

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет заочного навчання  
Кафедра загальної та теоретичної фізики

**Кваліфікаційна робота бакалавра**

на тему: «Радіаційний моніторинг продукції харчової  
промисловості»

Виконав студент 5 року навчання  
групи ТЗНС-5і (заоч)  
спеціальності 183 «Технології  
захисту навколишнього  
середовища»

Магалецький Леонід Андрійович

Керівник к.ф-м. н., доцент

Кудашкіна Лариса Сергіївна

Рецензент д.тех. н., професор

Софронков Олександр Наумович

Одеса 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет заочного навчання  
 Кафедра загальної та теоретичної фізики  
 Рівень вищої освіти бакалавр  
 Спеціальність Напрямок підготовки 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
(шифр і назва)  
 Освітня програма Технології захисту навколишнього середовища  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**Завідувач кафедри загальної та теоретичної фізики,**  
**професор Герасимов О.І.**

“05”\_травня\_2021\_року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

студенту(ці) Магалецькому Леоніду Андрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Радіаційний моніторинг продукції харчової промисловості»

керівник роботи Кудашкіна Лариса Сергіївна к.ф-м.н, доцент.  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “29” березня 2021 року  
 № 36 – «С»

2. Строк подання студентом роботи 14.06.2021

3. Вихідні дані до роботи \_\_\_\_\_

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

-Аналіз та ступені радіоактивного забруднення продуктів харчової промисловості внаслідок аварії на ЧАЕС;

-Дослідження впливу забруднених територій на тваринні корма а також продукти харчової промисловості ;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Рис. 2.1. Динаміка кількості населених пунктів, де в особистих підсобних господарствах реєструвалося молоко з вмістом  $^{137}\text{Cs}$  у логарифмічній шкалі.

Рис. 2.1. Динаміка кількості населених пунктів, де в особистих підсобних господарствах реєструвалося молоко з вмістом  $^{137}\text{Cs}$  у логарифмічній шкалі.

#### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Немає		

7. Дата видачі завдання 05.05.2021 р. \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальн ою шкал ою
<b>1</b>	Огляд базових літературних джерел за темою дипломного проекту	04.05.- 06.05.21		
<b>2</b>	Узагальнення основних теоретичних положень проекту	07.05.- 10.05.21		
<b>3</b>	Рубіжна атестація	11- 15.05.21р		
<b>4</b>	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення електронної версії роботи. Перевірка на плагіат. Складання протоколу та авторського договору	16.05- 31.05.21 01.06.21		
<b>5</b>	Підготовка паперової версії і презентаційного матеріалу до процедури предзахисту. Внесення коректив. Рецензування роботи. Підготовка до публічного захисту.	02.06- 19.06.21 18.06.2021		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>			

Студент \_\_\_\_\_ **Магалецький Л.А.**  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ **Кудашкіна Л.С.**  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

### «Радіаційний моніторинг продукції харчової промисловості»

Метою кваліфікаційної бакалаврської роботи являється радіаційний моніторинг, а також контроль забруднення продуктів харчової промисловості радіонуклідами, а саме цезій -137 стронцій -90 внаслідок аварії на ЧАЕС в 1986 році.

Задачею бакалаврської кваліфікаційної роботи є:

-Аналіз та ступені радіоактивного забруднення продуктів харчової промисловості внаслідок аварії на ЧАЕС;

-Дослідження впливу забруднених територій на тваринні корма, а також продукти харчової промисловості.

**Ключові слова:** радіонукліди, радіаційний моніторинг, продукти харчової промисловості, радіоактивне забруднення, контроль.

Науковий керівник: к.ф-м.н, доц. Кудашкіна Л.С.

