

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

за освітнім ступенем магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Аналіз та моніторинг небезпек та заходів безпеки при використанні
радіаційно-небезпечних технологій

Виконав: здобувач вищої освіти

освітнім ступенем магістра,

групи ЗМХТ-17-221

галузі знань (спеціальності)

16 «Хімічна та біоінженерія»,

(161 «Хімічні технології та інженерія»)

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Радомський С.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник Кіреєв О.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Чернуха А.М.

(прізвище та ініціали)

Харків – 2019 рік

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Освітній ступінь _____ магістр _____Напрямок підготовки _____ 16 «Хімічна та біоінженерія» _____

(шифр і назва)

Спеціальність _____ 161 «Хімічні технології та інженерія» _____

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ**Начальник кафедри СХХТ**_____ О.В. Тарахно _____

“ _____ ” _____ 2019 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**Радомський Станіслав Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Аналіз та моніторинг небезпек та заходів безпеки при використанні
радіаційно-небезпечних технологійКерівник проекту(роботи) Кіреєв Олександр Олександрович, д.т.н, доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “06” 03 2019 року№ 372. Строк подання студентом проекту (роботи): 17.05.2019 _____3. Вихідні дані до проекту (роботи): Провести моніторинг та аналіз небезпек та
заходів безпеки при використанні радіаційно-небезпечних технологій.4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз напрямків використання радіаційних технологій у промисловості та народному господарстві. Аналіз небезпек та заходів безпеки при використанні радіаційно небезпечних технологій. Аналіз систем моніторингу радіаційної безпеки. Ядерна та радіаційна (радіоекологічна) безпека в системі екологічної безпеки. Напрямки вдосконалення систем радіаційного моніторингу та контролю. Розгляд питань охорони праці. Розгляд питань з економіки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
6			
7			

7. Дата видачі завдання: Протокол №6 від 28.01.2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Постановка задачі. . Аналіз напрямків використання радіаційних технологій	06.03.2019	виконано
2	Аналіз небезпек та заходів безпеки при використанні радіаційно небезпечних технологій	15.03.2019	виконано
3	Аналіз систем моніторингу радіаційної безпеки	22.03.2019	виконано
4	Ядерна та радіаційна (радіоекологічна) безпека в системі екологічної безпеки	01.04.2019	виконано
5	Охорона праці	15.04.2019	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки	29.04.2019	виконано
7	Оформлення графічного матеріалу	06.05.2019	виконано
8	Представлення завершеної дипломної роботи на допуск до захисту	17.05.2019	виконано
9	Захист дипломної роботи	22.05.2019	виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Радомський С.М.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Кірсєв О.О.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Звіт про ДР : 86 с., 10 рис., 11 табл., 18 джерел,

Ключові слова: Радіація, аналіз, моніторинг, радіаційні технології, радіаційна безпека.

Об'єкт досліджень: об'єкти з використанням радіаційно-небезпечних технологій.

Мета роботи: Аналіз та моніторинг небезпек та заходів безпеки при використанні радіаційно-небезпечних технологій.

Стислий зміст роботи та висновки:

Отже, радіоекологічна (ядерна та радіаційна) безпека як передумова і складова екологічної безпеки зумовлює такий стан розвитку суспільних відносин у сфері використання ядерної енергії, поводження з джерелами іонізуючого випромінювання, радіоактивними відходами тощо, за якого системою науково-технічних, економічних, організаційних, державно-правових та інших соціальних заходів забезпечується регулювання радіаційно небезпечної діяльності, встановлюється режим використання ядерної енергії, які забезпечують захист життя і здоров'я людини від негативного впливу іонізуючого випромінювання та охорону навколишнього природного середовища від радіоактивного забруднення внаслідок міграції радіоактивних речовин у біосфері та їх накопичення живими організмами.

Аналіз сучасних технологій радіаційного контролю показав, що підвищити чутливість вимірювання можна за рахунок використання датчиків сцинтиляційного типу.

Область використання: використання на радіаційно-небезпечних об'єктах.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

abstract

Report on DR: 86 p., 10 fig., 11 tab., 18 sources,

Keywords: Radiation, analysis, monitoring, radiation technologies, radiation safety.

Object of research: objects using radiation-hazardous technologies.

Objective of the work: Analysis and monitoring of hazards and safety measures for use of radioactively hazardous technologies.

Summary of work and conclusions:

So, radioecological (nuclear and radiation) safety as a prerequisite and integral ecological safety predetermines such a state of development of public relations in the field of using nuclear energy, dealing with sources of ionizing radiation, radioactive waste, etc., in which the scientific and technical, economic, organizational, state-legal and other social measures ensure the regulation of radiation hazardous activities; energy, protecting the life and health of the lake from the negative effects of ionizing radiation and protecting the environment from radioactive contamination due to the migration of radioactive substances in the biosphere and their accumulation by living organisms.

Analysis of modern radiation monitoring technologies has shown that it is possible to increase the sensitivity of measurement through the use of scintillation type sensors.

Scope: use on radiation-hazardous objects.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП	
РОЗДІЛ 1. Аналіз напрямків використання радіаційних технологій у промисловості та народному господарстві	
1.1 Використання радіаційних технологій у сільському господарстві.....	
1.2 Використання радіаційних технологій у машинобудівній промисловості.....	
1.3 Використання радіоактивних речовин у медицині.....	
1.4 Використання радіаційних технологій у хімії.....	
1.5 Виникнення радіаційних небезпек у атомній енергетиці.....	
РОЗДІЛ 2. Аналіз небезпек та заходів безпеки при використанні радіаційно небезпечних технологій	
2.1 Аналіз небезпек радіаційно небезпечних технологій.....	
2.2 Аналіз заходів безпеки у радіаційно небезпечних технологіях.....	
2.2.1 Радіоактивні відходи.....	
2.2.1 Організація радіаційної безпеки на АЕС.....	
2.2.2 Радіаційна безпека у медицині.....	
2.2.3 Радіаційна безпека у сільському господарстві.....	
2.2.4 Радіаційна безпека у гірничій промисловості.....	
РОЗДІЛ 3. Аналіз систем моніторингу радіаційної безпеки	
3.1. Проблеми ядерно-радіаційної безпеки та шляхи їх вирішення.....	
3.2. Система моніторингу радіаційної безпеки на Україні.....	
3.3. Засоби вимірювання параметрів радіаційної небезпеки.....	
РОЗДІЛ 4. Ядерна та радіаційна (радіоекологічна) безпека в системі екологічної безпеки	

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14				
<i>Вим</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розробив</i>	<i>Радомський С.М.</i>				Аналіз та моніторинг небезпек та заходів безпеки при використанні радіаційно-небезпечних технологій	ЛИТ	Арк	Аркушів	
<i>Перевірив</i>	<i>Кіресв О.О.</i>					д	р	6	59
<i>Консул.</i>						ЗМХТ-17-222			
<i>Н. Контр</i>	<i>Скородумова О.Б.</i>								
<i>Затверд</i>	<i>Тарахно О.В.</i>								

4.1 Об'єкти потенційної ядерної та радіаційної небезпеки.....	
4.2 Ядерна та радіаційна безпека.....	
РОЗДІЛ 5. Напрямки вдосконалення систем радіаційного моніторингу та контролю.....	
РОЗДІЛ 6. Охорона праці.....	
6.1. Керування охороною праці в АЕС.....	
6.2. Служба охорони праці.....	
6.3. На АЕС проводяться три ступені контролю за станом охорони праці.....	
6.4. Діяльність промислово-санітарної лабораторії.....	
РОЗДІЛ 7. Економічна частина.....	
7.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки.....	
7.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної (дослідницько-конструкторської) та конструкторсько-технологічної роботи.....	
7.2.2 Розрахунок загальних витрат на виконання роботи.....	
7.2.3 Прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів роботи.....	
7.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки...	
7.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності....	
ВИСНОВКИ	
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	

ВСТУП

Вся наша планета, в тому числі вся жива природа, яка її заселяє, постійно піддаються впливу так званого природного і техногенного радіаційного фону, що обумовлено явищем радіоактивності.

Встановлено, що радіаційний фон Землі формується під впливом трьох основних компонентів: космічного випромінювання; випромінювань розсіяних у земній корі, повітрі та інших об'єктах нашого середовища природних радіонуклідів; випромінювання штучних (техногенних) радіонуклідів. Майже всю територію України складають древні докембрійські породи - граніти, гнейси, глини, які містять радіоактивні елементи і тому майже для всієї території України характерний природний радіоактивний фон, величина якого на 2017 рік складає 10-20 мкР/год.

Значний внесок у підвищення радіоактивного фону дають антропогенні джерела випромінювань - ядерні установки (реактори АЕС, склади атомної зброї, підприємства з переробки радіоактивних відходів, речовин). Різні види випромінювання попадають на поверхню Землі з космосу, або надходять від радіоактивних речовин, що знаходяться в земній корі, причому земні джерела відповідають в середньому за 5/6 річних ефективних еквівалентних доз, одержуваних населенням, в основному внаслідок внутрішнього опромінення.

Рівні радіаційного випромінювання неоднакові для різних областей. Так, Північний і Південний полюси більш, ніж екваторіальна зона, піддані впливу космічних променів через наявність у Землі магнітного поля, що відхиляє заряджені радіоактивні частки. Крім того, чим більше віддалення від земної поверхні, тим інтенсивніше космічне випромінювання.

На окремих територіях України цей фон підвищений, наприклад на узбережжі Північного Приазов'я, де після шторму накопичується радіоактивний пісок чорного кольору - суміш ільменіту, моноциту, торіаніту, складає 100-300 мкР/год. Це майже вдесятеро вище за норму.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Чорнобильська атомна електростанція (ЧАЕС) — у м. Прип'ять (Київська обл.); на ній у квітні 1986 року сталась одна з найбільших в історії людства техногенних катастроф (Чорнобильська аварія), внаслідок чого тривали й тривають досі значні трудомісткі й капіталомісткі аварійні роботи, заходи з реабілітації постраждалих територій (так звана Чорнобильська зона) і населення, яке на них проживало і проживає. Аварія на ЧАЕС спонукала людство переглянути райдужні перспективи зростання частки «мирного атому» у загальному видобутку електроенергії у світі; на більшості АЕС світу було вжито додаткових заходів і введені в дію додаткові системи захисту і безпеки, а в самій Україні до 22 жовтня 1993 року діяв мораторій на будівництво нових АЕС. Понад 20 років ЧАЕС лишалась діючою АЕС, а її закриття стало однією з вимог до України з боку ЄС. 21 липня 2007 року президент України Віктор Ющенко підписав указ про закриття ЧАЕС, яка, проте, і надалі працює, виконуючи функції по перерозподілу електроенергії з інших електростанцій, поводженню з радіоактивними відходами, відпрацьованим ядерним паливом, тощо.

Різноманітне застосування іонізуючого випромінювання і радіоактивних речовин покращує умови життя і приносить користь суспільству в багатьох сферах. Але вигода від їх використання повинна бути в кожному конкретному випадку порівняна з їх небезпекою. Цією небезпекою можуть піддаватися як працівники, які беруть безпосередню участь у використанні радіації або радіоактивних речовин, так і населення в цілому, майбутні покоління і навколишнє середовище - окремо або разом. Використання іонізуючого випромінювання завжди має приносити більше користі, ніж шкоди.

Тому, розширення напрямків використання радіоактивної техніки у промисловості вимагає вдосконалення моніторингу та підтримання безпеки.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАПРЯМКІВ ВИКОРИСТАННЯ РАДІАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОМИСЛОВОСТІ ТА НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ.

1.1. Використання радіаційних технологій у сільському господарстві

Радіоактивні речовини широко використовуються у сільському господарстві.

Іонізуюче випромінювання використовують при виробництві кормів і кормових добавок для сільськогосподарських тварин.

В основі методів одержання кормів і кормових добавок лежить використання бактерицидної дії іонізуючих випромінювань.

Дезінфекція та дегельмінтизація осаду стічних вод і надлишкового активного мулу можуть бути успішно розв'язані шляхом застосування іонізуючого випромінювання, яке призводить до загибелі більшості збудників інфекційних та інвазійних хвороб. Летальна доза залежить від типу мікроорганізмів, їх радіочутливості. Крім того, зі збільшенням обсягу дозу трохи зростає. У водних середовищах, насичених киснем, спостерігається посилена дія радіації (кисневий ефект). Поглинена доза 10-20 кГр забезпечує стерильність з усіх найбільш часто зустрічається у відходах збудників інфекційних та інвазійних хвороб. При підвищенні температури до 320 – 330 К (47-57°C) дозу повного знезараження можна знизити в 10 разів (модифікує фактор). Попереднє опромінення осаду стічних вод і надлишкового активного мулу, крім того, знижує питомий опір до фільтрації в 1-5 разів, що скорочує час обробки стоків і знижує енерговитрати. Технологія отримання корму з надлишкового активного мулу була розроблена Інститутом фізичної хімії України. Вона включає обробку надлишкового активного мулу прискореними електронами до поглиненої дози 10 кГр, його фільтрацію при тиску 0,8 МПа і сушку. Отримана кормова добавка не містить патогенних мікроорганізмів, вірусів та яєць гельмінтів і нетоксична.

Піддані радіаційній обробці осади стічних вод і надлишковий активний мул можуть бути використані і як органо-мінеральні добрива.

Відомо, що рослинні матеріали в сухому вигляді на 60% складаються з целюлози, тобто вуглеводного компонента. Але сільськогосподарські тварини засвоюють целюлозу приблизно на 10-15% внаслідок її важкою перетравності. У той же час целюлоза - складний полісахарид, що включає глюкозу – цінний енергетичний субстрат для життєдіяльності організму тварин. Таким чином, рослинна сировина (солома, деревина та інші відходи) є важливим джерелом одержання кормових добавок.

При дії радіації здійснюється процес деполімеризації, відбувається амортизація целюлози в деревині; вона пом'якшується і підвищується її розчинність у воді. У результаті радіаційно-хімічних перетворень в рослинній сировині зменшується частка важкогідролізуємих органічних сполук. Розчинність опроміненого матеріалу зростає в 10 разів, тому, що при радіолізі целюлози відбувається розрив полімерних ланцюгів і утворюються легко розчинні продукти, які в організмі тварини під дією соків засвоюються.

Найбільш перспективне пряме використання опроміненого деревної сировини для годівлі тварин. Дози опромінення складають 100 ... 200 кГр. Метод прямого згодовування опроміненої деревини тваринам випробуваний у Ленінградському ветеринарному інституті на великих тваринах і в Казанському ветеринарному інституті на птахів. Доведено, що 50% раціону можна замінювати опроміненою деревиною.

Також використовують радіоактивні речовини при обробці посівних площ.

Їх використання в певній пропорції дозволяє:

- стимулювати процес росту насіння;
- наділити старе насіння здатністю до зростання, яку вони до моменту опромінення вже втратили;
- збільшити урожай на 20-30%;
- успішно боротися з комахами-шкідниками;
- запобігти швидкому псуванню сільськогосподарських продуктів при зберіганні.

Крім того, радіація активно використовується для отримання спадкової мінливості (штучний мутагенез) у тих чи інших рослин, а також тварин. Такий метод впливу також називається радіаційної селекцією.

1.2. Використання радіаційних технологій у машинобудівній промисловості

Використання радіоактивних речовин у способі контролю зносу поршневих кілець в двигунах внутрішнього згоряння.

Опромінюючи поршневі кільця нейтронами, викликають в ньому ядерні реакції і роблять його радіоактивним. При роботі двигуна частинки матеріалу кільця потрапляють в мастило. Досліджуючи рівень радіоактивності масла після певного часу роботи двигуна, визначають знос кільця.

Також потужне гамма-випромінювання радіоактивних приладів використовують для дослідження внутрішньої структури металевих виливків з метою виявлення в них дефектів.

1.3 Використання радіоактивних речовин у медицині

Незабаром після відкриття радіація знайшла застосування в медицині. Але масове застосування радіаційна діагностика придбала через півстоліття. Зараз більш популярна рентгенівська комп'ютерна томографія. Вона дозволяє бачити пошкодження, невидимі на звичайній рентгенограмі через накладення органів і тканин. Дози опромінення при комп'ютерній томографії в кілька разів більше, ніж при рентгенографії або флюорографії, але значно вище і діагностична цінність цього дослідження.

Томографію тепер роблять не тільки з допомогою рентгенівських променів, але і за допомогою гамма-випромінювання. Цей метод називається позитронно-емісійною томографією.

									лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14				

З часів Марії Кюрі штучні джерела радіації використовують не тільки для діагностики, але і для лікування онкологічних захворювань. Саме подружжя Кюрі запропонували лікарям в паризькому госпіталі Льюїса використовувати джерела випромінювання, щоб зменшувати розміри і сповільнювати ріст пухлин, а для цього вводили в них трубочки з радієм. Цей метод давав позитивні результати. Так з'явилася радіотерапія.

Пухлинні клітини відрізняються від нормальних в першу чергу своїм невпинним поділом. У момент поділу клітини особливо уразливі для опромінення. Тому можна підібрати умови опромінення, згубних для ракових клітин і відносно безпечні для здорових.

У 1970-х роках в медичну практику також увійшла радіохірургія. Гамма-ніж(рис 1.1) — це установка для лікування новоутворень в порожнині черепа. Гамма-ніж діє за принципом неінвазивного хірургічного ножа, тобто при проведенні процедури не вимагається розрізів. За час, що минув, у світі проліковані близько мільйона пацієнтів. Радіохірургія зараз використовується у всіх розвинених країнах світу.



