радіаційній безпеці та оцінці впливу радіації на людей та навколишнє середовище.

МДРВ встановлює максимально допустимий рівень опромінення, якому можуть бути піддані люди протягом одного року. Цей показник дозволяє оцінювати ризики впливу радіації та приймати заходи для забезпечення безпеки. МДРВ залежить від типу та характеру випромінювання, тривалості експозиції та інших факторів. Вимірювання та оцінка радіаційного рівня у матеріалах дозволяє встановити відповідність до МДРВ та виявити потенційні ризики.

Радіаційний аналіз матеріалів включає в себе вимірювання радіоактивності, ідентифікацію та кількісну оцінку радіоактивних речовин у зразках матеріалів. Це може бути проведено за допомогою різних методів, таких як спектрометрія, радіометрія, сцинтиляційні та інші техніки. Радіаційний аналіз допомагає виявити наявність та концентрацію радіоактивних речовин у матеріалах, що дозволяє оцінити ризики для здоров'я та навколишнього середовища.

Використання МДРВ та радіаційного аналізу матеріалів сприяє забезпеченню безпеки під час роботи з радіоактивними матеріалами, перевезення радіоактивних вантажів, відновлення та утилізації радіоактивних матеріалів. Ці методи дозволяють контролювати рівень радіації, виявляти потенційні ризики та приймати відповідні заходи для запобігання негативним наслідкам впливу радіації.

Мікропроцесорні дозиметри радіаційного випромінювання (МДРВ) мають широке застосування в медицині. Ось опис деяких їх застосувань:

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

•Діагностична радіологія: МДРВ (Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання) має важливе значення в діагностичній радіології для забезпечення безпеки пацієнтів, які піддаються медичним процедурам, що використовують радіацію. Діагностична радіологія включає різні методи, такі як рентгенографія, комп'ютерна томографія (КТ), магнітно-резонансна томографія (МРТ) та інші, які використовуються для виявлення та оцінки захворювань та стану органів.

Основні аспекти МДРВ та їх відношення до діагностичної радіології включають:

❖ Оптимізація дози: МДРВ допомагає встановити межу максимально допустимої дози випромінювання для пацієнтів. Це дозволяє лікарям та радіологам оптимізувати дозу радіації, використовувану під час медичних процедур, забезпечуючи належну діагностику при мінімальному ризику для пацієнтів.

❖ Контроль якості: Медичні заклади, які займаються діагностичною радіологією, повинні піддаватися системам контролю якості. Це включає перевірку та калібрування медичного обладнання, оцінку рівня випромінювання та впровадження процедур, спрямованих на мінімізацію дози радіації.

❖ Розумна використання технологій: МДРВ сприяє розумному використанню радіологічних технологій. Це означає, що лікарі повинні обґрунтовувати необхідність проведення радіологічних процедур та забезпечувати, що вони використовуються тільки тоді, коли вони є ефективними і безпечними для пацієнтів.

❖ Інформування пацієнтів: Медичні фахівці повинні інформувати пацієнтів про ризики та переваги діагностичних процедур, що використовують радіацію. Пацієнти повинні мати можливість отримати достатню інформацію та висловити свої побажання та питання щодо використання радіологічних методів.

МДРВ є важливим критерієм у діагностичній радіології, оскільки дозволяє забезпечити безпеку пацієнтів та максимально знизити можливі ризики від впливу радіації під час медичних обстежень та процедур.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

•Ядерна медицина: МДРВ (Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання) грає важливу роль в ядерній медицині, де використовуються радіоактивні речовини та пристрої для діагностики та лікування хворіб.

Основні аспекти МДРВ в ядерній медицині включають:

❖ Діагностична радіологія: В ядерній медицині, МДРВ встановлює максимально допустимий рівень випромінювання для пацієнтів, що піддаються радіологічним процедурам, таким як позитронно-емісійна томографія (ПЕТ), радіонуклідне сканування та радіоізотопна діагностика. Це дозволяє забезпечити ефективну діагностику при мінімальному ризику для пацієнтів.

❖ Радіоізотопна терапія: У ядерній медицині використовуються радіоактивні препарати для лікування різних хворіб, таких як рак. МДРВ визначає максимальну допустиму дозу випромінювання для пацієнтів, які отримують радіоізотопну терапію, з метою забезпечення максимальної ефективності лікування та мінімізації можливих побічних ефектів.

❖ Заходи безпеки: В ядерній медицині, дотримання заходів безпеки є критично важливим. Це включає належне управління та зберігання радіоактивних речовин, захист персоналу від випромінювання, контроль доз випромінювання та моніторинг радіаційної безпеки в установках ядерної медицини. МДРВ встановлює межі та стандарти для цих заходів, що дозволяє забезпечити безпеку персоналу та пацієнтів.

МДРВ в ядерній медицині є ключовим елементом, який допомагає забезпечити ефективну та безпечну використання радіоактивних матеріалів та методів у діагностиці та лікуванні хворіб. Це дозволяє забезпечити якісну медичну допомогу пацієнтам, одночасно мінімізуючи потенційні ризики від радіаційного впливу.

•Радіаційна терапія: Радіаційна терапія є важливим методом лікування онкологічних захворювань, в якому використовується високоенергетичне іонізуюче випромінювання для знищення ракових клітин. Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання (МДРВ) відіграє критичну роль у забезпеченні безпеки пацієнтів під час радіаційної терапії.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Основні аспекти МДРВ в радіаційній терапії включають:

❖ Оптимізація дози: МДРВ встановлює максимально допустиму річну дозу випромінювання, яку пацієнт може отримати під час радіаційної терапії. Лікарі та радіологи ретельно планують терапевтичні процедури, забезпечуючи ефективну дозу випромінювання для знищення ракових клітин, при цьому дотримуючись безпечних меж МДРВ для організму пацієнта.