Робота містить :

Сторінок – 42

Рисунків – 2

Таблиць – 3

Літературних посилань - 10

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 РАДІАЦІЙНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.....	7
1.1. Класифікація продуктів харчування за агрегатним станом. Терміни і визначення.....	7
1.2. Типи і характер забруднення. Види харчових забруднюючих речовин.....	12
1.3. Забруднення продуктів харчування радіонуклідами, важкими металами та хімічними сполуками.....	14
1.4. Органічне забруднення продуктів харчування.....	21
2 МОНІТОРИНГ ЯК ГАЛУЗЬ ЕКОЛОГІЧНОЇ НАУКИ І ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ .....	24
2.1. Радіаційний моніторинг.....	24
2.2. Організація радіаційного захисту населення.....	29
2.3. Ступінь безпеки виявленого забруднення в продуктах харчування...	35
ВИСНОВКИ.....	41
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	42

## ВСТУП

На початку першого десятиріччя XXI ст. забруднення навколишнього природного середовища відходами, викидами та стічними водами усіх видів промислового виробництва, сільського господарства, а також комунального господарства міст набуло глобального характеру і поставило людство на межу екологічної катастрофи. За таких умов у багатьох країнах забезпечення екологічно безпечного сталого розвитку у найближчому майбутньому є неможливим.

В Україні державна політика у сфері забезпечення екологічно безпечного сталого розвитку територій різного рівня ієрархії управління, як і будь-якій іншій сфері повинна базуватися на стабільній системі законодавства, актів, нормативів. Але ця система, особливо у перехідний період повинна бути еластичною, тобто вміти швидко реагувати на зміни навколишніх компонентів, вміти пристосовуватися до змін занадто складного середовища. І це є дуже ефективним засобом подолання еколого-економічної кризи та забезпечення природоохоронної функції держави.

Вивчення, аналіз та узагальнення практики застосування законодавства про охорону навколишнього природного середовища в системі забезпечення сталого розвитку передбачається здійснювати у двох напрямках: 1) складання і затвердження екологічних нормативів природо-користування (стосовно надр, ґрунтів, води, повітря, рослинності тощо); 2) складання і затвердження комплексу еколого-економічних показників державного контролю за станом довкілля та діяльністю господарчих структур.

Державне регулювання у цій сфері не може існувати без ефективної системи нагляду за станом середовища, тобто без системи постійно діючого моніторингу. Моніторинг дозволяє виявляти критичні та екстремальні ситуації, фактори антропогенного впливу на довкілля, здійснювати оцінку та прогноз стану об'єктів

спостереження, керувати процесами взаємовпливу об'єктів гідросфери, літосфери, атмосфери, біосфери та техносфери.

## **Розділ 1. Радіаційне забруднення харчових продуктів**

### **1.1. Класифікація продуктів харчування за агрегатним станом.**

#### **Терміни і визначення.**

**Радіаційне забруднення** - найбільш небезпечний вид фізичного забруднення навколишнього середовища, пов'язаний з впливом на людину та інші види організмів радіаційного випромінювання. У розвинених країнах в даний час радіаційне забруднення навколишнього середовища становить найбільшу небезпеку внаслідок того, що один з основних джерел цього виду забруднення - ядерна енергетика останнім часом розвивається найбільш швидкими темпами.

До радіаційного забруднення відносяться:

- 1) власне радіаційне забруднення, під яким розуміється фізичне забруднення середовища, пов'язане з дією альфа- і бета-частинок і гамма-випромінювань, що виникають в результаті розпаду радіоактивних речовин,
- 2) забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами, пов'язане з перевищенням природного рівня вмісту (природного фону) радіоактивних речовин в навколишнє середовище.

Другий вид забруднення середовища проявляється в результаті дії випромінювань, що супроводжують радіоактивний розпад. Тому і контроль вмісту радіоактивних речовин, і оцінка їх дії на живі організми проводиться шляхом реєстрації випромінювань. У зв'язку з цим прийнято об'єднувати ці два види забруднення і розглядати їх в якості радіаційного забруднення навколишнього середовища.