Рис 1.1. Гамма-ніж

1.4. Використання радіаційних технологій у хімії

У зв'язку з використанням випромінювань у полімерній хімії розглядаються дві основні проблеми: а) використання радіації для ініціювання ланцюгових реакцій (полімеризація ненасичених полімерів, освіту графтполімерів) і б) застосування радіації для модифікації вже утворених полімерів. В останньому випадку ланцюгові реакції не грають ніякої ролі і вихід прямо пропорційний дозі. Коротше кажучи, в першому випадку відносно малі початкові зміни, ініційовані радіацією, згодом збільшуються за рахунок хімічних реакцій, тоді як у другому весь ефект обумовлений дією випромінювання.

Використання радіації спільно з каталізаторами - ефективний метод синтезу полімерів. Так полієфіри в даний час приблизно вдвічі дорожче, ніж звичайні мономери. У дослідях з емульсійної полімеризації стиролу під дією випромінювання при досить помірних дозах (60 000 р / год) отримана висока швидкість конверсії - до 54% за 1 год; і це не межа, що привабливо.

Більш того, використання радіації може дозволити відмовитися від застосування каталізаторів, тому відпадає необхідність у видаленні залишків каталізатора з кінцевого продукту. Нагадаємо, що при отриманні поліетилену головною проблемою виявляється саме видалення каталізатора. Ця проблема не виникла б при радіаційному методі отримання поліетилену. Економічні оцінки та порівняння радіаційного процесу з існуючими процесами полімеризації етилену в даний час все ще дуже ненадійні. Перш за все невідомо, чи можна досягти оптимальних умов, використовуючи у - або р-ра-ДІАЦ. При сценках слід мати на увазі, що в порівнянні з процесом високого тиску можна буде досягти значної економії в капітальних і експлуатаційних витратах: в порівнянні з новим процесом низького тиску використання радіації усуває необхідність спеціального очищення від залишків каталізатора. Може бути, найбільш істотно те, що полімеризація етилену в газовій фазі при низькому тиску під впливом радіації могла б бути технологічно оформлена у вигляді безперервного проточного процесу. З огляду на дуже великий і все зростаючої потреби в поліетилені в світовій економіці

потенційне значення виробничих безперервних процесів навряд чи може бути переоцінене.

Використання радіації дозволяє спростити технологічну схему виробництва оскільки може бути повністю автоматизована. Тому він особливо ефективний в умовах великотоннажного виробництва.

Є можливість використання радіації для підвищення адгезії високополімерів.

Останнім часом все більшого поширення набули експериментальні роботи, пов'язані з використанням радіації для синтезу нових високомолекулярних сполук, а також для модифікації властивостей вже готових полімерних продуктів. Як джерела енергії, що ініціюють полімеризацію, використовуються α , γ -випромінювання, нейтронне випромінювання і рентгенівські промені.

Використання радіації призвело б до значної економії в порівнянні з сучасними методами при синтезі гексахлорана згідно з розрахунками, наведеними в доповіді Комісії США з атомної енергії. Це представляє особливу важливість в даному випадку, так як швидкість реакції змінюється лише як квадратний корінь з інтенсивності радіації. Якщо джерело компактне, то помітні швидкості реакцій будуть відзначатися і на значній відстані від джерела.

З іншого боку, буде розглянуто варіант проведення реакції при підвищеній температурі з використанням радіації як фізичного каталізатора замість активної поверхні.

При полімеризації акрилонітрилу в емульсії (звичайний метод) дуже важко змусити реакцію йти до кінця. Використання радіації знімає ці труднощі.

При використанні радіації ряд труднощів відпадає, так як не потрібні ніякі каталізатори, і швидкість ініціювання визначається тільки інтенсивністю випромінювання. Таким чином, виявляється можливим проводити затвердіння повільно і при низьких температурах, уникаючи теплових руйнувань. При такому способі зразки можуть бути сформовані в напівобробленому стані і, отже, відпадає необхідність в складних і нагрітих формах для відливу.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

1.5. Виникнення радіаційних небезпек у атомній енергетиці

Ядерна енергетика або атомна енергетика — галузь енергетики, що використовує ядерну енергію для електрифікації і теплофікації; область науки і техніки, що розробляє методи і засоби перетворення ядерної енергії в електричну і теплову.

Перевагами ядерної енергетики перед енергетикою інших видів є велика теплотворна здатність ядерного палива (у 2 млн. разів більша, ніж нафти, і в 3 млн. разів більша, ніж вугілля), кращі економічні показники, менше забруднення навколишнього середовища. До того ж відпадає потреба використовувати кисень, якого на енергетичні потреби спалюється в 5 раз більше, ніж його споживають усі живі істоти. Крім того, запаси ядерного пального (якщо їх повністю використати) приблизно в 20 разів перевищують запаси органічного палива всіх видів.

Основа ядерної енергетики — атомні електростанції, які забезпечують близько 6 % світового виробництва енергії та 13-14 % електроенергії. За даними МАГАТЕ у 2013 році у світі працювало 437 промислових ядерних реакторів, розташованих на території 31 країни. Було збудовано також понад 150 суден з ядерними енергетичними установками.

Перша атомна електростанція (5 МВт), що поклала початок використанню ядерної енергії в мирних цілях, була побудована в СРСР, у місті Обнінську в 1954. За прогнозами фахівців, частка ядерної енергетики в загальній структурі вироблення електроенергії у світі буде безупинно зростати за умови реалізації основних принципів концепції безпеки атомних електростанцій. Головні принципи цієї концепції — істотна модернізація сучасних ядерних реакторів, посилення мір захисту населення і навколишнього середовища від шкідливого техногенного впливу, підготовка висококваліфікованих кадрів для атомних електростанцій, розробка надійних сховищ радіоактивних відходів тощо.

Промислові ядерні реактори спочатку розроблялися лише в країнах, що володіють ядерною зброєю. США, СРСР, Велика Британія і Франція активно досліджували різні варіанти ядерних реакторів. Однак згодом в атомній енергетиці

											лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата							

стали домінувати три основні типи реакторів, що розрізняються, головним чином, паливом, теплоносієм, (який застосовується для підтримки потрібної температури активної зони) і сповільнювачем(використовується для зниження швидкості нейтронів, що виділяються в процесі розпаду, і необхідні для підтримки ланцюгової реакції).

Станом на 2013 рік у світі використовуються шість основних типів ядерних реакторів: реактор з водою-охолоджувачем під тиском (PWR), або його аналог Водо-водяний енергетичний реактор (ВВЕР), Киплячий ядерний реактор (BWR), важководний реактор (HWR), газо-графітовий реактор (GCR), водо-графітовий реактор (LWGR/РБМК) та Ядерний реактор на швидких нейтронах (FBR).

Серед них перший (і найбільш поширений) тип — це реактор на збагаченому урані, у якому і теплоносієм, і сповільнювачем є звичайна, або «легка», вода (легководний реактор). Існують два основні різновиди легководного реактора: реактор, у якому пара, яка обертає турбіни, утворюється безпосередньо в активній зоні (киплячий реактор), і реактор, у якому пара утворюється у зовнішньому, або другому, контурі, який пов'язаний з першим контуром теплообмінниками і парогенераторами (Водо-водяний енергетичний реактор (ВВЕР). Розроблення легководного реактора почалася ще за програмами збройних сил США. Так, у 1950-х роках компанії «Дженерал електрик» та «Вестінгауз» розробляли легководні реактори для підводних човнів та авіаносців ВМФ США. Ці фірми були також залучені до реалізації військових програм з розроблення технологій регенерації та збагачення ядерного палива. У тому ж десятилітті в Радянському Союзі був розроблений киплячий реактор з графітовим сповільнювачем.

Другий тип реактора, який знайшов практичне застосування, — реактор з газоохолодженням (з графітовим сповільнювачем). Його створення також було тісно пов'язане з ранніми програмами розроблення ядерної зброї. В кінці 1940-х — початку 1950-х років Велика Британія і Франція, прагнучи до створення власних атомних бомб, приділяли основну увагу розробленню реакторів з газоохолодженням, які досить ефективно виробляють плутоній і до того ж можуть працювати на природному урані.

Третій тип реактора, що мав комерційний успіх, — це реактор, у якому і теплоносієм, і сповільнювачем є важка вода, а паливом слугує також природний уран. На початку ядерного століття потенційні переваги важководного реактора досліджувалися в ряді країн. Однак потім виробництво таких реакторів зосередилося головним чином у Канаді через її великі запаси урану.

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

РОЗДІЛ 2. Аналіз небезпек та заходів безпеки при використанні радіаційно небезпечних технологій

2.1 Аналіз небезпек радіаційно небезпечних технологій

Небезпека радіаційних технологій пов'язана з виникненням α -, β -, γ -частинок, а також жорсткого випромінювання, які, потрапляючи в живі клітини, викликають їх руйнування. Це відбувається в результаті іонізації - вибивання електронів з їх вихідних атомів, в результаті чого структура цих атомів, а також органічних молекул може докорінно змінитися. Причому настільки сильно, що, наприклад, довга органічна молекула може бути розірвана на декілька частин. Цілком очевидно, що доля кожної конкретної клітини залежить від дози отриманої нею радіації. Згубні наслідки надто вже добре відомі, і, думається, немає потреби про них тут поширюватися. Однак при ретельно контрольованому використанні потенційно смертельної радіації вона може приносити користь - при знищенні мікробів і злоякісних пухлин.

У найширшому сенсі слова, радіація (лат. "саяво", "випромінювання") - це процес поширення енергії в просторі у формі різних хвиль і частинок. Сюди можна віднести: інфрачервоне (теплове), ультрафіолетове, видиме світлове випромінювання, а також різні типи іонізуючого випромінювання. Найбільший інтерес з точки зору здоров'я і безпеки життєдіяльності представляє іонізуюча радіація, тобто види випромінювань, здатні викликати іонізацію речовини, на яке вони впливають. Зокрема, в живих клітинах іонізуюча радіація викликає утворення вільних радикалів, накопичення яких веде до руйнування білків, загибелі або переродження клітин, а в підсумку може викликати смерть макроорганізму (тварин, рослин, людини). Саме тому в більшості випадків під терміном радіація прийнято мати на увазі саме іонізуюче випромінювання.

Як відомо, вплив радіації на організм людини або тварини може бути двох видів: зсередини або ззовні. Здоров'я не додає ні один з них. Крім того, науці відомо, що внутрішній вплив радіаційних речовин небезпечніше зовнішнього.

Найчастіше радіаційні речовини потрапляють в наш організм разом із зараженою водою і їжею.

Радіаційний вплив, причиною якого можуть бути окремі виробництва, об'єкти і матеріали, є одним із найбільш небезпечних техногенних факторів, які мають негативний вплив на умови життя населення і навколишнє середовище. В Україні об'єктами державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки у сфері використання ядерної енергії є:

- 18 енергоблоків , які розташовано на 5 майданчиках АЕС;
- сховище відпрацьованого ядерного палива;
- 2 дослідницьких реактори;
- підприємства з видобутку та переробки уранової руди, які зосереджені в трьох областях України;
- об'єкт "Укриття" та після аварійні відходи у 30- кілометровій зоні Чорнобильської АЕС ;
- 8 підприємств, що займаються поводженням з радіоактивними відходами;
- діяльність підприємств, що використовують джерела іонізуючого випромінювання та радіаційне небезпечні технології.

На діючих атомних електростанціях використовується 13 енергоблоків з водо-водяними енергетичними реакторами.

Проектний термін експлуатації енергоблоків першого покоління АЕС становить майже 30 років, тривалість експлуатації більшості блоків - 12 - 16 років, а окремих з них - 20 і більше. Спрацьованість деякого устаткування, в тому числі елементів та систем, важливих для безпеки, наближується до меж терміну експлуатації. Отже, з 2010 до 2019 року завершиться проектний термін експлуатації дванадцяти з тринадцяти діючих енергоблоків.

Внаслідок діяльності атомних електростанцій в навколишнє природне середовище здійснюються газоаерозольні викиди (йод-131, довгоіснуючі радіонукліди, інертні радіоактивні гази) в атмосферу з вентиляційних труб енергоблоків та скиди радіонуклідів (^3H , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn) з водами АЕС у зовнішні водойми. Радіаційний вплив АЕС на населення здійснюється шляхом

									лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14				

впливу на атмосферу, на приповерхневий шар ґрунту, поверхневі води, підземні води, сільгосппродукцію, що виробляється у районі розташування АЕС.

Сумарні величини річних викидів радіоактивних речовин за останні чотири роки, йоду та за основними дозоутворюючими нуклідами, згаданими раніше, складають близько 1% від допустимого. Таким чином, сумарний річний викид і скид з АЕС формує на населення дозу опромінення не більшу ніж 1 мкЗіверт/рік. Природно, така добавка не може бути зафіксована в навколишньому середовищі на тлі дози від природного радіаційного фону, яка складає в Україні 1000 - 1500 мкЗв/рік.

Достовірно у навколишньому середовищі в районі розташування АЕС реєструються тільки радіонукліди цезію-137 та стронцію-90, які є результатом ядерних випробувань (фон до пуску АЕС) та наслідків аварії на ЧАЕС. Однак ці величини значно нижчі (у 10 тис. разів) допустимих концентрацій для населення в питній воді та атмосферному повітрі. Вміст радіоактивних речовин в об'єктах навколишнього середовища знаходиться на рівні чутливості використовуваних засобів і методів вимірювання.

Загальний стан протипожежного захисту АЕС залишається таким, що потребує покращання. Основними проблемними питаннями, які не вирішуються протягом ряду останніх років, є:

- обладнання приміщень з електронною апаратурою систем управління технологічним процесом, автоматичними установками газового пожежогасіння;
- влаштування систем димовидалення в евакуаційних коридорах реакторних відділень, які мають обмеження з навколишнім середовищем;
- обладнання систем вентиляції протипожежними клапанами;
- реконструкція автоматичних систем виявлення пожежі, ресурс технічної експлуатації яких вичерпаний.

Контроль за станом протипожежного захисту атомних електростанцій, який здійснюється органами державного пожежного нагляду, дав змогу протягом року виявити та усунути понад 14 тис. відхилень від вимог пожежної безпеки.

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

Крім того, слід врахувати, що в рамках усіх сценаріїв для атомної енергетики України необхідно реалізувати ефективні рішення для розвитку ядерно-паливного циклу та поводження з радіоактивними відходами й відпрацьованим ядерним паливом. При цьому пріоритетними питаннями поводження з радіоактивними відходами будуть:

- модернізація існуючих і створення нових технологічних ліній попередньої та глибокої переробки твердих і рідких радіоактивних відходів на АЕС;
- діставання зі сховищ і переробка раніше накопичених радіоактивних відходів;
- удосконалення контейнерного парку для збирання, транспортування і зберігання радіоактивних відходів.

Також необхідно розробити основні технічні рішення системи поводження і тривалого зберігання високорадіоактивних відходів і реалізувати першочергові заходи, пов'язані з прийманням і поводженням з радіоактивними відходами від переробки відпрацьованого ядерного палива. Для відпрацьованого ядерного палива нині реалізується так зване відкладене рішення – тривале (до 50 років) зберігання з подальшим прийняттям рішення про його переробку або поховання.

У перспективі Україні слід забезпечити:

- безпечну експлуатацію пристанційного сховища відпрацьованого ядерного палива сухого типу на АЕС;
- створення централізованого сховища сухого типу для відпрацьованого ядерного палива для діючих реакторів і перспективних енергоблоків;
- розробку стратегії та технології безпечного поводження з відпрацьованим ядерним паливом після закінчення терміну його тривалого зберігання.

2.2 Аналіз заходів безпеки у радіаційно небезпечних технологіях

У світі було створено міжурядовий форум для науково-технічного співробітництва в області мирного використання ядерних технологій та ядерної енергетики яка називається МАГАТЕ. Міжнародна агенція з атомної енергії або МАГАТЕ (англ. *International Atomic Energy Agency*) є провідним світовим міжнародним урядовим форумом науково-технічної співпраці в області мирного використання ядерної технології.

Згідно з Статутом двома основними цілями діяльності МАГАТЕ є контроль за мирним використанням атомної енергії і забезпечення того, що допомогу МАГАТЕ не буде використано у військових цілях.

МАГАТЕ встановлює стандарти ядерної безпеки і захисту довкілля, надає країнам-членам технічну допомогу, а також заохочує обмін науковою і технічною інформацією щодо ядерної енергії.

Однією з важливих функцій Агентства є забезпечення того, що ядерні матеріали і обладнання прямого та подвійного використання не використовуватимуть для військових цілей. Система гарантій МАГАТЕ базується на суворому контролі за використанням ядерних матеріалів, які здійснюють на місцях інспектори МАГАТЕ.

МАГАТЕ надає поради і практичну допомогу урядам різних країн щодо здійснення програм використання атомної енергії. Головна ціль цих програм — сприяти передачі навичок і знань для того, щоб країни могли здійснювати атомні програми ефективніше і безпечніше. Агентство пропонує радників й обладнання, навчає спеціалістів.

МАГАТЕ збирає інформацію стосовно кожного аспекту ядерних технологій і поширює її за допомогою своєї Міжнародної ядерної інформаційної системи. Агентство співпрацює з Всесвітньою організацією охорони здоров'я щодо проблем використання радіації в медицині і біології.

Найважливіший напрям діяльності МАГАТЕ — забезпечення нерозповсюдження ядерної зброї. У 1968 році 102 країни підписали договір про

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

нерозповсюдження ядерної зброї (ДНЯЗ). За Договором про нерозповсюдження ядерної зброї на МАГАТЕ покладена перевірка виконання зобов'язань його учасників. Контрольні функції Агентства — так звані гарантії МАГАТЕ — мають за мету не допустити в країнах, що не володіють ядерною зброєю, переключення ядерних матеріалів з мирного застосування на створення ядерної зброї.

МАГАТЕ затвердив новий знак, що попереджає про радіаційну небезпеку(рис 2.1).