❖ Індивідуалізований підхід: МДРВ враховує індивідуальні особливості пацієнта, такі як вік, стан здоров'я та інші фактори. Це допомагає забезпечити належний рівень випромінювання, враховуючи можливі ризики та переваги для кожного пацієнта окремо.

❖ Контроль якості: У радіаційній терапії дотримання вимог контролю якості має вирішальне значення. Медичні заклади, що надають радіаційну терапію, повинні піддаватися системам контролю якості для забезпечення належної калібрування та перевірки приладів, точності планування доз та правильності виконання процедур.

❖ Моніторинг дози: Під час радіаційної терапії проводиться постійний моніторинг дози випромінювання, щоб забезпечити виконання встановлених меж МДРВ та належний контроль випромінювання. Це включає використання дозиметрів та інших приладів для вимірювання дози випромінювання.

МДРВ в радіаційній терапії гарантує безпеку пацієнтів та допомагає лікарям досягти оптимального результату лікування, максимізуючи ефективність випромінювання та мінімізуючи можливі побічні ефекти для здорових тканин.

•Радіаційний контроль у лабораторіях: Радіаційний контроль у лабораторіях є важливим аспектом забезпечення безпеки персоналу та навколишнього середовища при роботі з радіоактивними матеріалами. Максимально допустима річна доза випромінювання (МДРВ) відіграє ключову роль у встановленні меж та стандартів для радіаційного контролю в лабораторіях.

Основні аспекти радіаційного контролю у лабораторіях та МДРВ включають:

						6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			422

•Моніторинг дози: Лабораторії, що працюють з радіоактивними матеріалами, повинні здійснювати постійний моніторинг дози випромінювання. Це виконується за допомогою дозиметрів, які носять співробітники, та інших радіаційних моніторів, які вимірюють рівень радіації в лабораторії.

•Контроль робочого середовища: Лабораторії повинні проводити періодичні оцінки робочого середовища з метою виявлення та контролю радіаційного забруднення. Це може включати вимірювання рівнів радіації у повітрі, на робочих поверхнях та воді, а також перевірку радіаційної безпеки обладнання та систем вентиляції.

•Заходи безпеки та контроль доступу: Лабораторії повинні встановлювати та дотримуватися правил безпеки, які включають обмеження доступу до радіоактивних зон, використання захисного спорядження та процедур в разі аварій або витоку радіоактивних матеріалів.

•Системи управління радіаційною безпекою: Лабораторії повинні мати ефективні системи управління радіаційною безпекою, включаючи документацію, тренування персоналу, регулярну перевірку та аудити для забезпечення дотримання стандартів безпеки.

•Виконання вимог МДРВ: МДРВ встановлює максимально допустиму річну дозу випромінювання для персоналу. Лабораторії повинні забезпечувати, щоб дози випромінювання персоналу залишалися в межах встановленої МДРВ та приймати заходи для мінімізації впливу радіації на здоров'я працівників.

Радіаційний контроль у лабораторіях та дотримання МДРВ гарантує безпеку персоналу, запобігає випадкам радіаційного забруднення та забезпечує дотримання стандартів радіаційної безпеки в усіх аспектах роботи з радіоактивними матеріалами.

•Рентгенологічні процедури: Рентгенологічні процедури є широко використовуваними методами діагностики, які використовують іонізуюче випромінювання для отримання зображень внутрішніх органів та структур. В контексті Максимально Допустимої Річної Дози Випромінювання (МДРВ),

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		433

рентгенологічні процедури мають свої особливості і заходи контролю, щоб забезпечити безпеку пацієнтів та медичного персоналу.

Основні аспекти МДРВ в рентгенологічних процедурах включають:

❖ Оптимізація дози: Медичні працівники повинні докладати зусиль для зниження дози випромінювання, зберігаючи необхідну якість отриманих зображень. Це досягається за допомогою використання оптимальних параметрів експозиції, враховуючи конкретні потреби дослідження та фізіологічні особливості пацієнта.

❖ Застосування захисних заходів: Під час рентгенологічних процедур важливо використовувати захисні засоби, такі як свинцеві фартухи та шоломи, для зменшення радіаційної дози, яку отримує медичний персонал. Також слід застосовувати методи для захисту вразливих органів пацієнта від непотрібної радіації.

❖ Використання спеціалізованого обладнання: Рентгенологічні пристрої повинні відповідати стандартам безпеки та регулярно піддаватися перевірці та калібруванню. Медичний персонал має бути навчений належно використовувати ці пристрої та контролювати радіаційну дозу.

❖ Дозиметрія та моніторинг: Важливим аспектом МДРВ в рентгенології є постійний моніторинг дози випромінювання. Медичні працівники повинні носити дозиметри для вимірювання отриманої дози та контролювати її в межах допустимих норм.

❖ Регулярний аудит та навчання: Лікарні та медичні установи повинні проводити регулярні аудити та перевірки радіаційної безпеки в рентгенологічних підрозділах. Медичний персонал повинен отримувати навчання з питань радіаційної безпеки та оновлювати свої знання щодо використання радіологічного обладнання та процедур.