Проте ризик радіаційної небезпеки не визначається лише безпекою

ядерних реакторів, він залежить від рівня радіаційного забруднення територій, пов'язаних з виробництвом і випробуванням ядерної зброї, з роботою підприємств, що займаються видобутком, і переробкою ядерних матеріалів і т.п. Більш того, ризик радіаційної небезпеки оцінюється не лише ймовірністю фатальних наслідків, а також ймовірністю отримання дози опромінення та наступних різноманітних захворювань. На даний момент в літературі оцінки ризику зазначених чинників радіаційної небезпеки не розглядаються. Зрозуміло, що в цілому ризик радіаційної небезпеки значно більший, ніж оцінений вище тільки по ймовірності аварій в ядерній енергетиці. Тому не дивно, що інтуїтивно сприймається суспільством радіаційна небезпека порівнянна з небезпекою хімічного забруднення середовища.

**Джерела радіаційного забруднення.** Фактори радіаційної небезпеки поділяються за походженням на природні та антропогенні. До природних факторам відносяться видобуток копалини руди, випромінювання при розпаді радіоактивних елементів в земній корі і ін. Антропогенними чинниками радіаційної небезпеки пов'язані з видобутком, переробкою і використанням радіоактивних речовин, виробництвом і використанням атомної енергії, розробкою і випробуванням ядерної зброї і т.п. Найбільшу небезпеку для здоров'я людини представляють антропогенні фактори радіаційної небезпеки, пов'язані з наступними видами і галузями людської діяльності є медицина і наука. Вони мають свої основні джерела забруднення середовища як радіоактивними елементами, так і радіаційним випромінюванням. Крім того, атомна промисловість і ядерна енергетика є основними джерелами радіоактивних відходів (РАВ), виключно небезпечних для всього живого на планеті, що створило порівняно нову проблему людства - проблему поховання, утилізації, складування РАО, рішення якої до сих пір не існує. Інша нова проблема викликана реалізацією досягнутих між ядерними державами угод з ядерного роззброєння - це проблема



ліквідації ядерної зброї, пов'язана в основному з демонтування і безпечної транспортуванням, складуванням та зберіганням великої кількості ядерних боєголовок (до декількох десятків тисяч з двох сторін - з української та американської) . Обидві проблеми вимагають колосальних економічних витрат, які можна порівняти з національним доходом розвинених країн. Найближчим часом до цих двох додається і третя проблема, викликана закінченням терміну експлуатації десятків ядерних реакторів атомних електростанцій (АЕС) і атомного підводного флоту [1].

Нижче у таблиці 1 наведені дані про величину періоду напіврозпаду деяких радіоактивних елементів (радіонуклідів), що мають важливе значення з точки зору екології.

Таблиця 1.1. – Величини періодів напіврозпаду деяких радіоактивних елементів [2].

Вид піврозпаду	Одиниці часу	Приклад	$T_{0,5}$
Короткоживучі	Мікросекунд	$^{212}\text{Po}$ , $^{218}\text{Rn}$	0,3; 35
	Секунди	$^{211}\text{Po}$ , $^{219}\text{R}$	0,5; 3,96
	Хвилини	$^{81}\text{Sr}$ , $^{128}\text{Cs}$ ,	25,5; 3,9
	Години	$^{92}\text{Sr}$ , $^{127}\text{Cs}$	2,7; 6,25
	Доби	$^{132}\text{Cs}$ , $^{131}\text{I}$	6,5; 8,04
Середньоживучі	Тижні	$^{82}\text{Sr}$ , $^{136}\text{Cs}$	3,57; 1,87
	Місяці	$^{85}\text{Sr}$ , $^{144}\text{Ce}$	2,16; 9,5
	Роки	$^{134}\text{Cs}$	2,06
Довгоживучі	Десятки років	$^{90}\text{Sr}$ , $^{137}\text{Cs}$	29; 30
	Сотні років	$^{141}\text{Am}$	4,3
	Тисячі років	$^{239}\text{Pu}$	24
Наддовгоживучі	Сотні тисяч років	$^{234}\text{U}$	2,45
	Мільйони років	$^{236}\text{U}$	23
	Мільярди років	$^{40}\text{K}$ , $^{238}\text{U}$	1,28; 4,47