Рис 2.1. Новий знак, що попереджає про радіаційну небезпеку

Радіаційна безпека покликана вирішити два основні завдання:

- зниження рівня опромінення персоналу і населення до регламентованих меж, а також охорону навколишнього природного середовища на основі комплексу медико-санітарних, гігієнічних та правових заходів;
- створення ефективної системи радіаційного контролю, яка дала б змогу оперативно реєструвати зміни різних параметрів радіаційної обстановки, на основі яких можна судити про рівень опромінення персоналу і населення, радіоактивного забруднення об'єктів довкілля і на цій підставі вживати заходів щодо нормалізації радіаційної обстановки у разі перевищення допустимих рівнів.

При цьому основними в забезпеченні радіаційної безпеки є принципи: нормування, обґрунтування та оптимізації.

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

- Принцип нормування – це обмеження допустимих рівнів індивідуальних доз опромінення громадян від усіх джерел іонізуючих випромінювань.
- Принцип обґрунтування – це заборона (обмеження) всіх видів діяльності по використанню джерел іонізуючих випромінювань, за яких одержана для людини і суспільства користь не перевищує ризику ймовірної шкоди, заподіяної додатковим до природного радіаційного фону опроміненням.
- Принцип оптимізації – це підтримка на допустимо низькому й можливому для досягнення рівні, з урахуванням економічних і соціальних факторів, індивідуальних доз опромінення і кількості опромінених осіб при використанні будь-якого джерела іонізуючого випромінювання.

2.2.1 Радіоактивні відходи

На території України розташовано понад 8000 різних установ та організацій, діяльність яких призводить до утворення радіоактивних відходів.

Основними виробниками радіоактивних відходів і місцями їх концентрації на сьогоднішній день є:

1. АЕС (накопичено 70 000 м³ РАВ).

Урановидобувна і переробна промисловість (накопичено 65,5 млн. тонн РАВ).

2. Медичні, наукові, промислові, інші підприємства та організації. Виконання робіт по збиранню, транспортуванню, пере-робці і тимчасовому зберіганню радіоактивних відходів та джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) від усіх цих підприємств і організацій, незалежно від їх відомчої підпорядкованості, здійснює Українське державне об'єднання “Радон” (накопичено 5 000 м³ РАВ).

3. Зона відчуження Чорнобильської АЕС (понад 1,1 млрд. м³ РАВ).

Підприємства по похованню радіоактивних відходів. Незалежно від відомчої приналежності, всі організації та підприємства (крім АЕС) передають радіоактивні

відходи на міжобласні спеціалізовані комбінати (МСК) державного об'єднання “Радон”, яке має у своєму складі 6 спецкомбінатів: Київський, Донецький, Одеський, Харківський, Дніпропетровський, Львівський.

Одеський, Харківський, Дніпропетровський і Львівський спецпідприємства приймають і заховують низько- та середньоактивні радіоактивні відходи Київський МСК може приймати тільки для тимчасового зберігання радіоактивні відходи низької та середньої активності. З 15.07.96 року дія ліцензії Київського МСК відносно цієї діяльності призупинена через невиконання ним особливих умов ліцензії. Донецький спецкомбінат не має вільних сховищ для зберігання та поховання РАВ.

Внаслідок недосконалих конструкцій старих сховищ для радіоактивних відходів на Київському та Харківському державних МСК виникло забруднення підземних вод радіонуклідами тритію поза межами сховищ. Проекти сховищ РАВ і ДІВ на спецкомбінатах були розроблені в кінці 50–х років. Основною причиною розповсюдження радіонуклідів поза межі сховища РАВ, у тому числі законсервованих є недосконалість конструкції сховищ. У сховищах РАВ і ДІВ накопичується вода, яка проникає з атмосферними опадами та утворюється внаслідок конденсації. Розповсюдження радіонуклідів із сховищ відбувається внаслідок порушення гідроізоляції.

Важливим завданням на сьогоднішній день додатково до державної програми поводження з радіоактивними відходами необхідно включити – здійснення перепоховання твердих радіоактивних відходів із сховищ та реконструкцій. Поховання джерел іонізуючого (гамма- та нейтронного) випромінювання має проводитися тільки у спеціалізованих сховищах шляхом безконтейнерного розвантаження джерел, проте в Україні ДІВ ховають здебільшого у захисних контейнерах. На сьогоднішній день сховища для твердих РАВ заповнені майже повністю або на 80 – 90% на більшості спецпідприємств, крім Харківського та Львівського спецкомбінатів.

Дослідницькі атомні реактори. На території України знаходяться 2 дослідницьких реактори (які розташовані у м.Києві та у м.Севастополі), та одна

							лист
					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14		
Зм.	Лист	№ документи	Підпис	Дата			

критична збірка (м.Харків), яка на теперішній час знаходиться в зупиненому стані. Реактори були споруджені для різного роду дослідницьких робіт. Небезпека від можливої аварії на реакторах загрожує радіоактивним викидом у першу чергу населенню міст, у яких вони розташовані. За архівними даними, на Київському реакторі були аварії у 1968, 1969 і 1970 роках. Тільки у 1968 році в навколишнє середовище було викинуто 40 кюрі радіоактивного йоду, що перевищило допустиму норму у 400 разів. 4.02.70 р. на реакторі в результаті аварії було опромінено 17 чоловік. Крім того ми повинні знати, що реактори знаходяться в зоні польотів повітряного транспорту.

Підприємства по видобутку та переробці уранової руди. Підприємства по видобутку та переробці уранових руд знаходяться у Дніпропетровській, Кіровоградській та Миколаївській областях і належать до виробничого об'єднання "Східний гірничо-збагачувальний комбінат" (ВО СГЗК). Видобування уранової руди, головним чином, провадиться на Жовтоводському, Кіровоградському та Смолінському рудниках. У 1996 році передано для промислового використання Новоконстантинівське родовище, Давлатівське та Братське родовища (Дніпропетровська та Миколаївська області) вже декілька років не експлуатуються і там продовжуються рекультиваційні роботи, після чого землі будуть передані у господарське використання.

Переробка уранових руд з метою отримання закису-окису урану виконується на гідрометалургійному заводі ВО СГЗК, що знаходиться у промзоні м.Жовті Води Дніпропетровської області. Характерним для уранодобування та уранопереробки є те, що майже всі їх відходи являють собою джерела радіоактивного забруднення навколишнього середовища.

Джерела іонізуючого випромінювання в промисловості, медицині, дослідженнях та сільському господарстві. Україна належить до держав з дуже розвинутим використанням джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) по всім напрямкам господарчої та наукової діяльності. Нині в державі існує близько 8000 підприємств та організацій (тільки по м.Києву близько 400), які використовують більше 100 тисяч ДІВ.

З метою оперативного та узгодженого оповіщення про значущість з точки зору безпеки подій на ядерних установках, про які надаються повідомлення міжнародною групою експертів Міжнародної агенції з атомної енергії та Агенції з ядерної енергії Організації економічного співробітництва та розвитку створена та використовується міжнародна шкала ядерних подій.

2.2.2 Організація радіаційної безпеки на АЕС

Ядерна енергетична установка вважається безпечною, якщо її радіаційний вплив на персонал, населення і навколишнє середовище в процесі нормальної експлуатації та проектних аваріях не призводить до перевищення встановлених доз опромінення персоналу та населення і нормативів по викидах і скидах радіоактивних речовин у навколишнє середовище, а також обмежує вплив при позапроектних аваріях. Ця якість реалізується з використанням спеціальних норм і правил з безпеки при проведенні робіт з джерелами іонізуючих випромінювань.

Відповідно до закону України "Про використання ядерної енергії та радіаційної безпеки" категорії радіаційна безпека та радіаційний захист характеризуються такими визначеннями:

- радіаційна безпека - дотримання допустимих меж радіаційного впливу на персонал, населення та навколишнє природне середовище, встановлених нормами, правилами та стандартами з безпеки;
- радіаційний захист - сукупність радіаційно-гігієнічних, проектно-конструкторських, технічних та організаційних заходів, спрямованих на забезпечення радіаційної безпеки.

Таким чином, радіаційна безпека - це мета, досягнення якої є обов'язковою при експлуатації АЕС, а радіаційний захист - засіб досягнення цієї мети.

Радіаційний захист при проведенні робіт, пов'язаних з використанням ядерних установок та джерел іонізуючих випромінювань, ґрунтується на таких основних принципах:

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

- не може бути дозволена ніяка діяльність, якщо перевага від такої діяльності менше, ніж можлива завдана нею шкоду;
- величина індивідуальних доз, кількість опромінюваних осіб і ймовірність опромінення від будь-якого конкретного джерела іонізуючого випромінювання повинні мати найнижчі показники, яких можна практично досягти з урахуванням економічних і соціальних чинників;
- опромінення окремих осіб від усіх джерел та видів діяльності не повинен перевищувати встановлених дозових меж за нормами, правилами і стандартами з радіаційної безпеки.

Загальне керівництво щодо забезпечення радіаційної безпеки АЕС очолює її директор, на якого покладається відповідальність за розробку програми радіаційного захисту АЕС та організацію контролю її виконання. Головний інженер АЕС персонально відповідає за організацію і технічне забезпечення радіаційної безпеки, виконання програми радіаційного захисту АЕС. Керівники підрозділів АЕС несуть персональну відповідальність за вивчення і виконання підлеглим персоналом правил та інструкцій з радіаційної безпеки, Програми радіаційного захисту АЕС.

Радіаційний контроль - це частина організаційних і технічних заходів радіаційного захисту АЕС, спрямованих на контроль за дотриманням норм радіаційної безпеки та основних санітарних правил роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань, а також отримання, обробку і представлення вимірювальної інформації про стан радіаційної обстановки в усіх режимах експлуатації АЕС.

Радіаційний контроль на АЕС виконується за такими основними напрямками:

- контроль захисних бар'єрів на шляху розповсюдження радіонуклідів;
- технологічний контроль середовищ експлуатації обладнання;
- дозиметричний контроль;
- контроль навколишнього середовища;

											лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата							

- контроль за нерозповсюдженням радіоактивних забруднень.

Радіаційний контроль за нерозповсюдженням радіоактивних забруднень включає в себе:

- контроль рівня забруднення радіоактивними речовинами поверхонь виробничих приміщень і обладнання, шкірних покривів, взуття, виробничого одягу, засобів індивідуального захисту персоналу при перетині ними кордону зони суворого режиму;
- контроль рівня забруднення радіоактивними речовинами виносяться і які вивозяться з АЕС устаткування і матеріалів, транспортних засобів при перетині ними кордону території АЕС;
- контроль рівня забруднення радіоактивними речовинами особистого одягу та взуття персоналу при перетині ними кордону території АЕС.

Радіаційний контроль навколишнього середовища включає в себе:

- контроль активності і радіонуклідного складу організованого викиду в атмосферу - аерозолів, ізотопів йоду в аерозольній і молекулярній фракціях і інертних радіоактивних газів;
- контроль активності і радіонуклідного складу атмосферних випадань з допомогою планшетів;
- контроль активності і нуклідного складу скидів в навколишнє середовище,
- контроль активності і нуклідного складу рідких і твердих радіоактивних відходів;
- контроль активності і радіоактивного складу витоків радіоактивних речовин зі сховищ твердих відходів (ХТО) і сховищ рідких відходів (ХЖО);
- контроль потужності дози гамма-випромінювання і річної дози на місцевості в санітарно-захисній зоні та зоні спостереження.

Радіаційний технологічний контроль включає в себе:

						лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	

- контроль об'ємної активності технологічних середовищ, в тому числі до і після фільтрів водоочищення і Спецгазоочистка;
- контроль об'ємної активності аерозолів, інертних радіоактивних газів в необслуговуваних приміщеннях, локалізуючих і вентиляційних системах.

Радіаційний дозиметричний контроль включає в себе:

- контроль індивідуальних і колективних доз зовнішнього опромінення персоналу;
- контроль вмісту радіоактивних речовин в організмі працюючих;
- контроль потужності дози гамма-випромінювання в обслуговуваних, періодично обслуговуваних приміщеннях і на проммайданчику АЕС;
- контроль потужності дози нейтронів в центральному залі реактора, в суміжних з реактором приміщеннях і на ділянках поводження зі свіжим та відпрацьованим паливом;
- контроль об'ємної активності і нуклідного складу радіоактивних газів і аерозолів в повітрі виробничих приміщень;
- контроль щільності потоку бета-випромінювання в обслуговуваних, періодично обслуговуваних приміщеннях і на проммайданчику АЕС.

2.2.3. Радіаційна безпека у медицині.

Початкове лікування при опроміненні повинно бути спрямоване на усунення життєво погрожуючих пошкоджень; порушень прохідності дихальних шляхів, кровотечі та циркуляторних розладів. Пацієнти, які зазнали рентгенівському або гамма-випромінювання, не представляють радіаційної небезпеки для оточуючих. Радіація як така не виявляється ні на тілі опроміненого, ні на його одязі. Поразка тканин виникає миттєво і проявляється через якийсь час. Опромінення може бути місцевим або загальним. Відразу ж після усунення життєво погрожуючих ушкоджень визначається поверхневе радіаційне забруднення за допомогою лічильника Гейгера - Мюллера, а також можливе заковтування або вдихання

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

радіоактивних речовин. Лічильник Гейгера - Мюллера необхідний при визначенні бета-частинок і гамма-променів. Для виявлення альфа-радіації він повинен бути забезпечений спеціальним пристроєм (вікно) через низьку проникаючої здатності альфа-частинок. Представник органів охорони здоров'я повинен на місці отримати дані про передбачувану дозу опромінення, природі експозиції, типі радіації і тривалості її впливу. При цьому в межах допустимих меж необхідно організувати дезактивацію місцевості.

Лікування включає накладення пов'язок на відкриті рани, зняття з пацієнта одягу та приміщення зараженого матеріалу в закриваються ємності. Захист відкритих ран дозволяє уникнути додаткового радіоактивного забруднення при митті або роздяганні потерпілого. Наступним заходом є миття пацієнта водою з милом. Приміщення пацієнта на спеціальний стіл зі стоками дозволяє збирати заражену воду в контейнери. У разі вдихання, проковтування або попадання у відкриту рану різних радіоактивних речовин у формі твердих частинок, рідини або пилу відбувається їх інкорпорування. Оскільки такий матеріал є джерелом внутрішнього опромінення і здатний викликати велике ураження клітин, а також через можливого постійного інкорпорування деяких радіоактивних елементів в тканини організму показано негайне лікування (виведення радіоактивних речовин). Застосування хелатів призводить до утворення виводу стабільних комплексів, що містять радіоеlementи. Радіоактивні ізотопи ефективно зв'язуються хелатами і згодом екскретуються при введенні діетиленetriаминпентауксусной кислоти (ДТПк). Таку терапію необхідно провести протягом 1 години після внутрішньої контамінації. Хелатні агенти ефективні тільки для трансуранових елементів і деяких важких металів.

Хоча відділення радіаційної медицини можуть розташовувати запасами розчину ДТПк, останній буває занадто розведеним і не може ефективно використовуватися як хелатний агент при усуненні внутрішнього радіоактивного забруднення. При радіаційних ураженнях ДТПк можна замовити в спеціалізованому центрі невідкладної допомоги в Oak Ridge (штат Теннессі). Слід, однак, пам'ятати, що ДТПк сама по собі небезпечна для використання.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документу	Підпис	Дата		

Якщо (незважаючи на промивання та очищення) значна кількість радіоелементів залишається в рані, її необхідно залишити відкритою на 24 години. Велика частина що залишився радіоактивної речовини виділятиметься з кров'ю і ексудатом і може бути, потім видалена при обробці рани. У разі значного радіаційного ураження кінцівки і неможливості адекватної деконтамінації розглядаються показання до ампутації. Як правило, від ампутації утримуються, якщо тільки кінцівка не пошкоджена до такої міри, що її функціональне відновлення мало ймовірно, або якщо забруднення радіонуклідами не є настільки важким, що передбачається виникнення обширного і глибокого радіаційного некрозу. Вислів говорить: проводь деконтамінацію, але не каліч.

Втім, необхідність у ампутації виникає рідко; проводяться енергійне очищення та хірургічна обробка. Такі процедури зазвичай можуть виконуватися без шкоди для функціонального відновлення кінцівки.

При ураженні плутонієм або іншими довго діючими елементами з альфа-випромінюванням, для яких ДТПК є ефективним хелатним агентом, показано термінове проведення місцевого та внутрішньовенного лікування розчином ДТПК, переважно до хірургічної деконтамінації.

Йодистий калій ефективно блокує поглинання радіоактивного йоду щитовидною залозою, якщо він призначається в межах декількох годин після дії радіації. Постраждалі у віці від 1 року і старше повинні щодня одержувати 130 мг йодистого калію (перорально) протягом 14 днів. Доза для дітей до 1 року складає 65 мг. Антациди осаджують у шлунку багато металу у формі нерозчинних гідроокисей, а проносні засоби можуть скоротити час проходження цих сполук по шлунково-кишковому тракту. Гель фосфату алюмінію (100 мл) зменшує кишкове всмоктування радіоактивного стронцію на 85%, а сульфат барію осаджує радій.

Протягом початкового періоду лікування проводиться повний клінічний аналіз крові з визначенням формених елементів і визначенням кількості тромбоцитів. Пацієнтам, які отримали більше 200 рем, показана повна ізоляція; пізніше можуть знадобитися переливання крові та її компонентів. Депресія кісткового мозку зазвичай виявляється через 20 - 30 днів після опромінення. У

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

серйозних випадках проводяться культуральні дослідження; при перших же ознаках інфекції призначається антибіотикотерапія; здійснюється профілактика грибкової інфекції.

Радіаційні опіки подібні до електроопіків, при яких фізичні ознаки ураження спочатку можуть бути мінімальними. При опіках потоком бета-частинок може знадобитися висічення всієї товщі ураженої шкіри з наступною шкірною пластикою.