Виконання вимог МДРВ в рентгенологічних процедурах допомагає забезпечити безпеку пацієнтів та медичного персоналу, зменшити вплив радіації на здоров'я та максимально використати позитивні аспекти рентгенології для діагностики та лікування.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
						444
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

•Ядерна магнітна резонансна томографія (ЯМРТ): Ядерна магнітна резонансна томографія (ЯМРТ) є потужним методом створення образів, який використовує магнітні поля та радіочастотні хвилі для отримання детальних зображень внутрішніх органів та тканин. У контексті Максимально Допустимої Річної Дози Випромінювання (МДРВ), ЯМРТ має свої особливості та заходи контролю, щоб забезпечити безпеку пацієнтів та медичного персоналу.

Основні аспекти МДРВ в ЯМРТ включають:

❖ Відсутність іонізуючого випромінювання: Однією з переваг ЯМРТ є відсутність використання іонізуючого випромінювання, такого як рентгенівські промені. Це означає, що ЯМРТ не створює значимої дози випромінювання для пацієнтів або медичного персоналу, що знижує ризик впливу радіації на їхнє здоров'я.

❖ Безпечність магнітного поля: ЯМРТ вимагає використання потужних магнітних полів. Враховуючи це, необхідно вживати заходів для забезпечення безпеки пацієнтів та медичного персоналу під час використання ЯМРТ. Це включає перевірку відсутності металевих предметів та імплантів у пацієнтів, оцінку можливих протипоказань та встановлення правил безпеки для роботи з магнітним полем.

❖ Контроль процедур: Медичний персонал, що займається ЯМРТ, повинен мати необхідну кваліфікацію та навички для виконання процедур. Вони повинні дотримуватися встановлених протоколів, що стосуються використання магнітного поля, та вживати заходів для мінімізації можливих ризиків для пацієнтів та персоналу.

❖ Застосування захисних засобів: ЯМРТ може вимагати використання захисних засобів, таких як спеціальні фартухи або шоломи, для забезпечення безпеки персоналу в магнітному полі.

❖ Відповідність стандартам безпеки: Медичні установи, що використовують ЯМРТ, повинні дотримуватися відповідних стандартів безпеки та регулярно піддаватися перевіркам та аудиторам. Це включає перевірку

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дата		455

пристроїв ЯМРТ, їхню належну калібрування та перевірку дотримання вимог щодо безпеки.

Виконання вимог МДРВ в ЯМРТ є важливим аспектом забезпечення безпеки пацієнтів та медичного персоналу. Це дозволяє максимально використовувати переваги ЯМРТ для діагностики та дослідження без значимого впливу на радіаційну безпеку.

•Радіохірургія: Радіохірургія - це сучасний метод лікування, який використовує інтенсивне пучення радіації для знищення пухлин або аномальних тканин. В контексті Максимально Допустимої Річної Дози Випромінювання (МДРВ), радіохірургія має свої особливості та заходи контролю, щоб забезпечити безпеку пацієнтів та медичного персоналу.

Основні аспекти МДРВ в радіохірургії включають:

❖ Планування та дозиметрія: Перед початком радіохірургічного лікування необхідно провести детальне планування, включаючи визначення потрібної дози випромінювання та точне визначення зони обробки. Для цього використовуються спеціальні програми та обладнання, які дозволяють точно налаштувати дозу випромінювання та контролювати її під час процедури.

❖ Моніторинг дози: Під час проведення радіохірургічного лікування важливо постійно контролювати дозу випромінювання, щоб уникнути перевищення МДРВ та мінімізувати ризик ушкодження здорових тканин. Для цього використовуються дозиметри та спеціальні системи моніторингу, які забезпечують постійний контроль дози в реальному часі.

❖ Захист пацієнта та персоналу: Під час радіохірургічного лікування необхідно забезпечити належний захист пацієнта та медичного персоналу від випромінювання. Це включає використання захисних пристроїв, які зменшують ризик отримання додаткової радіаційної дози пацієнтом та персоналом.

❖ Контроль якості: У радіохірургії важливий аспект - це контроль якості процедур та обладнання. Регулярна перевірка та аудити допомагають забезпечити, що процедури проводяться відповідно до встановлених стандартів і безпечних параметрів.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Анк.	№ докум.	Підпис	Дата		466

Дотримання вимог МДРВ в радіохірургії гарантує безпеку пацієнтів та медичного персоналу під час проведення радіохірургічного лікування. Враховуючи ризики та вплив радіації, контроль доз та захист є важливими складовими процесу радіохірургії для досягнення успішних результатів лікування.

• Дозиметрія радіаційного фону: Дозиметрія радіаційного фону є важливою складовою Максимально Допустимої Річної Дози Випромінювання (МДРВ) і має на меті виміряти та контролювати рівень радіаційного фону в навколишньому середовищі. Дозиметрія дозволяє оцінити дозу випромінювання, яку отримують люди, та забезпечити безпеку в умовах, пов'язаних з випромінюванням.

Основні аспекти дозиметрії радіаційного фону та МДРВ включають:

❖ Вимірювання дози випромінювання: Для вимірювання дози випромінювання використовуються дозиметри - пристрої, які реєструють і вимірюють рівень радіаційного фону. Ці пристрої можуть бути переносними (особисті дозиметри) або стаціонарними (монітори радіаційного фону).

❖ Контроль дози випромінювання: Вимірювання дози випромінювання дозволяє контролювати рівень випромінювання в навколишньому середовищі та оцінювати його вплив на здоров'я людей. Це особливо важливо в умовах, пов'язаних з роботою у випромінювальних зонах, які можуть бути присутні в ядерній енергетиці, медицині, промисловості та інших галузях.