Найбільш небезпечні стронцій і цезій, які важко виводяться з організму. Володіючи періодом напіврозпаду, приблизно рівним середньої тривалості життя людини, вони створюють небезпеку онкологічних захворювань і генетичних порушень.

Атомна промисловість займається видобутком, переробкою і збагаченням радіоактивної сировини, що використовується далі або як паливо в ядерній енергетиці, або для створення систем ядерної зброї (ядерні боєголовки). Отже, підприємства атомної промисловості мають справу безпосередньо з радіоактивними речовинами, частина яких неминуче потрапляє в навколишнє середовище людини у вигляді відходів або розсіюється в ґрунті, атмосфері, водоймах.

Як відомо, найбільшої шкоди біосфері і людству було завдано випробуваннями ядерної зброї в атмосфері, які тривали до **1980 г. (Китай)**, хоча провідні ядерні держави завершили їх в **1962 (СРСР) і 1963 (США)** роках. Особливо сильно сприяв радіоактивного забруднення Азіатського материка потужний (до 3 мегатонн) повітряний ядерний вибух в Китаї, наслідки якого на територіях Середньої і Центральної Азії, Сибіру і Далекого Сходу простежуються до сих пір.

Фізичні властивості відіграють велику роль при виробництві харчових продуктів та при їх дослідженні на наявність: радіонуклідів, важких металів, біологічних забруднювачів, враховуючи способи їх перевезення і зберігання при характеристиці якості. За агрегатним станом продукти можуть бути: твердими, рідкими або гранульованими. Тверді тіла мають кристалічну структуру (цукор, сіль, та інші) або аморфну (карамельні вироби). До групи рідких відносять рідини - воду, олії, бульйон, молоко, напої та ін. До гранульованих продуктів харчування можна віднести (круп, творогу, та інші).

До рідких відносяться продукти, які легко розтікаються при кімнатній температурі. Типовими рідкими продуктами є молоко, соки, різні напої, а

також сиропи, деякі соуси і інше. До рідких продуктів часто ставляться продукти з помітними включеннями твердих частинок: соки з фруктовую м'якоттю, пюре та ін.

Також крім основних агрегатних станах є також і аморфні. До них відносяться (гелі): фруктові желе, желатинові десерти, сирні та інші, що складаються в основному з полімерних вуглеводів (крохмаль, пектин або агар) або з білків (глобулін, желатин). Якість желеподібних продуктів залежить від здатності цих речовин швидко застигати при певній концентрації в воді. У харчовій промисловості широко використовуються крохмальні, пектинові гелі, рослинні камеді, желатин і яєчний альбумін.

До аморфних продуктів відносяться також макарони, вермішель, інші продукти, отримані шляхом обробки тіста, що складається з борошна і води та доведення їх до пастоподібної консистенції, також відносять деякі глибоко подрібнені продукти з рослинної сировини, що зберегли в основному клітинну структуру.

До склоподібним відносяться продукти, що володіють низькою пружністю (еластичністю), розламується під дією надлишкової напруги, тобто володіє типовими властивостями скла. Типовим склоподібним продуктом є леденцева карамель. Це аморфний продукт, що складається з застиглих перенасичених цукрових сиропів. Карамель склоподібного типу мають суцільну однорідну некристалічні структуру, що складається з майже збезводненої суміші вуглеводів з низькою молекулярною масою.

Часто продукти харчування являють собою суміш (дисперсну систему), що включає в своєму складі різні агрегатні стани речовин. Дисперсна система - це утворення з двох або більшого числа фаз (тіл).