Постраждалі від радіації можуть також зазнати впливу хімічних агентів. Так, берилій, що входить до складу багатьох видів ядерної зброї, може виділятися у вигляді пари і диму, які в свою чергу здатні викликати респіраторний дистрес, нервові розлади і лихоманку. Попадання берилію у відкриту рану призводить до значного уповільнення її загоєння. Лікування легеневого ускладнення включає, крім дихання киснем, призначення етилендіамінтетраоцетової кислоти (ЕДТК) або інших ефективно діючих хелатів. Свинець, що використовується в різних пристроях атомної зброї для захисту, при згорянні виділяє токсичні пари, здатні викликати пневмоніт і дерматит. До таких же наслідків призводить вдихання газів, що утворюються при горінні пластичних матеріалів, що застосовуються в більшості ядерних пристроїв.

2.2.4 Радіаційна безпека у сільському господарстві.

По вивченню накопичення основних радіологічним значущих нуклідів доміантними видами рослинного покриву встановлені варіаційно-статистичні показники вмісту радіонуклідів в рослинному покриві. Виявлено, що накопичення штучних радіонуклідів основними представниками рослинних формацій залежить від видових особливостей рослин. У загальній проблемі охорони навколишнього середовища певний інтерес представляє вивчення закономірностей надходження радіонуклідів в рослини. Ще В.І. Вернадський зазначав, що рослинність, під впливом якої здійснюється біогенна міграція та накопичення хімічних елементів, має великий вплив на поведінку радіонуклідів у біосфері. Біогенна міграція

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

радіонуклідів проявляється в залученні їх в малий біологічний кругообіг речовин. Розміри накопичення радіонуклідів рослинами, залежно від їх біологічних особливостей, може досягати значних розмірів. Такими є рослини-концентратори радіонуклідів, на основі яких розроблено радіобіохімічний метод пошуку рудних родовищ. На розміри накопичення радіонуклідів рослинами значний вплив мають шляхи їх надходження в рослинний організм. У залежності від середовища (атмосфера, ґрунтово-рослинний покрив), в яку потрапляють радіонукліди, розрізняють три шляхи їх надходження в рослини. Листове засвоєння, тобто засвоєння осідають з атмосфери радіонуклідів безпосередньо через листя; засвоєння з поверхневою кореневою дернини, цей шлях характерний для пасовищних лугових рослин; засвоєння безпосередньо з ґрунту. Частина випадають з атмосфери радіонуклідів, засвоюваних через надземні органи рослин, залежно від конкретних умов, може бути різним. При механічному забрудненні, коли радіонукліди не проникають в тканини рослин, його забрудненість в основному залежить від його морфологічних особливостей. Чим більше розвинена листова поверхня, тим вище забрудненість. Аналогічно забрудненість вище у тих частин рослин, які доступні для осідають радіонуклідів. Наприклад, листя і стебла по-різному затримують випадання. А при іншому шляху забруднення, коли радіонукліди проникають в тканину рослини і пересуваються в листя, стебла і генеративні органи, його забрудненість в значній мірі залежить від біологічних особливостей рослини, фази розвитку, часу випадання опадів і т. д. і приблизно підпорядковується закономірностям позакореневого мінерального харчування. Засвоєння радіонуклідів з кореневої дернини характерно для лугових трав. У цьому випадку дернина є двояким "резервуаром" радіонуклідів. З одного боку, в ній накопичуються радіонукліди, засвоєні за минулі роки, а з іншого - дернина безпосередньо поглинає радіонукліди, що випадають на її поверхню. Радіонукліди цього "резервуара" зазвичай легкодоступні відростаючих зеленій масі трав і є одним з основних шляхів надходження в рослини. У міру того як кількість радіоактивних опадів буде зменшуватися, роль ґрунтового шляху надходження радіонуклідів буде збільшуватися. В даний час при загальному спаді глобальних

випадінь основним джерелом радіоактивного забруднення стає ґрунт. Радіонукліди, які потрапляють у ґрунт, надходять з неї в рослини інакше, ніж при авральному засвоєнні. На відміну від аврального, коли радіонукліди проникають в рослини без носія, з ґрунту вони надходять у рослини разом з ізотопами і неізотопними носіями. У зв'язку з цим, вивчення біогенної міграції радіонуклідів, що виявляється в залученні їх в біологічний кругообіг, є актуальним питанням екології радіонуклідів. У цьому питанні рослини можуть розглядатися, з одного боку, як біогенні індикатори радіоекологічної обстановки досліджуваного регіону, а з іншого боку - як об'єкти еколого-гігієнічного регламентування, що вимагають дещо іншого підходу.

Коріння рослин крім постачання надземної частини рослин радіонуклідами самі виступають свого роду «резервуаром» де відбувається накопичення втягуються в біологічний кругообіг радіонуклідів. З коренів вивільнення радіонуклідів йде за рахунок прижиттєвого «корнеопада» і за рахунок розкладу після припинення періоду вегетації. Таким чином, коріння виступають в якості постачальника легкодоступних для рослин форм радіонуклідів. Результати статистичної обробки вмісту радіонуклідів у коренях основних доміантних рослин показують, що ступінь варіювання досліджуваної величини знаходиться переважно в межах градації незначної та середньої, а довірчі інтервали практично у всіх рослин вузькі. Для коренів також характерним є відносно низька накопичення радіонуклідів, ніж надземними частинами рослин.

2.2.5. Радіаційна безпека у гірничій промисловості

Радіаційна безпека в гірничій промисловості – стан умов праці на об'єктах гірничої промисловості, при якому виключається можливість радіаційного переопромінювання робочого персоналу. Особлива увага дотриманню норми радіаційної безпеки приділяється на підприємствах з видобутку та переробки уранових руд.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Радіаційний вплив відбувається через вдихання повітря, в якому є радіоактивні еманації (радон і т.п.), продукти їх розпаду та радіоактивний пил, за рахунок випромінювання від стін гірничих виробок чи відбитої гірничої маси. Основний захід боротьби – вентиляція. Для захисту органів дихання від пилу застосовують респіратори. Систематично проводиться дозиметричний контроль та медичний огляд працівників.

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

3.1. Проблеми ядерно-радіаційної безпеки та шляхи їх вирішення

На всіх об'єктах атомної енергетики реалізується значний комплекс технічних і організаційних заходів, спрямованих на мінімізацію несприятливого радіаційного впливу на людину і навколишнє середовище. Ця діяльність включає наступні напрями:

- реалізація глибоко ешелонованого багатобар'єрного захисту в системі розповсюдження радіоактивних речовин і систем захисту та контролю цих бар'єрів;
- застосування технічних систем, що забезпечують подолання порушень нормальної експлуатації, та спеціальних систем безпеки, спрямованих на подолання аварій з високим ступенем резервування та реалізацію захисту навіть без участі персоналу;
- використання систем управління і контролю процесів та контролю радіаційної обстановки, побудованими на принципах резервування та застосуванні технічних засобів високого ступеня надійності;
- забезпечення безпеки при всіх екстремальних природних і техногенних впливах з імовірністю 1 раз на 10000 років;
- застосування технічних рішень, що мінімізують утворення радіоактивних відходів за рахунок досконалості технологічних процесів, систем очищення радіаційнозабруднених середовищ з поверненням очищених середовищ в технологічний цикл;
- обов'язкове очищення забруднених скидів та викидів, недопущення неконтрольованих викидів в навколишнє середовище.

У складі проектів АЕС передбачаються спеціальні аналізи безпеки, засновані на сучасних методах детерміністичного та імовірнісного аналізу з обґрунтуванням виконання вимог нормативних документів, в тому числі в частині впливу на навколишнє середовище.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

На сучасних АЕС відповідно до проектів рівень впливу на навколишнє середовище при нормальній експлуатації істотно нижче критеріїв радіаційного впливу на людину і навколишнє середовище, встановлених у нормативних документах. Це положення забезпечується для всіх діючих АЕС, у тому числі в Україні.

У табл. 3.15 представлені оціночні показники зниження величин викидів АЕС в результаті впровадження захисних заходів у співвідношенні з проектними величинами викидів АЕС (у %).

Наведені дані свідчать про достатній запас міцності систем безпеки сучасних АЕС при дотриманні норм радіаційної та екологічної безпеки для проживання населення і навколишнього середовища.

У реальній експлуатації на діючих АЕС газоаерозольних викидів значно менше проектних, а інші радіоактивні викиди і скиди практично виключені. Так, добові газоаерозольні викиди на АЕС з реактором типу ВВЕР-1000 на Хмельницькій та Запорізькій АЕС складають для радіоактивних благородних газів лише 1,5%, для йоду-131 – 0,4%, для довгоживучих ізотопів – 0,02% нормативних.

Важливим чинником забезпечення безпеки, у тому числі радіаційної, є реалізація заходів щодо запобігання позапроектних (важких) аварій та заходів з мінімізації впливів при таких аваріях. При цьому розглядаються надзвичайно рідкісні події з імовірністю нижче 1 разу на мільйон років (це істотно більш «жорсткі» умови, ніж в інших небезпечних галузях промисловості й народного господарства).

Таблиця 3.15 Оціночні показники зниження величин викидів АЕС в результаті впровадження захисних заходів

Нормований показник	Зниження питомої активності викидів у порівнянні з нормативними значеннями за рахунок впровадження системи безпеки, у %
Радіоактивні благородні гази	90
Йод-131	5

Довгоживучі нукліди	11
Короткоживучі нукліди	12,5

У процесі розвитку атомної енергетики спостерігається неухильна тенденція зниження імовірності несприятливих наслідків навіть у випадку надзвичайно рідкісних аварійних подій. У відповідності з проектами сучасних АЕС навіть при зазначених вище надзвичайно рідкісних аварійних подіях не потрібне застосування спеціальних заходів щодо тимчасового відселення людей за межі 1–2 км від АЕС.

Незважаючи на високий рівень безпеки, досягнутий в атомній енергетиці, з урахуванням потенційної небезпеки вся наступна діяльність в атомній енергетиці України повинна бути спрямована на вирішення наступних завдань:

- підвищення рівня безпеки діючих АЕС з впровадженням додаткових заходів (в даний час реалізується спеціальна програма), продовження цих робіт з урахуванням досвіду експлуатації на базі вдосконалення нормативної бази;
- реалізація технічних рішень, спрямованих на мінімізацію РАВ, створення державної системи поводження з РАВ, включаючи всі стадії поводження, з мінімізацією наслідків для навколишнього середовища;
- використання сучасних енергоблоків з найвищими показниками безпеки, досягнутими в атомній енергетиці, при створенні нових потужностей;
- вдосконалення системи контролю та моніторингу, в тому числі навколишнього середовища;
- створення системи максимальної відкритості атомної енергетики для громадськості.

Роль атомної енергетики у збереженні та подальшому розвитку цивілізації незаперечна. Вже зараз очевидно, що економічно вигідних і одночасно екологічно «чистих» енергоносіїв бути не може. Але зі зростанням масштабів розвитку атомної енергетики в світі збільшується внесок впливу випромінювання на все населення в результаті попадання радіонуклідів у навколишнє середовище.

Таким чином, враховуючи результати існуючих прогнозів про виснаження до середини – кінця наступного століття запасів нафти, природного газу та інших традиційних енергоресурсів, скорочення споживання вугілля (якого, за

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

розрахунками, мало вистачити на 300 років) з-за шкідливих викидів в атмосферу, а також беручи до уваги запаси ядерного палива, якого за умови інтенсивного застосування реакторів-розмножувачів вистачить не менше ніж на 1000 років, можна вважати, що на даному етапі розвитку науки і техніки теплові, атомні та гідроелектричні джерела будуть ще довгий час переважати над рештою джерел електроенергії.

Подальший розвиток атомної енергетики потребує всебічного підвищення рівня її безпеки і посилення міжнародного співробітництва для використання найвищих досягнутих стандартів, а також критичного ставлення до недостатньо надійних технологічних систем і елементів.

3.2. Система моніторингу радіаційної безпеки на Україні.

Радіаційна безпека - це забезпечення захисту від іонізуючого опромінення окремих осіб, їх потомства і людства в цілому, і в той же час створення відповідних умов для необхідної практичної діяльності людини, під час якої люди можуть потрапляти під дію іонізуючих випромінювань. Дозиметричний контроль забруднених територій проводиться для своєчасного отримання даних про дози опромінення людей та ступінь зараження місцевості, техніки тощо, для вжиття заходів щодо зменшення небезпеки радіаційного ураження. Контроль щодо опромінення людей виконується груповими та індивідуальними методами. Прилади, що призначені для виявлення та вимірювання радіоактивних випромінювань, називаються дозиметричними.

В Україні було створено автоматизовану систему контролю радіаційної обстановки- АСКРО.

Мета створення автоматизованої системи контролю радіаційної обстановки (АСКРО) - підвищення рівня контролю радіаційних параметрів АЕС шляхом автоматизації процесів вимірювання, збору, обробки, візуалізації, архівування та зберігання інформації про параметри радіаційної обстановки (РО).

Призначення АСКРО:

- здійснення безперервного контролю радіаційної обстановки (РО) на проммайданчику АЕС, в санітарно-захисній зоні та зоні спостереження у всіх режимах експлуатації АЕС (при нормальній роботі, проектних і позапроектних аваріях і зняття з



Рис 3.2. АСКРО

експлуатації) в обсязі, достатньому для оперативного висновку про відповідність / невідповідність РО вимогам нормативних документів, що визначають заходи і порядок забезпечення радіаційної безпеки на АЕС;

- забезпечення достовірною інформацією про РО в навколишньому середовищі та прогнозуванні змін РО в часі, а також для отримання інформації, необхідної для визначення активності і складу радіонуклідів, що надійшли за межі АЕС;

- надання рекомендацій при прийнятті рішень для ліквідації / ослаблення радіаційних наслідків аварії.

Основними функціями АСКРО є:

- автоматичний збір і обробка параметрів РО;
- автоматичний збір і обробка метеопараметрів та інших параметрів не радіаційного походження;
- перевірка інформації на достовірність, сигналізація про перевищення контрольних рівнів;
- збереження інформації в довгостроковому архіві;
- відображення поточної і ретроспективної інформації про параметри системи;
- обмін інформацією АСКРО з іншими суміжними системами.

АСКРО збирає інформацію в режимі реального часу, тривалий час її зберігає і надає поточну і ретроспективну інформацію про метеорологічні параметри та

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

радіаційний стан у встановлених місцях контролю. Такого обсягу інформації достатньо, щоб зробити висновок про перевищення або неперевищення допустимих рівнів, встановлених в "Нормах радіаційної безпеки України" для персоналу і населення на промайданчику, санітарно-захисній зоні та зоні спостереження.

Система забезпечує автоматичне вимірювання наступних радіаційних і метеорологічних параметрів:

Табл. 3.2 Параметри збору АСКРО

Параметр	Діапазон вимірювань	Одержані дані
Швидкість вітру	Від 0,4 до 75 м/с	поточне усереднення за 2 хв
Напрямок вітру	Від 0 до 360°	поточне усереднення за 2 хв
Температура повітря	Від -40 до 60° С	поточне усереднення за 1 хв
Відносна вологість повітря	Від 0 до 100 %	поточне усереднення за 1 хв
Атмосферний тиск	Від 600 до 1100 гПа	поточне усереднення за 1 хв
Інтенсивність сонячного випромінювання	Від 0 до 2000 Вт/м ²	поточне усереднення за 1 хв
Радіаційний баланс	Від -2000 до 2000 Вт/м ²	поточне усереднення за 1 хв
Кількість опадів	Від 0.2 мм	поточне усереднення за 1 хв
інтенсивність опадів	0.1 ÷ 999 мм/ч	Середнє значення за 1 хв
видимість	10 ÷ 2000 м	поточне усереднення за 1 хв
Тип погоди	-	Щохвилини 44 типу погоди за кодами ВМО
Категорія стійкості атмосфери	A ÷ G	Розрахунковий параметр за показаннями датчиків з пунктів №1,6,7.
Швидкість горизонтального вітру	Від 0 до 50 м/с	поточне усереднення за 1 час

	Параметр	Діапазон вимірювань	Одержані дані
	Напрямок горизонтального вітру	Від 0 до 360°	поточне усереднення за 1 час
	Температура повітря	Від -10 до 50° С	поточне усереднення за 1 час

Устаткування постів контролю розміщується в стаціонарних пост-контейнерах, оснащених системами охоронної та пожежної сигналізації, а також системами клімат-контролю.

АСКРО функціонує в двох режимах контролю - НРО (нормальної радіаційної обстановки) та АРО (аварійної радіаційної обстановки). Основний режим НРО відповідає нормальному режиму роботи АЕС. Переклад АСКРО в режим АРО здійснюється автоматично або за командою чергового інженера при перевищенні рівня потужності еквівалентної дози чи у випадках, передбачених «Регламентом радіаційного контролю АЕС». Персонал Лабораторії АСКРО забезпечує контроль функціонування всіх технічних і програмних засобів АСКРО в цілодобовому режимі.

Збір інформації про радіаційний стан та метеопараметров проводиться 1 раз в 2 хвилини.

3.3. Засоби вимірювання параметрів радіаційної безпеки

Основне завдання дозиметрії - визначення дози випромінювання в різних матеріалах, середовищах і особливо в тканинах живого організму з метою виявлення, оцінки та попередження можливої радіаційної небезпеки для людини. Інакше, основне завдання дозиметрії зводиться до забезпечення радіаційної безпеки при проведенні робіт в умовах іонізуючих випромінювань.

Основною дозиметричною величиною за допомогою якої оцінюється дія радіації є доза опромінення – кількість поглинутої енергії одиницею маси тіла. Основними дозиметричними величинами за допомогою яких оцінюється дія радіації

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

на людину є поглинута і еквівалентна доза її опромінювання. Поглинута доза – це основна дозиметрична величина для оцінки радіаційної небезпеки.