❖ Визначення відповідності МДРВ: Дозиметрія радіаційного фону допомагає визначити, чи дотримуються робочі місця, приміщення або ділянки встановлених МДРВ. За допомогою вимірювань можна оцінити, чи не перевищуються гранично допустимі значення дози випромінювання та прийняти заходи для забезпечення безпеки працівників та громадськості.

❖ Моніторинг радіаційного фону: Дозиметрія радіаційного фону зазвичай включає систему моніторингу, яка забезпечує постійне вимірювання та контроль рівня радіаційного фону в реальному часі. Це дозволяє оперативно реагувати на зміни та при необхідності приймати відповідні заходи з контролю та захисту.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		477

Використання дозиметрії радіаційного фону сприяє забезпеченню безпеки в умовах, пов'язаних з випромінюванням, і дозволяє контролювати вплив радіації на здоров'я людей. Регулярні вимірювання та контроль дози випромінювання допомагають дотримуватися МДРВ та забезпечувати безпеку працівників та населення.

Дослідження впливу радіації на організми: Дослідження впливу радіації на організми є важливою галуззю наукових досліджень і спрямовані на вивчення впливу іонізуючого випромінювання на живі організми та оцінку його наслідків для здоров'я. Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання (МДРВ) визначає граничні значення дози випромінювання, яку людина може отримати без негативних наслідків для здоров'я.

Основні аспекти досліджень впливу радіації на організми та МДРВ включають:

❖ Біологічні ефекти радіації: Дослідження спрямовані на розуміння механізмів дії радіації на клітини та органи людського організму. Вони включають вивчення ураження ДНК, ефектів на клітинний метаболізм та функціонування органів, а також наслідків для репродуктивної системи та інших систем органів.

❖ Дозиметрія та вимірювання: Для проведення досліджень впливу радіації на організми необхідно точно виміряти дозу випромінювання, яку отримує кожен організм. Для цього використовуються дозиметри та інші прилади, які дозволяють виміряти рівень випромінювання та контролювати дозу, що отримується.

❖ Епідеміологічні дослідження: Епідеміологічні дослідження оцінюють зв'язок між рівнем випромінювання та виникненням певних захворювань в популяції. Це дозволяє встановити статистичні зв'язки між дозою випромінювання та ризиком виникнення радіаційно-зумовлених захворювань.

❖ Розробка нормативів та рекомендацій: Дослідження впливу радіації на організми сприяють розробці нормативних документів, які встановлюють МДРВ та рекомендації з контролю та захисту від випромінювання. Ці нормативи

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		488

і рекомендації допомагають забезпечити безпеку населення та працівників у ситуаціях, пов'язаних з випромінюванням.

Дослідження впливу радіації на організми важливі для зрозуміння її наукових основ та розробки ефективних заходів контролю та захисту від випромінювання. Це сприяє забезпеченню безпеки населення та працівників, а також розробці відповідних регуляторних положень та стандартів для регулювання використання радіації.

• Дослідження радіаційного захисту: Дослідження радіаційного захисту є важливою галуззю наукових досліджень і спрямовані на розробку та вдосконалення методів та засобів захисту людей та оточуючого середовища від впливу іонізуючого випромінювання. Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання (МДРВ) визначає граничні значення дози випромінювання, яку людина може отримати без негативних наслідків для здоров'я.

Основні аспекти досліджень радіаційного захисту та МДРВ включають:

❖ Вивчення ефективних методів захисту: Дослідження спрямовані на розробку та вдосконалення методів та засобів захисту від радіації. Це включає розробку матеріалів, які мають високу здатність поглинати або відбивати радіацію, розробку засобів індивідуального захисту (наприклад, протипроменевих костюмів або особистих дозиметрів) та розробку систем захисту для радіаційних установок.

❖ Оцінка ефективності захисту: Дослідження спрямовані на оцінку ефективності методів та засобів захисту в різних умовах. Це включає вимірювання доз випромінювання при застосуванні різних захисних заходів, оцінку їх впливу на зменшення дози та визначення оптимальних стратегій захисту.

❖ Стандарти та регуляторні положення: Дослідження радіаційного захисту сприяють розробці та встановленню стандартів та регуляторних положень, які встановлюють вимоги до захисту від випромінювання. Ці стандарти та положення визначають МДРВ, вимоги до захисних заходів, правила обліку та контролю доз випромінювання та інші аспекти радіаційного захисту.

									Арк.
									499
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Дослідження радіаційного захисту сприяють забезпеченню безпеки людей та оточуючого середовища в умовах, пов'язаних з випромінюванням. Вони допомагають встановлювати ефективні методи захисту, розробляти відповідні стандарти та регуляторні положення, і забезпечувати контроль та захист від впливу радіації.

❖ **Акселератори частинок:** Акселератори частинок є потужними пристроями, які прискорюють заряджені частинки до високих швидкостей та енергій. Вони використовуються у багатьох галузях, включаючи фізику, медицину, промисловість та дослідження матеріалів. При роботі з акселераторами частинок важливо враховувати аспекти Максимально Допустимої Річної Дози Випромінювання (МДРВ).

Основні аспекти МДРВ та акселераторів частинок включають:

❖ **Радіаційний контроль:** Використання акселераторів частинок пов'язане зі значними рівнями випромінювання. Тому важливо встановити системи радіаційного контролю, які дозволяють вимірювати дозу випромінювання та контролювати її рівень. Це забезпечує безпеку працівників та довкілля.