Еквівалентна доза – дозиметрична величина для оцінки шкоди здоров'ю людини від дії іонізуючого випромінювання будь-якого складу дорівнює добутку поглинутої дози на коефіцієнт якості. Коефіцієнт якості випромінювання дорівнює: для гамма і бета випромінювання – одиниці для альфа випромінювання – двадцяти.

Експозиційна доза визначається тільки для повітря при гамма і рентгенівському випромінюванні.

Єдиним доступним для звичайної людини способом визначити рівень радіації і радіоактивності є використання спеціального приладу – дозиметра (радіометра). Принцип вимірювання полягає в реєстрації і оцінці кількості частинок радіаційного випромінювання за допомогою лічильника Гейгера-Мюллера. В основу дії дозиметричних приладів покладені наступні основні методи виявлення іонізуючих випромінювань:

1. Фотографічний метод заснований на здатності іонізуючих випромінювань вибивати електроні зв'язки з молекул бромистого срібла, що входить до складу емульсії фотоплівки. Створені при цьому мікрокристали срібла, які при проявленні фотоплівки виглядають на ній як темні ділянки.

2. Хімічний метод заснований на здатності іонізуючих випромінювань підвищувати оптичну щільність розчинів.

3. Сцинтиляційний метод полягає в здатності деяких хімічних сполук (наприклад, сірчистого цинку, йодистого натрію) випускати спалахи світла під дією іонізуючих випромінювань. Спеціальний пристрій – фотоелектропомножувач – вимірює енергію цих спалахів і по ній дозволяє судити про потужність експозиційної дози випромінювання.

4. Іонізаційний метод полягає в здатності іонізуючих випромінювань підвищувати електропровідність повітря й газів. Виникаючий іонізаційний струм прямо пропорційний потужності експозиційної дози.

За ступенем радіаційної небезпеки РР поділяються на чотири групи в міру

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

зменшення небезпеки: А, Б, В, Г.

Табл 3.3 Ступені радіаційної небезпеки

Група РНРР	Найменування радіонуклідів
Група А	уран-232; торій-228, 230; радій-226, 228; кюрій-242, 248; свинець-210.
Група Б	уран-230, 233, 236; торій-227; плутоній-241, 243; радій-223, 224; йод-125,126,129,131 та ін. У 10 разів вище, ніж для групи А.
Група В	йод-132, 135; фосфор-32; натрій-23, 24; марганець-52, 54, 56; кобальт-56, 58, 60 та ін. У 10 разів вище, ніж для групи Б.
Група Г	йод-123; торій-232, 234; фосфор-33; вуглець-14; кремній-31; тритій-3 та ін. У 10 разів вище, ніж для групи В.

Дозиметр ДБГ-06Т призначається для виміру потужності експозиційної дози гамма-випромінювання на робочих місцях і в сусідніх приміщеннях і на території об'єктів що використовують радіоактивні речовини і інші джерела іонізуючих випромінювань в санітарно-захисній зоні і зоні спостереження. Може використовуватися для контролю ефективності біологічного захисту радіаційних упаковок і радіоактивних відходів а також виміру потужності експозиційної дози в період виникнення, протікання і ліквідації наслідків аварійних ситуації.

Окрім того можливо використання населенням для самостійної оцінки радіаційної обстановки. Забезпечує вимір потужності експозиційної дози в режимах “Пошук” від 1,0 мкЗв/г до 999,9 мкЗв/г) і “Вимір” 0,1 мкЗв/г до 99,99 мкЗв/г). Час встановлення робочого режиму до 40 секунд.



Рис 3.3.1. Дозиметр ДБГ-06Т

. Живлення прибору від елементу типа “Корунд” або акумулятора 7Д-0,115, що забезпечує безперервну роботу на протязі 24 годин. Маса прибору – 0,6 кг.

Радіометр бета-гамма випромінювання «Прип'ять» призначається для індивідуального і колективного користування при вимірі потужності еквівалентної експозиційної дози гамма – випромінювання і щільності потоку бета-випромінювання і об'ємної (питомої) активності в рідких і сипучих речовинах. Радіометр «Прип'ять» – маленький і недорогий. Вимірює гама-фон та радіоактивне забруднення поверхні. Може бути використаний як індикатор забруднення продуктів. Діапазони виміру для: фотонного іонізуючого випромінювання – від 0,1 до 199,9 мкЗв/г щільності потоку бета-випромінювання – від 10 до $19,9 \times 10^3$ см – 2 хв. питомої об'ємної активності бета-випромінювання ізоотопів в рідких і сипучих речовинах – від $1,4 \cdot 10^{-5}$ до $3,7 \cdot 10^{-3}$ Бк/ кг ЕБк/л). Час встановлення робочого режиму до 5 с а час встановлення показників за вибором оператора – 20 с, 200 с при виміру потужності експозиційної дози і щільності бета-часток 10 хв. і 100 хв. при виміру питомої активності. Живлення прибору від елементу типу “Крона” або “Корунд” а також зовнішнього джерела напругою від 4 до 10 В. Час безперервної роботи від мережі перемінного струму не менше 24 годин. При автономному живленні не більше 6 годин. Маса прибору – 0,25 кг.

Вимірювач потужності ДП-5В призначений для вимірювання рівнів гамма-радіації і радіоактивної зараженості різних предметів по гама-випромінювання. Потужність експозиційної дози гамма-випромінювання визначається в



мілірентгенах або рентгенах на годину для тієї точки простору, в якій поміщений при вимірах блок детектування приладу. Крім того, є можливість виявлення бета-

									лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14				

випромінювання.

ОСНОВНІ ТЕХНІЧНІ ДАНІ ДП-5В:

Прилад ДП-5В забезпечує необхідні характеристики після 1 хвилини самопрогріву. Діапазон вимірювання по гамма-випромінюванню від 0,05 мР / год до 200 Р / год в діапазоні енергій від 0,084 МеВ до 1,25 МеВ.

Прилад ДП-5В має шість піддіапазонів вимірювань. Відлік показань проводиться за шкалою з наступним множенням на відповідний коефіцієнт піддіапазону. Ділянки шкали від нуля до першої значущої цифри є неробочими.



Прилад ДП-5В має звукову індикацію на всіх піддіапазонах, крім першого. Час встановлення показань на різних піддіапазонах - неоднаково, що впливає на потужність вимірювань. Чим нижче рівні радіації, тим більше час вимірювання.

Рис 3.3.2. ДП-5В

Звукова індикація прослуховується за допомогою головних телефонів, які під'єднують до вимірника потужності дози. При виявленні радіоактивного зараження в телефонах прослуховуються клацання, причому їх частота збільшується зі збільшенням потужності гамма - випромінювань. Прилад працює в інтервалі температур від - 50 до 50 С при відносній вологості 65-15%. При температурі близько + 20 С допустима більш висока відносна вологість - до 98%. Прилад не має "зворотного ходу" стрілки мікроамперметра при перевантажувальних опроміненні до 300 р / год на I - III піддіапазонах і до 50 р / год на IV - VI піддіапазонах. Живлення здійснюється від двох елементів А - 336 "СВІТЛО" (третій елемент використовується для живлення лампочок освітлення шкали приладу), що забезпечують безперервну роботу приладу протягом 40 годин. При необхідності для живлення приладу можна використовувати зовнішні джерела постійного струму напругою 12 В і 24 В. Для підключення їх до приладів в комплекті є дільник напруги. Маса приладу з елементами живлення близько 3,2 кг, а повного комплексу в укладальному ящику - 8,2 кг. Прилад складається з

наступних основних частин: вимірювальний пульт, зонд з гнучким кабелем, головні телефони, подовжувальна штанга, дільник напруги, комплект запасного майна та укладальної скриньку.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ЯДЕРНА ТА РАДІАЦІЙНА (РАДІОЕКОЛОГІЧНА) БЕЗПЕКА В СИСТЕМІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Характерною рисою сучасного етапу соціально-економічного розвитку України є подальший розвиток використання ядерної енергії. Наслідки цього процесу не обмежуються сферами науки, техніки, медицини, а знаходять своє відображення в найрізноманітніших сферах життя, зокрема в ядерній енергетиці.

Водночас добре відомо, що використання ядерної енергії пов'язане зі значним ризиком для життя і діяльності як окремих людей, так і цілих держав, навіть для існування планети Земля. Атомна радіація - це виняткове джерело підвищеної небезпеки, яке за своєю силою перевищує всі відомі до нього джерела. З урахуванням цього її виробництво й використання вимагають адекватного відображення в правовій сфері життя суспільства і відповідної законодавчої регламентації.

4.1 Об'єкти потенційної ядерної та радіаційної небезпеки

Основними об'єктами потенційної ядерної та радіаційної небезпеки на території України є підприємства ядерно-паливного циклу (АЕС, дослідницькі реактори та збірки, підприємства по видобуванню та переробці урану), підприємства, які використовують радіаційно небезпечні технології та матеріали, об'єкти, призначені для поводження з радіоактивними відходами, а також території, що постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи:

- Підприємства по видобуванню та переробці урану розташовані в Дніпропетровській, Миколаївській та Кіровоградській областях і належать виробничому об'єднанню "Східний гірничо-збагачувальний комбінат".

Переробка уранових руд здійснюється на гідрометалургійному заводі в м. Жовті Води.

Джерелом ядерної та радіаційної небезпеки на цих підприємствах є уранова руда, хвости.

- Атомні станції, дослідницькі реактори, підкритичні збірки. На сьогодні в Україні діє 15 атомних енергоблоків, розміщених на чотирьох майданчиках. Окрім того, перебувають в експлуатації два дослідницьких реактори та одна підкритична збірка.

Джерелами ядерної та радіаційної небезпеки на підприємствах цієї групи є реактор (збірка), відпрацьоване ядерне паливо та радіоактивні відходи.

- Підприємства, які використовують джерела іонізуючого випромінювання. В Україні є близько 8 тисяч підприємств та організацій, які використовують понад 105 тисяч джерел іонізуючого випромінювання. Джерелом ядерної та радіаційної небезпеки на підприємствах цієї групи є джерела іонізуючого випромінювання, радіаційні технології та радіоактивні матеріали. Практично всі джерела іонізуючого випромінювання - радіаційно небезпечні.

- Об'єкти по поводженню з радіоактивними відходами. До об'єктів цієї групи належать споруди, приміщення та устаткування, необхідні для збору, транспортування, переробки, зберігання та захоронення радіоактивних відходів.

Необхідно зазначити, що об'єкти по поводженню з радіоактивними відходами входять до складу практично всіх підприємств ядерно-паливного циклу.

Спеціалізованою діяльністю по поводженню з радіоактивними відходами займається Українське державне об'єднання "Радон", яке має у своєму складі шість спецкомбінатів: Київський, Донецький, Одеський, Харківський, Дніпропетровський, Львівський.

Джерелами радіаційної небезпеки на цих об'єктах є радіоактивні відходи усіх видів на будь-якій стадії поводження з ними.

- Об'єкт "Укриття" являє собою інженерну споруду, яка локалізує зруйнований реактор 4-го блоку ЧАЕС.

- Чорнобильська АЕС, яка була зупинена 15 грудня 2000 р.

Джерелами ядерної та радіаційної небезпеки тут є ядерне паливо, в тому числі зруйнованого реактора, та численні радіоактивні відходи різного походження.

- Території, що зазнали радіоактивного забруднення після катастрофи на ЧАЕС. До таких належать території, на яких забруднення навколишнього середовища

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

радіоактивними речовинами перевищує доаварійний рівень, що з урахуванням кліматичної та екологічної характеристик конкретних територій може призвести до опромінення населення більш як 1,0 мЗВ (мілізіверт) за рік, і які потребують розробки заходів по радіаційному захисту населення, а також інших спеціальних заходів, що обмежують додаткове опромінення населення і забезпечують нормальну господарську діяльність на цих територіях.

Основним джерелом радіаційної небезпеки на таких територіях є радіонукліди, які містяться в ґрунті, підземних, наземних та стічних водах.

- Окремо необхідно відзначити такий вид радіаційно небезпечної діяльності, як перевезення будь-яких видів джерел іонізуючого випромінювання радіонуклідного походження.

Маючи уявлення про основні джерела потенційної ядерної та радіаційної небезпеки в Україні, перейдемо до визначення понять "ядерна" та "радіаційна безпека", які містить чинне законодавство, до доктринальних визначень та надбань міжнародно-правової науки і практики з цих питань.

4.2 Ядерна та радіаційна безпека

Ядерна безпека в Законі України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку" (ст.1) визначена як дотримання норм, правил, стандартів та умов використання ядерних матеріалів, що забезпечують радіаційну безпеку.

Ядерна безпека - це такий стан розвитку суспільних відносин у сфері використання ядерної енергії, зокрема в ядерній енергетиці, за якого системою науково-технічних, організаційних, економічних, державно-правових та інших соціальних засобів регулювання забезпечується належний безпечний режим використання ядерних установок (об'єктів), ядерних матеріалів тощо, який спонукає до безумовного дотримання вимог законодавства, норм, правил, стандартів та умов, що діють у сфері використання ядерної енергії.

Чітке дотримання режиму використання ядерної енергії є основою запобігання і недопущення радіоактивного забруднення навколишнього природного середовища з метою як забезпечення життя і здоров'я людей, так і

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

охорони довкілля, або, інакше кажучи, з метою забезпечення радіаційної безпеки. Саме дотримання норм, правил, стандартів та умов використання ядерних матеріалів становить основу забезпечення радіаційної безпеки. Отже, ядерна та радіаційна безпека настільки тісно взаємопов'язані, що без дотримання і забезпечення першої не можна вести мову і сподіватися на забезпечення другої.

Норми, правила і стандарти з ядерної безпеки - це критерії, вимоги й умови забезпечення безпеки під час використання ядерної енергії. Їх дотримання є обов'язковим при здійсненні будь-якого виду діяльності у сфері використання ядерної енергії. Вимоги зазначених норм, правил та стандартів приймаються з урахуванням рекомендацій міжнародних організацій у сфері використання ядерної енергії.

Згідно із визначенням МАГАТЕ основна мета ядерної безпеки - підтримувати радіоактивне опромінення від ядерної установки (населення і персоналу) на максимально можливому низькому рівні як у процесі нормальної експлуатації ядерної установки, так і в разі аварійного інциденту.

Один із основних напрямів використання ядерної енергії - виробництво тепло-, і електроенергії. Незважаючи на те, що оцінка ролі й перспектив розвитку ядерної енергетики неоднозначні як в Україні, так і за кордоном, альтернатив їй найближчим часом, як стверджують фахівці, немає. До того ж Україна нещодавно ввела в експлуатацію нові енергоблоки на Хмельницькій та Рівненській АЕС.

Водночас очевидно, що використання ядерної енергії у згаданих сферах належить до найбільш потенційно небезпечних технологій. Катастрофа на ЧАЕС серйозно підірвала довіру до ядерної енергетики. Виникла необхідність у прийнятті додаткових заходів щодо підвищення рівня ядерної безпеки АЕС в усьому світі. Адже серед усіх галузей використання ядерної енергії, джерел іонізуючого випромінювання ядерна енергетика залишається найбільш небезпечною. Ось чому на тлі загального неблагополуччя стану навколишнього природного середовища завдання збереження життя і здоров'я людини і безпеки середовища її існування залишається в ядерній енергетиці одним із головних.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

У сучасних умовах, коли розвиток ядерної енергетики набув широкомасштабного характеру і зросла кількість країн, які експлуатують об'єкти ядерної енергетики, забезпечення ядерної безпеки вийшло за межі інтересів окремої держави і набуло міжнародного значення.

У зв'язку з цим у 1989 р. під егідою МАГАТЕ з огляду на вимоги часу була розроблена Міжнародна шкала тяжкості подій на атомних станціях. Зазначена шкала є засобом для швидкої оцінки можливих наслідків інцидентів на АЕС. Класифікуючи події відповідно до їх значущості, вона полегшує взаєморозуміння між ядерним співтовариством.

Координація та об'єднання зусиль по забезпеченню ядерної безпеки - порівняно новий напрям міжнародного співробітництва у сфері мирного використання ядерної енергії. Одна із особливостей цього напрямку полягає в тому, що він дедалі більше набуває міжнародно-правових форм. Свідченням цього є прийняття Міжнародної конвенції з ядерної безпеки (1994 р), яку Україна ратифікувала 17 грудня 1997 р. із застереженням про те, що положення ст.3 конвенції не застосовується до об'єкта "Укриття".

Основними цілями Міжнародної конвенції з ядерної безпеки є:

- досягнення високого рівня ядерної безпеки в усьому світі на основі зміцнення національних заходів і міжнародного співробітництва, в тому числі у відповідних випадках, на основі технічного співробітництва, у сфері безпеки і підтриманні такого рівня;
- розробка й підтримання на ядерних установках ефективних засобів захисту від потенційної радіаційної небезпеки з тим, щоб захистити окремих осіб, суспільство в цілому і довкілля від шкідливого впливу іонізуючих випромінювань від таких установок;
- запобігання аваріям з радіологічними наслідками, пом'якшення таких наслідків у випадку, коли аварії стануться.

Радіаційну безпеку слід розглядати як складову і передумову екологічної безпеки. Існують різноманітні підходи до визначення зазначеного поняття. Так, "радіаційна безпека" визначається як комплекс заходів, спрямованих на обмеження

									лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата					

опромінення персоналу, окремих осіб з населення і всього населення до найбільш низьких рівнів дози, що досягаються засобами, прийнятними для суспільства; на запобігання виникненню ранніх наслідків опромінення і обмеження проявів віддалених наслідків до прийнятного рівня.

Радіаційна безпека визначається також як система законодавчих засобів (у тому числі норм радіаційної безпеки), спрямована на обмеження можливого опромінення населення і персоналу в результаті використання джерел іонізуючого випромінювання.

З наведених формулювань випливає, що радіаційна безпека розглядається як "комплекс заходів" або "система законодавчих засобів". Термін "радіаційна безпека" тлумачиться і як комплекс адміністративних та медико-санітарних заходів, що обмежують прийнятними рівнями опромінення і радіоактивне забруднення окремих осіб, населення і навколишнього середовища.

Розкриваючи поняття "радіаційна безпека", необхідно звернутися також до його законодавчого визначення. Так, у Законі України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку" радіаційна безпека визначається як дотримання меж радіаційного впливу на персонал, населення та навколишнє природне середовище, встановлених нормативами, правилами та стандартами з безпеки (ст.1). Слід зазначити, що прийнятий у 1995 р. закон практично залишив правові аспекти, пов'язані із забезпеченням радіаційної безпеки в державі, поза своєю увагою. В Нормам радіаційної безпеки України (НРБУ-97) встановлено, що "радіаційна безпека - стан радіаційно-ядерних об'єктів та навколишнього середовища, що забезпечує не перевищення основних дозових лімітів, виключення будь-якого не виправданого опромінення та зменшення не виправданого опромінення і зменшення доз опромінення персоналу та населення нижче за встановлені дозові ліміти настільки, наскільки це може бути досягнуто і економічно обгрунтовано". Це визначення також розкриває певні технічні аспекти цього явища, не торкаючись правових.

Дуже тісно із поняттям радіаційної безпеки пов'язане поняття "радіаційний захист". Слід зазначити, що в багатьох наукових дослідженнях ці поняття часто

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

плутають. Аналіз Закону України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку", де радіаційний захист визначено як сукупність радіаційно-гігієнічних, проектно-конструкторських, технічних та організаційних заходів, спрямованих на забезпечення радіаційної безпеки, дає змогу зробити висновок, що радіаційний захист стосовно радіаційної безпеки має виразно підлеглий характер. Він спрямований на забезпечення радіаційної безпеки із залученням сукупності всіх заходів, у тому числі правових. Водночас радіаційна безпека спрямована на дотримання норм і принципів радіаційного захисту, які дають змогу гарантувати, що рівень радіоактивного опромінення за будь-яких обставин не буде перевищено, а людина і навколишнє природне середовище матимуть надійний захист.

Таким чином, аналіз теоретичних джерел та нормативно-правових актів дає підстави для висновку про те, що на сьогодні існує велика кількість підходів до визначення поняття "радіаційна безпека". При цьому слід зауважити, що для пізнання юридичної природи будь-якого явища потрібно передусім розглянути його через призму правовідносин. Враховуючи напрацювання, які існують у правовій науці, можна зробити висновок, що радіаційна безпека - це стан розвитку суспільних відносин, за якого системою правових норм та інших державно-правових засобів забезпечується захист прав людини, зокрема її життя і здоров'я, охорона навколишнього природного середовища, окремих природних об'єктів, екосистем від іонізуючого випромінювання при здійсненні діяльності у сфері використання ядерної енергії, іонізуючого випромінювання природного походження, у тому числі техногенно-підсиленого внаслідок антропогенного впливу.

Радіаційна безпека покликана вирішити два основні завдання:

- зниження рівня опромінення персоналу і населення до регламентованих меж, а також охорону навколишнього природного середовища на основі комплексу медико-санітарних, гігієнічних та правових заходів;
- створення ефективної системи радіаційного контролю, яка дала б змогу оперативно реєструвати зміни різних параметрів радіаційної обстановки, на основі яких можна судити про рівень опромінення персоналу і населення, радіоактивного

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

забруднення об'єктів довкілля і на цій підставі вживати заходів щодо нормалізації радіаційної обстановки у разі перевищення допустимих рівнів.

При цьому основними в забезпеченні радіаційної безпеки є принципи: нормування, обґрунтування та оптимізації.

Принцип нормування - це обмеження допустимих рівнів індивідуальних доз опромінення громадян від усіх джерел іонізуючих випромінювань.

Принцип обґрунтування - це заборона (обмеження) всіх видів діяльності по використанню джерел іонізуючих випромінювань, за яких одержана для людини і суспільства користь не перевищує ризику ймовірної шкоди, заподіяної додатковим до природного радіаційного фону опроміненням.

Принцип оптимізації - це підтримка на допустимо низькому й можливому для досягнення рівні, з урахуванням економічних і соціальних факторів, індивідуальних доз опромінення і кількості опромінених осіб при використанні будь-якого джерела іонізуючого випромінювання.

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

РОЗДІЛ 5 НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ТА КОНТРОЛЮ

На даний час сцинтиляційний метод детектування широко використовується у фізиці високих енергій, в ядерних технологіях, в промисловій томографії, в системах контролю несанкціонованого перевезення багажу і матеріалів поділу, в геології, в медицині. При реєстрації найбільш небезпечних для людини ядерних випромінювань (α -часток, швидких і теплових нейтронів) виникає необхідність детектування малих і надмалих потоків іонізуючого випромінювання. Для зниження порогу чутливості при реєстрації потоків випромінювань слабкої інтенсивності необхідні сцинтиляційні матеріали великої площі, що мають високу ефективність реєстрації. Однією з основних вимог до таких детекторів є можливість селективної реєстрації іонізуючих випромінювань, оскільки при реєстрації нейтронів і α -часток завжди реєструються фонові гамма-випромінювання, що спотворюють результати вимірювань. Чутливість детектуючої системи в значній мірі залежить від співвідношення "сигнал-шум", і чим коротший час загасання сцинтиляцій при тому ж значенні інтегральної енергії, тим легше домогтися високих значень співвідношення "сигнал-шум", і тим самим підвищити чутливість системи.

Відомо [1], що найбільш ефективними сцинтиляторами для реєстрації різних видів іонізуючих випромінювань є монокристалічні сцинтилятори. Ефективним фосфором для сцинтиляційних лічильників повільних нейтронів вважається монокристал літію йодистого, активованого європієм. Однак через чутливість нейтронних детекторів LiI:Eu до γ -випромінювання їхнє використання обмежується при наявності високого фону супутнього γ -випромінювання. Останнім часом розроблені більш ефективні сцинтиляційні матеріали, до складу яких входять елементи з високим перетином захвату теплових нейтронів. Зокрема, перспективними сцинтиляційними матеріалами для твердотільних детекторів теплових нейтронів серед галоїдних матеріалів вважаються ельпасоліти $\text{Cs}_2\text{LiYCl}_6:\text{Ce}^{+3}$ і $\text{Cs}_2\text{LiGdCl}_6:\text{Ce}^{+3}$ [2]. Високим світловим виходом і коротким часом

загасання сцинтиляцій характеризуються монокристали CsALiLn_(1-x)X₆:xCe³⁺, (де X=Br чи I, A=Cs або Rb, Ln=Y, Gd, Lu і x > 0,0005), що дозволяє використовувати їх для детектування і розділення нейтронного і γ -випромінювання [3]. Перспективними матеріалами для детектування теплових нейтронів є також комплексні сполуки фторидів літію і полівалентних металів (кальцію, алюмінію, ітрію), активованих церієм, празеодимом і європієм, якщо в їхньому об'ємі розміром 1 нм³ міститься 11-20 атомів літію [4].

Однак вирощування сцинтиляційних монокристалів потребує значних матеріальних витрат, і це є одним з основних факторів, що обмежує їхнє комерційне використання. Тому в даний час спостерігається значний інтерес до композиційних матеріалів, які є також ефективними сцинтиляторами, але мають набагато нижчу вартість і можуть бути використані для створення детекторів великої площі і довільної геометричної форми. Композиційні матеріали являють собою суміш різних речовин. Наприклад, рідкі сцинтилятори є композицією різних рідин. В сцинтиляційній техніці найбільш широко використовують композитні (дисперсні) сцинтилятори, що являють собою гетерогенні системи, в яких дисперсною фазою є кристалічний порошок, а дисперсною середою – прозора полімерна матриця. Іноді дисперсійна середа може бути створена агрегатами (гранулами), що занурені в третю прозору середу (повітря, полімер, тощо).

У сцинтиляційній техніці використовуються композитні матеріали на основі органічних (в основному, полімерних) і неорганічних матриць. Сцинтиляційні і експлуатаційні параметри композитних сцинтиляторів визначаються властивостями компонентів, що їх утворюють, зокрема, гранулометричним складом порошкоподібних компонентів, формою часток, вмістом активатора, величиною поверхневої енергії часток. При створенні композитних сцинтиляторів велика увага приділяється вибору матриці, що повинна забезпечувати прозорість до сцинтиляцій, оптичну однорідність та стабільність експлуатаційних параметрів. Тривалий час композитні сцинтилятори використовувалися лише для дозиметрії та детектування нейтронів. Основною перешкодою для більш широкого використання цих сцинтиляційних систем була низька прозорість матриць і розсіювання світла на

частках сцинтиляційних порошоків. Для покращення прозорості композитних сцинтиляторів необхідно як можна більш точне узгодження коефіцієнтів заломлення матриці і наповнювача в тій спектральній області, що відповідає спектру сцинтиляцій. Для цього автори [5] запропонували використовувати матриці, що являють собою сополімери. Наприклад, сополімери стиролу можуть бути матрицею для сцинтиляційного порошку CeF_3 , а сополімери фторакрілата і метилметакрилату можуть бути матрицею для BaF_2 . Значне поліпшення сцинтиляційних параметрів композитних сцинтиляторів досягнуто завдяки використанню різного типу полімерних композицій підвищеної чистоти та прозорості з заданими коефіцієнтами заломлення, оптимізації фізичних властивостей кристалічних порошоків, їхньої концентрації в матриці, та умов синтезу композитних сцинтиляторів.

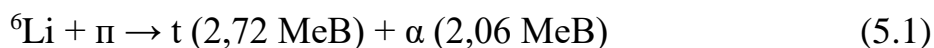
Сцинтиляційні властивості полімерних композитних сцинтиляторів залежать від способу отримання дисперсних часток сцинтилятора, ступеня усадки органічної матриці, співвідношення температурних коефіцієнтів лінійного розширення матриці і дисперсної фази сцинтилятора. Кінетики загасання світіння дисперсних порошоків таких матеріалів, як BGO , CeF_3 , BaF_2 , $CsI:Tl$ мають незначні відмінності у порівнянні з і їхніми макроаналогами [14]. З мікрокристалічні порошки, дисперговані у органічні матриці, мають значно менші часи загасання світіння у порівнянні з відповідними макрокристалами. Така розбіжність пояснюється деформаційним впливом полімерної матриці і впливом приповерхневих шарів часток сцинтилятора на поведінку всієї системи в цілому.

Пластична деформація призводить до зменшення часів загасання навіть швидкодіючих сцинтиляторів, наприклад, $NaBi(WO_4)$. При переході від макрокристалла до дисперсного порошку найбільші відмінності в кінетиці загасання спостерігаються для сцинтиляційного матеріалу $CsI:Na$. Оскільки традиційним способом отримання кристалічних сцинтиляційних порошоків є механічне здрібнення або перетирання монокристалів, то це неминуче буде призводити до утворення дефектів кристалічної ґратки внаслідок деформації. Незважаючи на це,

часто саме ці методи використовуються для створення нанокompозитних матеріалів [7].

Кращими сцинтиляційними матеріалами вважаються оптично однорідні середовища, конверсійна ефективність яких забезпечує реєстрацію даного виду випромінювання. Для ряду задач реєстрації випромінювань, існує проблема створення детектуючих систем на основі сцинтиляторів великої площі. Виготовлення детекторів такого типу з монокристалів є дуже складним завданням і вимагає значних матеріальних витрат. Цю проблему можна вирішити, використовуючи матричну конструкцію сцинтилятора, однак при цьому не вдається уникнути трудомісткої операції підбору матричних елементів, які повинні бути однорідними за своїми сцинтиляційним параметрам. Сцинтилятори великої площі можна отримувати пресуванням або нанесенням тонких шарів сцинтиляторів на світловоди. Певним компромісом між цими двома підходами є використання композитних сцинтиляційних матеріалів, які утворені декількома фазами речовини, одна з яких повинна бути ефективним сцинтилятором, а решта - виконувати додаткові функції.

Для реєстрації теплових нейтронів широко використовують дисперсні сцинтиляційні детектори на основі порошків сцинтилятора ZnS (Ag) і конвертора ${}^6\text{LiF}$ або ${}^{10}\text{B}_2\text{O}_3$ [1-4]. Найчастіше в якості матриці використовують поліетилен, поліметилметакрилат, полістирол, полівінілтолуол і композиції на основі епоксидних смол. Публікації про сцинтиляційному матеріалі у вигляді полімерної плівки, що містить суміш дрібно кристалічних порошків ZnS (Ag) і ${}^6\text{LiF}$, з'явилися ще в 60-ті роки минулого століття [5]. В даний час інтерес до подібних композитних матеріалів посилюється у зв'язку з необхідністю заміни дорогих і недовговічних ${}^3\text{He}$ -лічильників в портальних радіаційних моніторах. Сцинтилятори на основі ZnS (Ag) / ${}^6\text{LiF}$ по вибірковості реєстрації теплових нейтронів не поступаються газорозрядним лічильникам і можуть з успіхом використовуватися для реєстрації слабких потоків теплових нейтронів. При цьому вони вигідно відрізняються від газорозрядних лічильників по швидкості відгуку і за вартістю [6,7]. При поглинанні нейтрона ядром ${}^6\text{Li}$ відбувається ядерна реакція:



Ця ядерна реакція характеризується великим перетином захоплення нейтрона, високим енергетичним виходом, а її продуктами є тільки короткопробіжні частки.

У порівнянні з ${}^{10}\text{B}$,, перетин захоплення теплових нейтронів ${}^6\text{Li}$ приблизно в 4 рази нижче, але енергія, що виділяється в ядерній реакції (1) за участю ${}^6\text{Li}$ становить 1,73 рази більше, ніж в ядерній реакції (2) за участю ${}^{10}\text{B}$:



Перевагою реакції (1) за участю ${}^6\text{Li}$ є відсутність γ -фону. Ступінь збагачення LiF ізотопом ${}^6\text{Li}$ може перевищувати 90%, і в цьому випадку ефективність реєстрації теплових нейтронів, поглинених навіть тонким шаром ZnS (Ag) / ${}^6\text{LiF}$ (товщиною порядку часток міліметра), є досить високою. Сцинтиляційні параметри цього матеріалу можна поліпшити за рахунок зниження реабсорбції вторинного випромінювання, використовуючи нанорозмірні порошки.

На основі сцинтиляційного матеріалу [8] був виготовлений детектор теплових нейтронів, який за своїми властивостями не поступається He-3 лічильників.

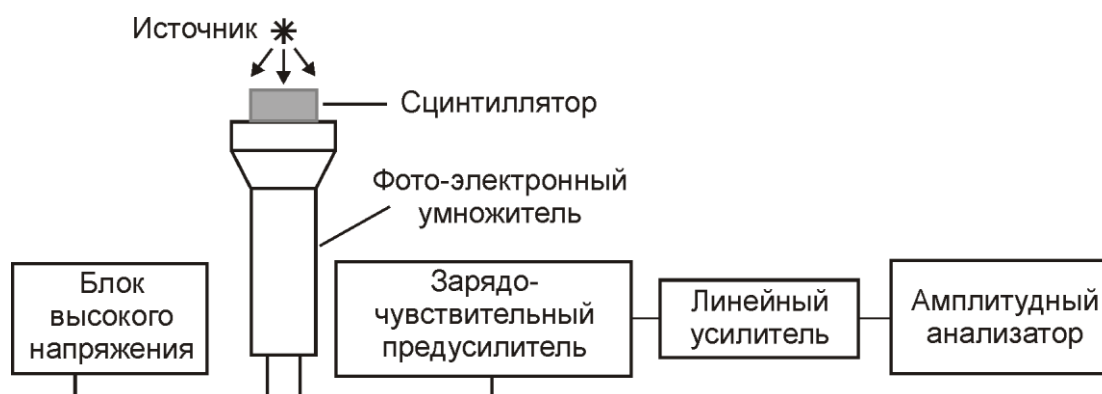


Рис . 5.1. Схема вимірювання сцинтиляційного сигналу

Світловий спалах, що виник в сцинтилятор 2 при впливі випромінювання джерела 1, потрапляє на фотокатод ФЕУ 3. Імпульси з анода ФЕУ надходять на

попередній підсилювач 5, а потім на підсилювач 6, де вони посилюються за амплітудою і подаються на вхід аналізатора імпульсів 7. Для оцінки чутливості детектора до гамма-випромінювання використовують джерело гамма-квантів з енергією 0,662 MeV (^{137}Cs), для теплових нейтронів - атестований джерело нейтронів $^{239}\text{Pu-Be}$, який випромінював потік нейтронів. Теплові нейтрони поглиналися за допомогою екрану (товщиною 1 мм) з металевого кадмію з природний ізотопний склад.

Виміри проводилися за наступною методикою. Швидкість рахунку вимірювалася з

В Таблиці 1 наведені значення світлового виходу, визначеного за матеріальним становищем піку альфа-частинок джерела ^{241}Am в шкалі каналів аналізатора імпульсів, і ефективності реєстрації теплових нейтронів для одного шару композиційного сцинтилятора $\text{ZnS (Ag) / }^6\text{LiF}$ товщиною 200 мкм, нанесеного на світловод з оргскла розмірами 40x25x3 мм³.

На підставі отриманих значень світлового виходу і ефективності реєстрації теплових нейтронів був вибраний оптимальний склад композиційного сцинтилятора для детектора теплових нейтронів.