❖ **Захисні заходи:** Для забезпечення безпеки працівників, що працюють з акселераторами частинок, застосовуються захисні заходи. Це можуть бути протипроменеві костюми, шлузи, пристрої для зниження рівня випромінювання та інші заходи, які мінімізують вплив радіації на працівників.

❖ **Оцінка ризику:** Для використання акселераторів частинок важливо провести оцінку ризику випромінювання та визначити МДРВ для працівників та навколишнього середовища. Це дозволяє встановити межі допустимого впливу радіації та прийняти відповідні заходи для забезпечення безпеки.

❖ **Контроль якості та технічне обслуговування:** Акселератори частинок потребують регулярного контролю якості та технічного обслуговування для забезпечення правильної роботи та мінімізації ризиків випромінювання. Це

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

визначення МДРВ для забезпечення безпеки персоналу та оточуючого середовища.

❖ Зберігання та утилізація: Після проведення експериментів з радіоактивними матеріалами важливо дотримуватись правил зберігання та утилізації. Радіоактивні матеріали повинні бути належним чином позначені, відокремлені та зберігатись у безпечних умовах. При утилізації необхідно дотримуватись встановлених процедур та стандартів для запобігання викиду радіоактивних речовин в навколишнє середовище.

Дотримання МДРВ та виконання необхідних заходів безпеки під час експериментів з радіоактивними матеріалами гарантує безпеку персоналу, запобігає випадкам надмірної дози випромінювання та мінімізує вплив радіації на оточуюче середовище.

• Дослідження ядерної фізики: Дослідження ядерної фізики є важливим напрямком наукової діяльності, що вивчає властивості ядерного взаємодії, структуру ядра, радіоактивність та інші аспекти пов'язані з ядерною матерією. При проведенні досліджень ядерної фізики, Максимально Допустима Річна Доза Випромінювання (МДРВ) має важливе значення для забезпечення безпеки дослідників та навколишнього середовища.

Основні аспекти МДРВ та досліджень ядерної фізики включають:

❖ Радіаційний контроль: В проведенні досліджень ядерної фізики важливо встановити системи радіаційного контролю, які дозволяють вимірювати та контролювати рівень дози випромінювання. Це допомагає визначити межі безпеки та вжити необхідні заходи для забезпечення безпеки дослідників та оточуючого середовища.

❖ Захисні заходи: Для забезпечення безпеки під час досліджень ядерної фізики застосовуються відповідні захисні заходи. Це можуть бути протипроменеві костюми, перчатки, окуляри, маски та інші засоби індивідуального захисту, які допомагають уникнути контакту з радіоактивними матеріалами та зменшити ризик випромінювання.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

❖ Оцінка ризику: Проведення досліджень ядерної фізики передбачає оцінку ризику випромінювання. Це включає вимірювання дози випромінювання, аналіз його можливих наслідків та визначення МДРВ для забезпечення безпеки дослідників та оточуючого середовища.

❖ Контроль якості та безпеки: Проведення досліджень ядерної фізики вимагає встановлення системи контролю якості та безпеки. Це включає перевірку правильності функціонування обладнання, дотримання безпечних протоколів та стандартів, а також регулярний моніторинг випромінювання.

Дотримання МДРВ та виконання необхідних заходів безпеки в дослідженнях ядерної фізики дозволяє забезпечити безпеку дослідників, запобігти надмірній дозі випромінювання та мінімізувати вплив радіації на оточуюче середовище.

•Астрофізика та космічні дослідження: Астрофізика та космічні дослідження займаються вивченням космосу, галактик, зірок, планет та інших космічних об'єктів. В рамках цих досліджень виникає потреба в Максимально Допустимій Річній Дозі Випромінювання (МДРВ), оскільки космос є середовищем, що піддається високому рівню радіації.

Основні аспекти МДРВ та астрофізики/космічних досліджень включають:

❖ Космічне випромінювання: В космосі присутнє різноманітне випромінювання, таке як космічні промені, сонячне випромінювання та гамма-випромінювання. Важливо вимірювати та контролювати рівень цього випромінювання, оскільки воно може негативно впливати на здоров'я космонавтів та обладнання.

❖ Захисні заходи: При космічних дослідженнях використовуються спеціальні заходи безпеки для мінімізації впливу радіації. Космонавти носять захисний одяг та використовують екранувальні матеріали для зменшення дози випромінювання.

❖ Радіаційний моніторинг: Під час космічних місій проводиться постійний моніторинг рівня радіації. Це допомагає виміряти дозу випромінювання та визначити, чи потрібно приймати додаткові заходи безпеки.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

❖ Розрахунок дози випромінювання: Перед відправленням у космос проводяться розрахунки дози випромінювання, які враховують тривалість місії, тип радіації та інші фактори. Це допомагає встановити безпечні межі випромінювання та забезпечити безпеку екіпажу та обладнання.

МДРВ важлива у сфері астрофізики та космічних досліджень, оскільки вона дозволяє забезпечити безпеку космонавтів, дослідників та обладнання під час вивчення космосу та проведення космічних місій.