Таблиця 1. Сцинтиляційні параметри композиційного матеріалу $\text{ZnS (Ag) / }^6\text{LiF}$

№ зразка	Размір частинок, мкм		Світловий вихід, номер каналу 5,5 МэВ (^{241}Am)	Ефективність реєстрації теплових нейтронів ($^{239}\text{Pu-Be}$), %
	Zn S(Ag)	^6LiF		
1	6,0	0,8	450	20,1
2	8,0	0,5	490	20,3
3	7,0	0,6	610	28,8
4	8,0	0,7	630	29,5
5	9,0	0,7	605	29,0
6	7,0	0,8	625	28,9

7	9,0	0,8	610	28,3
8	10,0	0,6	460	22,4
9	7,0	0,9	440	23,3
10	4,5	2,0	430	20,0

Для збільшення ефективності реєстрації нейтронів була обрана конструкція детектора на основі багат шарового композиційного матеріалу з оптимізованим складом суміші дрібнокристалічних порошків ZnS (Ag) / 6LiF в епоксидній матриці, яка показана на Рис. 3.

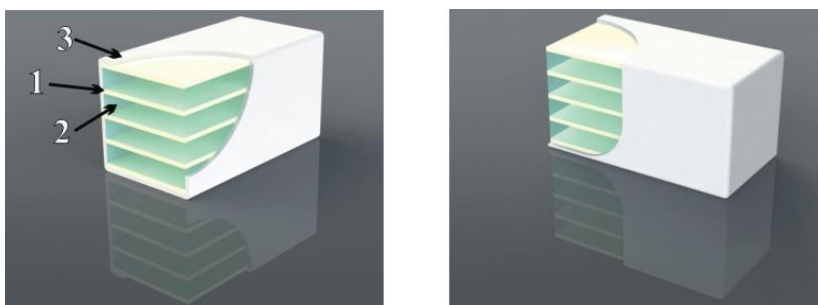


Рис. 5.2. Схематичне зображення багат шарового упакованого сцинтилятора ZnS (Ag) / 6LiF: 1 сцинтиляційний шар ZnS (Ag) / 6LiF в епоксидній матриці; 2 - світловод з оргскла; - 3 - відображаюче покриття з Tetratex.

Сцинтилятор складається з 4-х пластин оргскла розмірами 40x25x3 мм, що виконують функцію світловода і сповільнювача нейтронів, і 5-й шар ZnS (Ag) / 6LiF з полімерною плівкою Tetratex як відбивач.

Аналіз даних, наведених, в Таблиці 1 показує, що найбільша ефективність реєстрації теплових нейтронів 28.3-29.6% досягається в одношаровому сцинтиляторі, що містить суміш кристалічних порошків ZnS (Ag) і 6LiF з розміром частинок в 7-9 і 0,6-0,8 мкм, відповідно. Розмір частинок конвертора LiF (0.6-0.8 мкм) забезпечує високу ймовірність поглинання нейтронів і високий вихід вторинного випромінювання. При розмірі часток конвертора нижче 0,6 мкм зменшується ймовірність поглинання нейтронів в конверторі. Збільшення розміру

зерна 6LiF більше $0,8$ мкм приводить до зниження виходу енергії вторинного випромінювання (α -частинок і тритонів) через абсорбції в частинках порошку LiF , і, отже, до зниження ефективності реєстрації нейтронів.

Розмір частинок сцинтилятора ZnS (Ag) 7-9 мкм забезпечує більшу частку втрат енергії -частинок в сцинтилятор і великий світловий вихід. Для даного складу композиційного сцинтилятора і вибраної конструкції багат шарового детектора ефективність реєстрації складає 75%.

Таким чином, детектор на основі багат шарового сцинтилятора з оптимізованої за розміром суміші частинок 6LiF і ZnS (Ag) в епоксидній матриці забезпечує:

- високу вибірковість і ефективність реєстрації теплових нейтронів на рівні 75%;
- можливість заміни дефіцитні і дорогі детектори на основі He-3 ,
- технологічність, економічність, простоту в експлуатації.

								лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянемо заходи охорони праці на радіаційно небезпечних об'єктах [17].

6.1. Керування охороною праці в АЕС

Керування охороною праці здійснює генеральний директор АЕС відповідно до "Положення про систему керування охороною праці на АЕС"

Положення про систему керування охороною праці на АЕС - це програма робіт в області охорони праці[15].

Положення деталізує посібник з керування системою охорони праці в АЕС і ставиться до документів другого рівня.

Керування охороною праці є складовою частиною системи керування якістю й реалізується шляхом прийняття управлінських рішень на основі заходів й інформації про стан охорони праці, отриманої в результаті контролю стану охорони праці на об'єкті керування.

Об'єктом керування охороною праці є діяльність АЕС, його структурних підрозділів, посадових осіб й інших категорій працівників по забезпеченню безпечних умов праці на кожному робочому місці.

Керування охороною праці в АЕС спрямовано на забезпечення безпечних умов праці на кожному робочому місці й будується на наступних основних принципах [16]:

- пріоритет життя й здоров'я працівника над результатами праці;
- повна відповідальність кожного працівника за стан охорони праці на його робочому місці;
- виконання вимог нормативних і виробничих документів по охороні праці при організації й виконанні робіт;
- заохочення дотримання культури виробництва, культури безпеки й охорони праці.

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

Впровадження єдиної системи організації роботи з охорони праці передбачає:

- приведення роботи з охорони праці до певної системи з обов'язковою активною участю в цій роботі всього персоналу АЕС;
- створення умов, при яких забезпечується не тільки своєчасне усунення порушень, але і їхнє попередження;
- участь у профілактичній роботі з попередження виробничого травматизму всього персоналу;
- постійний контроль із боку всіх керівників і фахівців АЕС за дотриманням працюючих правил охорони праці й виробничої санітарії;
- організацію планування, систематичний облік і контроль за показниками проведеної профілактичної роботи з охорони праці, а також аналіз і щомісячна оцінка цієї роботи в кожному структурному підрозділі;
- забезпечення безпеки виробничого встаткування, виробничих процесів, безпеки будинків і споруджень, нормалізації санітарно-гігієнічних умов праці, оптимальних режимів праці й відпочинку, забезпечення працюючими засобами індивідуального захисту, організацію лікувально-профілактичного харчування й санітарно-побутового обслуговування.

6.2. Служба охорони праці

Організаційно-методичну роботу з функціонування АЕС[18] здійснює служба охорони праці, що нараховує 27 чоловік. Служба охорони праці складається з:

- відділу охорони праці станції, до складу якого входить промислово-санітарна лабораторія;
- інженерів по охороні праці підрозділів (енергоремонтного підрозділу, електричного цеху, хімічного цеху, транспортного цеху, цеху дезактивації й обігу з радіоактивними відходами, комунального господарства, спортивного комплексу, гідротехнічний цех).

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Керівником служби охорони праці є головний інспектор, що безпосередньо підлеглий генеральному директорові АЕС. Служба діє відповідно до "Положення про службу охорони праці АЕС", затвердженим генеральним директором АЕС. Служба охорони праці повністю укомплектована кваліфікованими працівниками.

З метою підвищення безпеки робіт на енергоблоках станції служба охорони праці впровадила систему індивідуальної відповідальності, що передбачає особисту відповідальність працюючих по виконанню вимог правил і норм по охороні праці, організаційно-технічних заходів щодо поліпшення умов праці, попередженню виробничого травматизму й професійних захворювань. На енергооб'єктах організоване систематичне спостереження за станом охорони праці, будинків і споруджень у процесі їхньої експлуатації в обсягах і періодичності певній відповідними вимогами. Керівництво АЕС, у свою чергу, усвідомлюючи важливість діяльності в сфері використання ядерної енергії, взяло на себе всю відповідальність в області охорони праці й установило високий пріоритет - збереження життя й здоров'я працівників станції[17].

6.3. Навчання персоналу

Навчання, інструктажі й перевірка знань із питань охорони праці персоналу організовані відповідно до вимог Положення про порядок проведення навчання, інструктажів і перевірки знань із питань охорони праці.

Працівники АЕС перед початком виробничої діяльності й періодично в процесі роботи з основних і суміжних спеціальностей, а також по спеціальностях на заміщення посад проходять професійну підготовку, навчання, перевірку знань із питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим при нещасних випадках, а також правил поведінки у випадку виникнення аварії відповідно до вимог положень, посадових інструкцій або кваліфікаційних характеристик.

Посадові особи й інші працівники, зайняті на роботах, зазначених у Переліку робіт з підвищеною небезпекою, проходять щорічно спеціальне навчання й перевірку знань відповідних нормативно-правових актів по охороні праці.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

6.4. Діяльність промислово-санітарної лабораторії

Промислово-санітарна лабораторія (ПСЛ) у складі відділу охорони праці існує з 1989 року.

Метою діяльності ПСЛ є виявлення, обробка й надання даних вимірів і лабораторних досліджень факторів виробничого середовища й трудового процесу для планування й впровадження організаційно-технічних і санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на збереження здоров'я й працездатності персоналу в процесі трудової діяльності

Головними завданнями ПСЛ є:

- здійснення лабораторного контролю санітарно-гігієнічних показників стану виробничого середовища;
- дослідження факторів виробничого середовища при проведенні атестації робочих місць за умовами праці;
- аналіз даних й інформування відповідних служб АЕС по стані параметрів виробничого середовища й показників трудового процесу для вживання заходів для зниження рівня шкідливих факторів і забезпечення оптимальних (припустимих) умов праці персоналу.

Санітарно-гігієнічний контроль стану умов праці здійснюється шляхом проведення інструментальних вимірів і лабораторних досліджень факторів виробничого середовища й трудового процесу на робочих місцях відповідно до області атестації.

У цей час ПСЛ має право проводити санітарно-гігієнічні дослідження наступних факторів виробничого середовища й трудового процесу:

- хімічні фактори: аміак, хлорид водню, гидразин, кислота сірчана, ртуть, свинець, триксиленилфосфат, хлор, луги їдкі, заліза оксид, марганець, мідь, нікель, хрому оксид хромовий ангідрид, озон, оксиди азоту, водень фтористий, цинку оксид, масло мінеральне, морфолина, розчинні солі фтористоводородної кислоти;

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

- пил фіброгенної дії: аммофос, бора нітрид, борошняна, деревний, скловолокно, бавовняно-паперовий, лляний, скловата, цемент;
- фізичні фактори: шум, вібрація, висвітлення, температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря, напруженість електричного поля;
- психофізіологічні фактори: вага й напруженість праці.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Виконання будь-якої науково-дослідної роботи завжди вимагає певних витрат. Ці витрати на виробництво та реалізацію певного продукту, повинні постійно зменшуватись, адже у цьому полягає прогрес будь-якого суспільства. Якщо цього немає, то ніяка науково-технічна розробка не буде реалізована на практиці, адже така розробка не буде ефективнішою за існуючі на ринку аналоги.

На основі економічних розрахунків можна довести економічну доцільність та ефективність впровадження отриманих результатів виконаних науково-дослідних робіт у виробництво, тобто здійснити так звану комерціалізацію наукових розробок.

Саме цим завданням присвячено даний розділ магістерської кваліфікаційної роботи і передбачає він виконання таких етапів робіт (рис.7.1):

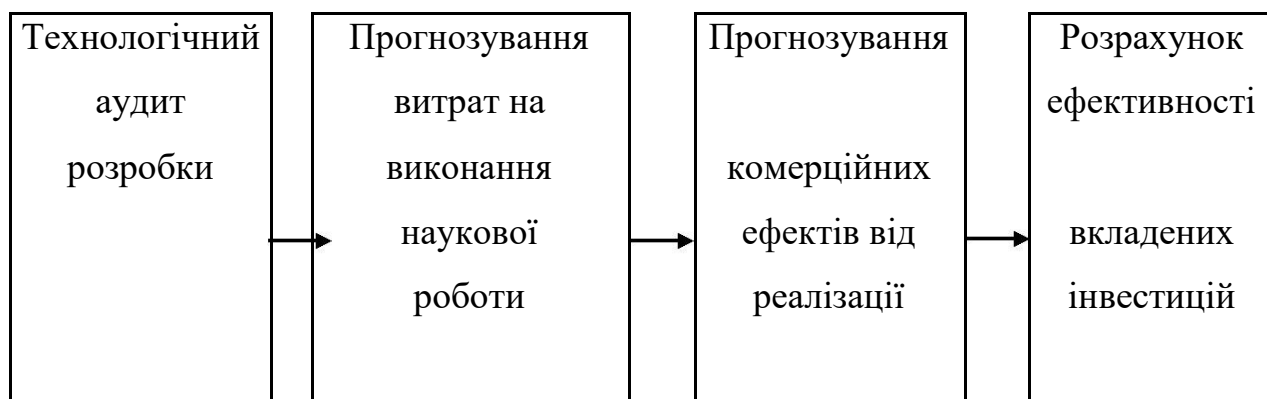


Рисунок 7.1 – Складові економічної частини магістерської кваліфікаційної роботи

Саме на такі складові буде поділено економічну частину даної магістерської роботи. Усі подальші економічні розрахунки, будуть висвітлені у згаданих підрозділах економічної частини. У комплексі ці етапи дозволять побачити цілісну картину доцільності розробки та впровадження запропонованого рішення.

7.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Проведення оцінки фокусується окремо на виявленні доцільності втілення нових ідей технологій та їх здійсненності в промисловому масштабі.

Такі оцінки типово включають розгляд декількох блоків питань, серед яких обов'язково вивчаються такі: переваги для споживачів; характеристики можливого ринку; основні конкуренти; здійсненність ідеї; забезпечення ресурсами.

Якщо запропонований продукт виявиться успішним, всі конкуренти або просто інші підприємці захочуть приєднатися до успіху і виробляти такі ж продукти, або користуватися такою ж технологією. Тому надійний захист інтелектуальної власності, покладеної в основу розробки, є важливим фактором зменшення ризику передчасного згасання циклу продаж нового продукту.

Відомі не лише якісні, а й кількісні методи оцінки комерційного потенціалу технологій, особливо корисні при проведенні порівняльного аналізу технології та їх ранжування за комерційним потенціалом або відповідним ризикам.

При такому підході кожній з ознак привласнюють певний максимальний бал і ставляться конкретні оцінки для даного проекту. Після виявлення всіх ознак можуть вводиться коефіцієнти "вагомості" даної ознаки або всієї групи факторів (наприклад, що характеризують рівень технологічних переваг) в загальному комплексі розглянутих параметрів. Для більшої точності оцінювання комерційного потенціалу, оцінювання може виконуватися паралельно кількома експертами в даній галузі, після чого їх бали додаються та знаходиться середньоарифметична оцінка комерційного потенціалу.

Для проведення оцінювання було залучено головного конструктора та головного інженера. Отримані результати занесемо в таблицю 7.2.

					НУЦЗУ.2.2017-79.CX та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 7.2 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки інформаційної системи

критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта	
	Крупельницький Л.В. к.т.н., доцент, головний конструктор	Стейскал В.Я. к.т.н., головний інженер
	Бали виставлені експертами	
1	2	2
2	1	1
3	4	4
4	4	3
5	4	4
6	2	1
7	3	3
8	4	4
9	3	3
10	4	4
11	4	4
12	4	4
Сума балів	39	37
Середньо арифметична сума	38	

Таблиця 7.3 – Рівні комерційного потенціалу розробки інформаційної системи

Середньоарифметична сума балів \bar{C} B , розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0 – 10	Низький
11 – 20	Нижче середнього
21 – 30	Середній
31 – 40	Вище середнього
41 – 48	Високий

За даними таблиці 4.2, а також користуючись даними таблиці 4.3 можна зробити висновок, що рівень комерційного потенціалу нової розробки вище середнього, так як середня оцінка дорівнює 38.

7.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної (дослідницько-конструкторської) та конструкторсько-технологічної роботи

Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної, дослідно-конструкторської та конструкторсько-технологічної роботи може складатися з таких етапів:

- 1-й етап: розрахунок витрат, які безпосередньо стосуються виконавців даного розділу роботи.
- 2-й етап: розрахунок загальних витрат на виконання даної роботи.

- 3-й етап: прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів даної роботи.

4.2.1 Розрахунок витрат, які безпосередньо стосуються виконавців даного розділу НДДКР

Основна заробітна плата кожного з розробників, якщо вони працюють в наукових установах бюджетної сфери:

$$z_0 = \frac{M}{T_p} \cdot t \cdot (\text{грн.}), \quad (7.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника, грн. T_p – число робочих днів в місяці, $T_p = 22$ дні, t – число днів роботи розробника.

Над створенням системи відображення точного часу працювали керівник проекту та інженер. Отже, виконаємо для них всі необхідні розрахунки:

- основна заробітна керівника становить

$$z_0 = \frac{5000,00}{22} \cdot 25 = 5681,81 \text{ (грн.)}, \quad (7.2)$$

- основна заробітна інженера становить

$$z_0 = \frac{3000,00}{22} \cdot 44 = 6000,00 \text{ (грн.)}. \quad (7.3)$$

Отримані розрахунки занесемо в табл. 7.4.

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
1 Керівник	5000,00	227,27	25	5681,81
2 Інженер	3000,00	136,66	44	6000,00
Всього				11681,81

Основна заробітна плата робітників Z_p , якщо вони беруть участь у виконанні НДДКР і виконують роботи за робочими професіями, у випадку, коли вони працюють в наукових установах бюджетної сфери, розраховуються за формулою:

$$Z_p = \sum_{i=1}^n t_i \cdot C_i \quad (\text{грн.}), \quad (7.4)$$

де t_i – норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин; n – число робіт за видами та розрядами;

C_i – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує дану роботу, визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{zm}} \quad (\text{грн./год.}), \quad (7.5)$$

де M_m – розмір мінімальної заробітної плати за місяць, грн.; з 01.09.2015р.

$M_m=1378$ грн;

K_i – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду;

T_p – число робочих днів в місяці; приблизно $T_p = 22$ дні;

T_{zm} – тривалість зміни, зазвичай $T_{zm} = 8$ годин

C_1 – тарифна ставка робітника першого розряду. Мінімальна погодинна ставка робітника 1-го розряду з 01.09.2015 року встановлена на рівні $C_1=8,25$ грн./годину.