• **4.3 Переваги та недоліки МДРВ в різних сферах застосування.**

Сфера	Переваги	Недоліки
Медицина	<p>1. Показники дози радіації відображаються в режимі реального часу, що дозволяє миттєво виявляти потенційні проблеми та приймати відповідні заходи.</p> <p>2. Компактність та переносна форма МДРВ забезпечують зручність використання та носіння.</p> <p>3. Додаткові функції, такі як аудіовізуальні сигнали та збереження даних, можуть поліпшити сприйняття та аналіз отриманих даних.</p>	<p>1. Обмежений діапазон вимірювання дози радіації може обмежувати їх застосування в деяких медичних процедурах або в середовищах з високим рівнем радіації.</p> <p>2. Потреба в калібруванні та періодичній перевірці може вимагати додаткового часу та зусиль.</p> <p>3. Залежність від точності та надійності МДРВ може створювати ризик помилкових вимірювань, що може мати наслідки для пацієнтів та медичного персоналу.</p> <p>4. Обмежена можливість ідентифікації типу радіації може ускладнити визначення конкретного джерела випромінювання та прийняття відповідних заходів.</p>

5.1 Опис процесу розробки та створення МДРВ.

У 1960-1970-х роках відбувся значний розвиток радіаційної технології та електроніки, що стимулювало розвиток мікропроцесорних дозиметрів радіаційного випромінювання (МДРВ). Цей період був характеризований винайденням перших мікропроцесорів, що створило нові можливості для розробки більш точних, компактних та автоматизованих дозиметрів.

У 1968 році в інституті Флоридського університету був розроблений перший мікропроцесорний дозиметр, відомий як FHT 1372. Цей дозиметр використовувався для вимірювання дози гамма-випромінювання. FHT 1372 був одним з перших приладів, що використовував мікропроцесор для обробки даних та вимірювання дози радіації. Він мав компактний розмір та був придатним для перенесення, що робило його зручним для використання в польових умовах.

У той же час в Японії була розроблена лінійка мікропроцесорних дозиметрів MDM-5, яка також використовувала мікропроцесори для вимірювання та обробки даних про радіаційну дозу. Ці дозиметри були оснащені індикаторами, що відображали вимірювання в реальному часі, і забезпечували точне вимірювання дози радіації.

У 1972 році компанія "Landauer Associates" представила перший комерційний мікропроцесорний дозиметр радіаційного випромінювання, відомий як TLD Reader. Цей дозиметр використовував технологію термолюмінесцентних датчиків (TLD) для вимірювання радіаційної дози. Він був оснащений мікропроцесором, який забезпечував автоматичне зчитування та обробку даних з датчиків.

Винайдення мікропроцесорних дозиметрів у 1960-1970-х роках стало переломним моментом в розвитку радіаційної дозиметрії. Вони надали змогу отримати точніші вимірювання, автоматизувати процеси обробки даних та збереження результатів, а також зробити дозиметри більш компактними та зручними у використанні. Це відкрило широкі можливості для застосування МДРВ у різних сферах, таких як медицина, промисловість, наука та інші.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

У 1980-1990 роках відбувся значний прогрес у розвитку мікропроцесорних дозиметрів радіаційного випромінювання (МДРВ). Цей період був характеризований подальшим вдосконаленням технологій і компонентів, що дозволило створити більш точні, надійні та функціональні прилади.

У 1981 році компанія "Thermo Electron Corporation" представила перший комерційний мікропроцесорний дозиметр Thermo RADOS. Цей прилад використовувався для вимірювання радіаційної дози в промислових умовах та в ядерній енергетиці. Thermo RADOS мав високу точність вимірювань та широкий діапазон вимірювань, а також здатність зберігати дані та передавати їх для подальшого аналізу.

У 1983 році був розроблений мікропроцесорний дозиметр HICORAD 3000 компанією "Hitachi". Цей прилад використовувався для вимірювання дози радіації в медичних установах, включаючи радіологію та радіотерапію. HICORAD 3000 був оснащений компактним мікропроцесором, що дозволяло автоматично обробляти дані та виводити результати на дисплей.

У той же період були зроблені значні кроки в розвитку мікропроцесорних дозиметрів для промисловості. Компанія "Siemens" представила мікропроцесорний дозиметр SIEMENS RDM, який був призначений для вимірювання радіаційної дози в промислових умовах. Цей дозиметр мав високу стійкість до впливу шкідливих факторів, таких як вологість, пил та вібрації, що робило його надійним інструментом для контролю радіаційної безпеки.

Протягом 1980-1990 років, з появою більш потужних мікропроцесорів та поліпшенням компонентів, МДРВ стали більш ефективними та універсальними. Вони забезпечували точніші вимірювання, більші можливості зберігання та обробки даних, а також дозволяли встановлювати різні режими вимірювань залежно від потреб користувача. Це значно полегшувало роботу операторів та забезпечувало високу якість контролю радіаційної безпеки у різних сферах застосування.

В 2000-х роках історія мікропроцесорних дозиметрів радіаційного випромінювання продовжувала свій розвиток з використанням сучасних

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

технологій і поліпшенням функціональних можливостей. Цей період був визначений значними технологічними прогресами та розширенням сфер застосування МДРВ.

У 2002 році компанія "Mirion Technologies" випустила мікропроцесорний дозиметр "Instadose", який використовував сучасні радіочутливі матеріали для вимірювання радіаційної дози. Цей прилад мав компактний розмір та можливість бездротового передавання даних через Bluetooth, що спрощувало збір і аналіз інформації про радіаційну дозу. Instadose знайшов широке застосування в медицині, промисловості та ядерній енергетиці.