Розрахуємо тарифну ставку робітника 6-го розряду:

$$C_6 = \frac{1378 \cdot 1,45}{22 \cdot 8} = 11,35 \quad (\text{грн.}). \quad (7.6)$$

Розрахунки зводимо до таблиці 7.5.

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

Таблиця 7.5 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

№	Найменування робіт	Грудомісткість, н-годин	Розряд роботи	Погодинна тарифна ставка, грн/год.	Величина оплати, грн.
1	Збирання компонентів системи	200	6	11,35	2270
2	Перевірка якості	40	6	11,35	454
3	Збирання системи	50	6	11,35	567,5
4	Кінцеве налагоджування	150	6	11,35	1702,5
ВСЬОГО					4994

Додаткова заробітна плата Z_d всіх розробників та робітників, які брали участь у виконанні даної НДДКР, розраховується як (10...12)% від суми основної заробітної плати всіх розробників та робітників, тобто:

$$Z_d = (0,1 \dots 0,12) \cdot Z_0 = 0,11 \cdot 11681,81 = 1284,91 \text{ (грн).}$$

Нарахування на заробітну плату H_{zn} розробників та робітників, які брали участь у виконанні даної НДДКР, розраховується за формулою:

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$H_{зп} = (Z_o + Z_p + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100}, \quad (7.7)$$

де Z_o – основна заробітна плата розробників, грн;

Z_p – основна заробітна плата робітників, грн;

Z_d – додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, грн.;

β – ставка єдиного внеску на загальнообов’язкове державне соціальне страхування, %. З 1.01.2011 року ставка єдиного внеску на загальнообов’язкове страхування для 30 класу професійного ризику запропонованого виробництва становить 37,6%. Тоді:

$$H_{зп} = (11681,81 + 4994 + 1284,91) \cdot \frac{37,6}{100} = 6753,23 \text{ (грн).}$$

Амортизація обладнання, комп’ютера, пристроїв та приміщень B , які використовувались під час (чи для) виконання НДДКР:

$$A = \frac{Ц \cdot H_a}{100} \cdot \frac{T}{12} \text{ грн.} \quad (7.8)$$

де $Ц$ – загальна балансова вартість всього обладнання, комп’ютера, пристроїв та приміщення, тощо, що використовувались для виконання НДДКР, грн.;

H_a – річна норма амортизаційних відрахувань. Для нашого випадку можна прийняти, що $H_a = (10 \dots 25)\%$;

T – термін, використання обладнання, приміщень тощо, місяці.

Розраховані значення величини амортизаційних відрахувань A , знесемо в табл. 7.6.

в Таблиця 7.6 – Амортизація основного обладнання

в

Найменування обладнання, приміщень	Балансова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Термін використання, міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.
Комп’ютер	15000,00	20	4	1000
Приміщення	150000,00	20	4	10000

Всього	11000
--------	-------

Витрати на комплектуючі К, що були використані під час виконання даного етапу роботи, розраховуються за формулою:

$$K = \sum_i N_i \cdot C_i \cdot K_i \text{ (грн)}, \quad (7.9)$$

де N_i – кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

C_i – ціна комплектуючих i -го виду, грн;

K_i – коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = (1, 1 \dots 1, 15)$;

n – кількість видів комплектуючих.

Зроблені розрахунки бажано звести до таблиці:

Таблиця 7.7 – Комплектуючі та їх вартість, які використовуються для виготовлення системи.

№ п/п	Найменування комплектуючих	Витрачено, шт.	Ціна, грн	Вартість, грн
1	Конденсатор К10-17-М30-100 нФ	2	0,75	1,5
2	Конденсатор К10-17-М30-22 пФ	2	0,75	1,5
3	Мікроконтролер АТtiny2313	2	109,5	219
4	Резистор С2-23-0,125-1,5 кОм	2	0,2	0,4
5	Резистор С2-23-0,125-10 кОм	2	0,2	0,4
6	Резистор С2-23-0,125-68 Ом	4	0,2	0,8
7	Блок живлення	2	107	214
8	Кварцовий резонатор 15 Мгц	2	14	28
9	Семисегментний індикатор	12	45	540
10	Світлодіоди	72	2,22	159,84
11	Корпус	2	68	136
12	Роз'єм	2	16,2	32,4

13	GPS-приймач	1	500	500
	Разом:			1833,84
	Витрати з урахуванням транспортних витрат:	1833,84 · 1,12 = 2053,9 (грн)		

Витрати на силову електроенергію V_e розраховуються за формулою:

$$V_e = V \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n \quad (\text{грн.}), \quad (7.10)$$

де V – вартість 1 кВт-години електроенергії (1,825 грн/кВт);

P – установлена потужність обладнання, кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання;

K_n – коефіцієнт використання потужності 0,7;

Отже:

$$V_e = 1,825 \cdot 0,2 \cdot 440 \cdot 0,7 = 112,42 \text{ (грн).}$$

Інші витрати V_{in} охоплюють: витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо.

Інші витрати доцільно прийняти як 200% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, що виготовили дослідний зразок

$$V_{in} = (1..3) \cdot (Z_o + Z_p) \quad (7.11)$$

Отже:

$$V_{in} = 2 \cdot (11681,81 + 4994) = 33351,62 \text{ (грн).}$$

Сума всіх попередніх витрат дає витрати на виконання даної частини розробки:

$$V = 11681,81 + 4994 + 1284,91 + 6753,23 + 11000 + 2053,9 + 112,42 + 33351,62 = 71231,89 \text{ (грн).}$$

7.2.2 Розрахунок загальних витрат на виконання роботи

Загальна вартість всієї наукової роботи $V_{заг}$ визначається за формулою:

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

$$B_{заг} = \frac{B_{ін}}{\alpha}, \quad (7.12)$$

де α – частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даного етапу роботи, у відн. одиницях ($\alpha = 0,6$).

$$B_{заг} = \frac{33351,62}{0,6} = 55586,03 \text{ (грн)}, \quad (7.13)$$

7.2.3 Прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів роботи

Прогнозування загальних витрат (ЗВ) на виконання та впровадження результатів виконаної наукової роботи здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{B_{заг}}{\beta}, \quad (7.14)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної роботи.

7.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

У даному підрозділі кількісно прогнозовано, яку вигоду, зиск можна отримати у майбутньому від впровадження результатів виконаної наукової роботи.

Збільшення чистого прибутку підприємства $\square \Pi_i$ для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, розраховується за формулою:

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документу	Підпис	Дата		

впровадження результатів розробки у даному році. Зазвичай таким показником може бути ціна одиниці нової розробки;

$$\Delta \Pi_i = \sum_1 (\Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right), \quad (7.15)$$

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки; □

N – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки;

C_o – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки;

Y – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. Y

В результаті впровадження наукової розробки покращується якість певного продукту, що дозволяє підвищити ціну його реалізації на 500 грн.

Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року – на 100 шт., протягом другого року – ще на 300 шт., протягом третього року – ще на 300 шт.

Реалізація продукції до впровадження результатів наукової розробки складала 0 шт, а її ціна – 4000 грн.

Спрогнозуємо збільшення чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукової розробки у кожному році відносно базового.

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta \Pi_i$ протягом першого року складе:

$$\Delta \Pi_1 = [500 \cdot 0 + (4000 + 500) \cdot 100] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 76\,875 \text{ грн.} \quad (7.16)$$

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta \Pi_i$ протягом другого року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукової розробки) складе:

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

$$\Delta \Pi_2 = [500 \cdot 0 + (4000 + 500) \cdot (100 + 300)] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 307\,500 \text{ грн.} \quad (7.17)$$

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta \Pi_i$ протягом третього року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукової розробки) складе:

$$\Delta \Pi_3 = [500 \cdot 0 + (4000 + 500) \cdot (100 + 300 + 300)] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 538\,125 \text{ грн.} \quad (7.18)$$

7.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Розрахований у попередньому пункті комерційний ефект від можливого впровадження розробки, ще не означає, що ця розробка реально буде впроваджена. Якщо збільшення прогнозованого прибутку від впровадження результатів наукової розробки є вигідним для підприємства (організації), то це ще не означає, що інвестор погодиться фінансувати дану розробку. Інвестор погодиться вкладати кошти у реалізацію даної наукової розробки тільки за певних умов.

Основними показниками, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності.

Розрахунок ефективності вкладених інвестицій передбачає проведення таких робіт:

1-й крок. Розрахуємо теперішню вартість інвестицій PV, що вкладаються в наукову розробку. Такою вартістю, можна вважати прогнозовану величину загальних витрат ЗВ на виконання та впровадження результатів НДДКР, розраховану нами раніше за формулою (4.11), тобто будемо вважати, що $ZB = PV = 111172,06$.

2-й крок. Розрахуємо очікуване збільшення прибутку $\Delta\Pi_i$, що його отримає підприємство (організація) від впровадження результатів наукової розробки, для кожного із років, починаючи з першого року впровадження.

3-й крок. Для спрощення подальших розрахунків побудуємо вісь часу, на яку нанесемо всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів.

Платежі показуються у ті терміни, коли вони здійснюються.

Рисунок 7.1 характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків).



Рисунок 7.1 – Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

4-й крок. Розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{абс}$.

$$E_{абс} = (ПІІ - PV), \quad (7.20)$$

де $ПІІ$ – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукової розробки, грн.; PV – теперішня вартість інвестицій, $PV = 3B$.

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою:

$$ПП = \sum_{t=1}^T \frac{\Delta \Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (7.21)$$

де $\Delta \Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн.;

t – період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої НДДКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,1;

t – період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки «0».

$$\begin{aligned} ПП &= \frac{76875}{(1 + 0.1)^3} + \frac{307500}{(1 + 0.1)^4} + \frac{538125}{(1 + 0.1)^5} = \frac{76875}{1,331} + \frac{307500}{1,4641} + \frac{538125}{1,61051} \\ ПП &= 57\,757,33 + 210\,026,64 + 334\,133,29 = 601\,917,2 \text{ (грн)}. \end{aligned} \quad (7.22)$$

Тоді

$$E_{abc} = (601\,917,2 - 111\,172,06) = 490\,745,1 \text{ (грн)}.$$

Оскільки $E_{abc} > 0$, то результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток.

5-й крок. Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_v . Для цього використаємо формулу:

$$E_v = \sqrt[T_{ж}]{1 + \frac{E_{abc}}{I_{ж}}} - 1, \quad (7.23)$$

де $T_{ж}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_v = \sqrt[3]{1 + \frac{490\,745,1}{111172,06}} - 1 = 0,76 \quad (7.24)$$

Розрахуємо мінімальну (бар'єрну) ставку дисконтування:

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14					

$$\tau = d + f,$$

(7.25)

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2015 році в Україні $d=(0,14\dots0,2)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай величина $f=(0,05\dots0,1)$.

6-й крок. Розраховуємо термін окупності вкладених в реалізацію наукового проекту інвестицій:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_e} \quad (7.26)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{0,76} = 1,32 \quad (7.27)$$

Оскільки, $T_{ок} < 3..5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки є доцільним.

Оцінено комерційний потенціал розробки, який є вище середнього, що свідчить про велику ймовірність успішного комерційного впровадження системи на ринок та відповідно можливості отримання прибутку від її використання.

Розраховано витрати на виконання наукової роботи та впровадження їх результатів. А саме, розраховано: основну заробітну плату кожного з розробників, сума яких рівна 11681,81 грн. та робітників – 4 994 грн.; додаткову заробітну плату – 1284,91 грн.; нарахування на заробітну плату розробників та робітників – 6753,62 грн.; амортизацію обладнання – 11 000 грн.; витрати на матеріали – 2053,9 грн.; витрати на силову електроенергію – 112,42 грн. та інші витрати – 33351,62. Розраховано загальні витрати на розробку, що складають 71231,89 грн. Оскільки розробка знаходиться на стадії розробки дослідного зразка, то спрогнозовані загальні витрати становитимуть 111172,06 грн.

Розраховано комерційні ефекти від реалізації результатів розробки.

Для виконання даної наукової роботи та впровадження її результатів необхідно затратити 1 рік, а основні позитивні результати від впровадження розробки очікуються протягом 3-ох років після її впровадження. Розраховано збільшення чистого прибутку для кожного року, протягом яких очікується отримання

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

позитивних результатів, для 1-го року – 76875грн; для 2-го – 307500грн; для 3-го – 538125грн.

Розраховано ефективність вкладених інвестицій та періоду їх окупності.

Абсолютна ефективність $E_{\text{абс}} > 0$, то результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток; розраховано відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_v та мінімальну (бар'єрну) ставку дисконтування, оскільки $E_v > \tau$, тобто $76\% > 30\%$, то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки. Також розраховано термін окупності вкладених в реалізацію наукового проекту інвестицій який складає 1,32 роки. Оскільки $T_{\text{ок}} < 3..5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки є доцільним.

										лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

ВИСНОВКИ

Отже, радіоекологічна (ядерна та радіаційна) безпека як передумова і складова екологічної безпеки зумовлює такий стан розвитку суспільних відносин у сфері використання ядерної енергії, поводження з джерелами іонізуючого випромінювання, радіоактивними відходами тощо, за якого системою науково-технічних, економічних, організаційних, державно-правових та інших соціальних заходів забезпечується регулювання радіаційно небезпечної діяльності, встановлюється режим використання ядерної енергії, які забезпечують захист життя і здоров'я людини від негативного впливу іонізуючого випромінювання та охорону навколишнього природного середовища від радіоактивного забруднення внаслідок міграції радіоактивних речовин у біосфері та їх накопичення живими організмами.

Додержання цих принципів у практичній діяльності і є передумовою розв'язання проблем як радіоекологічної, так і екологічної безпеки.

Поширення радіаційних технологій у народному господарстві потребує якості контролю та моніторингу радіаційної безпеки.

У даний час атомні електростанції будуються та працюють таким чином, щоб і персонал і населення були впевнені в захищеності від шкідливих випромінювань. На АЕС третього і наступних поколінь імовірність серйозної аварії, здатної викликати викиди значної кількості радіоактивних продуктів в атмосферу буде постійно зменшуватися тому, що постійно відбувається впровадження різних заходів і систем безпеки.

Аналіз сучасних технологій радіаційного контролю показав, що підвищити чутливість вимірювання можна за рахунок використання датчиків сцинтиляційного типу.

									лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14				

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гринев Б.В., Семиноженко В.П. Сцинтилляционные детекторы ионизирующих излучений для жестких условий эксплуатации // Харьков.: Основа. 1993. 155 с.
2. Науменко В.А., Чергинец В.Л., Реброва Т.П. и др. Получение и сцинтилляционные свойства $Cs_2LiCdCl_6:Ce^{+3}$ //Тез. докл. Межд. школы семинара молодых ученых "Функциональные материалы для науки и техники". Харьков, 2012. С .23.
3. Kramer Karl Wilhelm; Gueded Hans-Ulich; Bessiere Aurelie; et al Pat. US 7525100B2. G01T3/00, опубл. 28.04 2009.
4. Yoshikawa Akira; Yanagina Takayuki Fukuda Kentaro et. al. Pat. US 8044358 B2. G01T3/08. Опубл. 25.10.2011.
5. Бумажнов В.А., Дурум А.А., Кочетков В.И. и др. Композиционные сцинтилляторы для прецизионной калориметрии //ПТЕ. 1999. №4. С. 77-82.
6. Васильченко В.Г., Соловьев А.С. Свойства композиционных сцинтилляторов в статических и динамических состояниях //ПТЕ. 2003. №6. С. 35-42.
7. Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией.: М. Логос. 2000.
8. Kojima T., Katagiri M., Tsutsui N., Imai K., Matsubayashi M., Sakasai K. Neutron scintillators with high detection efficiency //Nuclear ad Methods in Research A529. 2004. P. 325-328
9. Brent Allen Clothier, Venkat Subramaniam Venkataramani, Sergio Paulo Loureiro, Adrian Ivan. Patent US 780 0073 G01 30/20. Inorganic scintillating component (zinc sulfide), neutron capture component, and thermoplastic, thermosetting, moldable resin; taple casting, slip casting; radiation detectors. 21.09. 2010.
10. Игнатов С.м., Потапов В.Н., Неретин С.М., Петров В.и., Орлов А.Д., Шмурак С.З., Классен Н.В. Детекторы нейтронного излучения на основе твердотельных кремниевых фотоумножителей //ПТЭ. 2009. № 4. С. 60-65.
11. Переседов В.Ф. Сцинтилляционный стриповый детектор для регистрации тепловых нейтронов. Приборы и техника эксперимента. 2006. №5. С. 39-47. 5.

									лист
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14				

12. Дрейзин В.Э., Овсянников Ю.А., Поляков В.Г. Катыхин А.И., Полищук И.В. Пат. RU 2390800. G 01T 3/00. Способ и устройство для измерения спектральной и интегральной плотности потока нейтронов. Опубл. 27.05. 2010.
13. Джаппуев Д.Д., Вальдес-Галисия Х.Ф. //Ядерная физика. 2007, т. 70, №6. С. 1123.
14. Л.А. Андриющенко, В.А. Тарасов, Л.М. Трефілова І.Д. Власова. І.М. Дубцов, В.М. Лісіцин, В.І. Олешко, В.Ю. Яковлев. Сцинтиляційний детектор реєстрації теплових нейтронів. Патент України на винахід № а 2013 07673 від 25.12. 2015.
15. Постанова Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956 "Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки".
16. Постанова Кабінету Міністрів України від 15 лютого 1999 № 192 "Про затвердження Положення про організацію оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях".
17. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 р. № 2694-ХІІ
18. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 03.12.1997 р. № 684/97-ВР; Ст. 5, 8.

					НУЦЗУ.2.2017-79.СХ та ХТ РПЗ-14	лист
Зм.	Лист	№ документу	Підпис	Дата		