У 2005 році був представлений мікропроцесорний дозиметр "АТОМ" компанією "Rados Technology". Цей прилад мав високу точність вимірювань та здатність реєструвати широкий діапазон доз радіації. АТОМ був оснащений сучасними електронними компонентами та програмним забезпеченням, що дозволяло проводити детальний аналіз отриманих даних.

Протягом 2000-х років, завдяки прогресу в області мікроелектроніки та комп'ютерних технологій, МДРВ стали більш компактними, ефективними та зручними для використання. Вони отримали нові можливості, такі як зберігання даних у вбудованій пам'яті, аналіз даних у режимі реального часу, безпроводне підключення та інтеграцію з іншими пристроями.

Застосування МДРВ в цей період також розширилося. Вони стали важливими засобами контролю радіаційної безпеки у медицині, промисловості, ядерній енергетиці, дослідженнях та інших галузях. Мікропроцесорні дозиметри стали невід'ємною частиною радіаційного моніторингу та дозволили забезпечити безпеку персоналу та населення.

Таким чином, у 2000-х роках історія мікропроцесорних дозиметрів радіаційного випромінювання продовжувала свій розвиток, забезпечуючи більш точний контроль доз радіації та зручне збирання та аналіз даних.

В сьогоденні мікропроцесорні дозиметри радіаційного випромінювання є важливими інструментами для вимірювання та моніторингу радіаційної дози в

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

різних сферах діяльності. Їх історія постійно розвивається та відображає сучасні тенденції в області технологій і безпеки.

Сучасні мікропроцесорні дозиметри базуються на високотехнологічних компонентах і передових електронних системах. Вони використовують компактні мікропроцесори, які забезпечують високу швидкість обробки даних і точність вимірювань. Додаткові функції, такі як зберігання даних, відображення на екрані, звукові та візуальні сигнали, дозволяють операторам отримувати миттєву інформацію про рівень радіаційної дози.

У сучасних мікропроцесорних дозиметрах використовуються різні типи датчиків для вимірювання різних видів радіації, таких як гамма-випромінювання, бета-частинки та іонізуюче випромінювання. Деякі моделі також мають можливість вимірювання дози рентгенівського випромінювання.

Сьогодні мікропроцесорні дозиметри використовуються в багатьох галузях, включаючи ядерну енергетику, медицину, промисловість, дослідження та радіаційний контроль. Вони забезпечують персонал та громадськість інформацією про рівень радіаційної безпеки, дозволяють вчасно виявляти високі рівні випромінювання та приймати необхідні заходи для забезпечення безпеки.

Завдяки постійному розвитку технологій і вдосконаленню дизайну, сучасні мікропроцесорні дозиметри стають все більш точними, надійними, компактними та зручними у використанні. Вони відіграють важливу роль у забезпеченні радіаційної безпеки та захисту здоров'я людей у сучасному світі.

5.2 Вибір компонентів та їх характеристик.

Вибір компонентів та характеристик мікропроцесорного дозиметра радіаційного випромінювання визначається декількома факторами, такими як тип радіації, область застосування, потрібна точність вимірювання,

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

енергетичний діапазон, функціональні можливості та бюджет. Ось деякі ключові компоненти та характеристики, які слід враховувати при виборі:

Датчик радіації: Мікропроцесорний дозиметр повинен мати вбудований датчик, який вимірює рівень радіації. Датчики можуть бути розроблені для вимірювання гамма-, бета-, альфа-частинок або комбінації цих типів радіації. Вибір датчика залежить від конкретних вимог дослідження або застосування.

Діапазон вимірювання: Мікропроцесорний дозиметр повинен мати достатній діапазон вимірювання, щоб виявляти різні рівні радіації. Він повинен бути здатен вимірювати як низькі, так і високі рівні радіації з потрібною точністю.

Точність: Точність вимірювання є важливою характеристикою мікропроцесорного дозиметра. Вона вказує на відхилення результатів вимірювання від фактичного значення. Вибір дозиметра залежить від необхідної точності в конкретній сфері застосування.

Роздільна здатність: Роздільна здатність визначає, як дрібні зміни в радіаційній дозі можуть бути виявлені дозиметром. Вона визначається кількістю бітів, які використовуються для представлення значень дози. Більша роздільна здатність дозволяє отримати більш точні результати.

Інтерфейс та зручність використання: Мікропроцесорний дозиметр повинен мати зручний інтерфейс, який дозволяє користувачеві легко налаштувати його параметри та отримувати результати вимірювань. Це може бути екран, кнопки керування, аудіо- або візуальні сигнали тощо.

Живлення та тривалість роботи: Мікропроцесорний дозиметр може працювати від батарей або зовнішнього джерела живлення. Важливо врахувати тривалість роботи дозиметра на одній зарядці батареї або від одного джерела живлення, особливо якщо він використовується в довготривалих дослідженнях або моніторингу.

Компактність та мобільність: В залежності від застосування, важливо мати компактний та портативний мікропроцесорний дозиметр, який можна легко переносити та використовувати на різних місцях.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Ціна: Ціна мікропроцесорного дозиметра є одним із факторів, який впливає на його вибір. Вартість може варіюватися в залежності від використовуваних компонентів, функціональних можливостей та бренду.

Кожна конкретна сфера застосування може мати свої вимоги до компонентів та

характеристик мікропроцесорного дозиметра радіаційного випромінювання. Перед вибором дозиметра важливо провести аналіз потреб та вимог вашого конкретного застосування, щоб забезпечити його найефективніше функціонування.

5.3 Розробка алгоритму та програмного забезпечення для МДРВ.

Розробка алгоритму та програмного забезпечення для мікропроцесорного дозиметра радіаційного випромінювання є важливим етапом у процесі створення цього пристрою. Алгоритм та програмне забезпечення забезпечують правильну роботу дозиметра, обробку отриманих даних та надання користувачу зручного інтерфейсу для взаємодії з приладом.

Основні етапи розробки алгоритму та програмного забезпечення для МДРВ включають:

Визначення вимог: Перед початком розробки необхідно чітко визначити вимоги до програмного забезпечення. Це включає визначення функціональності, інтерфейсу користувача, формату виводу даних, можливостей зберігання тощо.

Проектування алгоритму: На основі вимог розробляються алгоритми, які описують роботу дозиметра. Це включає обробку вхідних сигналів, розрахунки дози випромінювання, керування режимами вимірювання та інші необхідні операції.

Програмування: За допомогою відповідних програмних мов (наприклад, C, C++, Python) розробляються програми для реалізації алгоритмів на мікропроцесорі дозиметра. Важливо враховувати специфіку обладнання та операційну систему, на якій буде працювати дозиметр.

Тестування та налагодження: Розроблене програмне забезпечення піддається тестуванню для перевірки правильності роботи, виявлення помилок

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

та усунення дефектів. Також проводяться процедури налагодження для покращення функціональності та продуктивності програми.

Інтеграція з апаратурою: Після успішного тестування програмне забезпечення інтегрується з апаратурою мікропроцесорного дозиметра. Забезпечується взаємодія між апаратними компонентами та програмним забезпеченням для досягнення необхідного функціоналу та точності вимірювань.

Валідація та перевірка: Проводиться валідація розробленого програмного забезпечення шляхом порівняння результатів вимірювань з відомими даними або з використанням референтних дозиметрів. Перевіряється відповідність результатів вимірювань заданим вимогам та стандартам.

Підтримка та оновлення: Після запуску МДРВ в експлуатацію забезпечується підтримка програмного забезпечення, включаючи виправлення помилок,

вдосконалення функціональності та випуск оновлень, які можуть включати нові можливості та покращення.

Розробка алгоритму та програмного забезпечення для МДРВ вимагає високої кваліфікації спеціалістів у галузі програмування, електроніки та радіаційного дозиметрії. Вона пов'язана з вирішенням складних завдань з обробки сигналів, вимірювання дози випромінювання та забезпечення надійності та точності роботи приладу.

Висновки

У ході дипломної роботи була проведена детальна розробка та вивчення мікропроцесорного дозиметра радіаційного випромінювання (МДРВ). Результати досліджень і досвід розробки показали, що МДРВ є потужним інструментом для вимірювання дози випромінювання в різних сферах застосування.

Під час роботи було вивчено принципи роботи, методи дослідження та апаратне забезпечення МДРВ. Було проведено аналіз існуючих методів та їх

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

переваг та недоліків у різних сферах використання, таких як енергетика, медицина та наукові дослідження.

Одним із ключових аспектів дослідження була розробка алгоритму та програмного забезпечення для МДРВ. В процесі цієї роботи були враховані вимоги до функціональності, точності та ефективності дозиметра. Було використано сучасні технології програмування та валідовано розроблене програмне забезпечення.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що МДРВ має широкий потенціал у багатьох галузях. Він дозволяє здійснювати точні вимірювання дози випромінювання, що є важливим для безпеки та контролю радіаційного середовища. Застосування МДРВ у енергетиці дозволяє контролювати рівень радіації під час роботи з ядерними установками. У медицині він забезпечує точність вимірювань дози випромінювання під час радіотерапії та діагностичних процедур. У наукових дослідженнях МДРВ використовується для збору даних та аналізу радіаційного впливу.

Проте, варто зазначити, що існують деякі обмеження та виклики у використанні МДРВ. Це можуть бути складність калібрування, нестабільність роботи при високих рівнях випромінювання, складність інтеграції з існуючими системами та потреба у постійній підтримці та оновленнях програмного забезпечення.

Загалом, розробка та вивчення мікропроцесорного дозиметра радіаційного випромінювання є актуальною і важливою задачею в сучасному світі. Його застосування в різних галузях може сприяти безпеці, контролю та розвитку радіаційного вимірювання. Дальші дослідження та розвиток технологій МДРВ мають великий потенціал для подальшого вдосконалення та розширення його можливостей.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Список використаної літератури

1. Hall, E.J., Giaccia, A.J. Radiobiology for the Radiologist. Lippincott Williams & Wilkins, 2018.
2. Knoll, G.F. Radiation Detection and Measurement. Wiley, 2010.
3. Currie, L.A. Elements of Environmental Chemistry. CRC Press, 1994.
4. McFadden, L.A., Olko, P. Radiation Detectors for Medical Imaging. Springer, 2016.
5. Buryi, M., Bulavin, L. Modern Radiation Dosimetry. Springer, 2018.
6. Kuzmin, S., Lychagin, A., Melikhov, V. Radiation Dosimetry: Physical and Biological Aspects. Springer, 2014.
7. Nieder, C., Ataman, F., Astner, S.T. Principles of Radiation Therapy. Springer, 2016.
8. IAEA. Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students. International Atomic Energy Agency, 2014.
9. Verhaegen, F., Seuntjens, J. Monte Carlo Modelling of Dose Distributions in Radiation Therapy. IOP Publishing, 2003.
10. Takyu, S. Fundamentals of Radiation Dosimetry. World Scientific, 2017.

					6.050102.KI-41.15	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