Дисперсні системи (з рідким дисперсійним середовищем) можуть перебувати у вільному стані - золь, коли окремі елементи не пов'язані або слабо пов'язані один з одним (молоко), і в зв'язаному стані - гель (кисле молоко, кефір), коли частинки пов'язані один з одним молекулярними

силами. У золях суцільна фаза, або дисперсійне середовище, є рідиною; дисперсна фаза може бути рідкою в разі емульсії або твердою в разі суспензії. У гелі переважає тверда фаза, яка не завжди має однорідну структуру у всьому обсязі тіла. [1]

## **1.2. Типи і характер забруднення. Види харчових забруднюючих речовин.**

Промислові підприємства своїми стічними водами забруднюють водні басейни, сотні гектари родючих земель залишаються не використаними, внаслідок чого не одержано багато сільськогосподарської сировини, придатної для харчової та переробної промисловості.

Теплові електростанції, заводи, фабрики викидають в атмосферу тони шкідливих газів. Вміст токсичних речовин у вихлопних газах автомобілів значно перевищує загальноприйняті норми. Ось таким повітрям змушені дихати люди, тварини, рослини. Недбайливе ставлення до землі, води, біосфери в цілому призвело до того, що рослинний і тваринний світ став також небезпечним для людини.

У організм людини з їжею і напоями надходить до 80% шкідливих речовин. До них належать сполуки, що утворилися в процесі технологічної та кулінарної обробки, харчові добавки, а також побічні забруднювачі. Останні діляться на дві основні групи: екзогенні та ендогенні. До екзогенних належать сполуки, які потрапили в харчові продукти із зовнішнього середовища. Наприклад, у рослинну продукцію – внаслідок застосування понаднормативних доз мінеральних добрив, пестицидів; у тваринницьку – стимуляторів росту тварин, антибіотиків. До цієї ж групи належать екстракти тари, технологічного обладнання, рештки дезінфікуючих або мийних засобів, промислових відходів тощо.

До другої групи відносять ендогенні речовини, що утворюються у сировинній продукції під дією хімічних і фізичних факторів, а також внаслідок

взаємодії складових частин та екзогенних речовин.

Промислові викиди хімічних та радіоактивних відходів у навколишнє середовище спричиняють забруднення харчових продуктів; неправильне застосування пестицидів та хімічних добрив; використання недосконалої технології та обладнання при виробництві харчових продуктів і, як наслідок, потрапляння шкідливих домішок у кінцевий продукт або утворення шкідливих речовин під час виробничого процесу.

Забруднення харчових продуктів промислового походження – це складні органічні й металоорганічні речовини, які являють собою побічні продукти промислових, хімічних та інших процесів. У інших випадках шкідливі речовини з'являються внаслідок комплексної діяльності людини.

Забруднення, що потрапляють із навколишнього середовища, мають різну хімічну структуру. За фізичними властивостями – це стабільні та стійкі у навколишньому середовищі сполуки, які мають здатність до біоаккумуляції.

У деяких промислових районах поширені такі канцерогенні речовини як багатоядерні ароматичні вуглеводні, антрацен, фенатрен, бензантрацен, пірен, бензопірен та інші сполуки з конденсованими циклами. Вони є в повітрі, воді, коптильному димі, вихлопних газах. Хоча ці речовини мають різну канцерогенну активність, проте необхідно повсякденно аналізувати продукцію на наявність у ній багатоядерних ароматичних вуглеводів. [3]

При зберіганні сировини, технологічній її обробці утворюються багато шкідливих сполук. Під час виробництва харчових продуктів використовують різні консерванти, барвники, підсолоджувачі, що не завжди корисні для людини. А при приєднанні до них забруднювачів харчових продуктів – загроза для здоров'я людини збільшується.

Чужорідні забруднювачі, які потрапляють у людський організм з продуктами харчування високотоксичні. До них відносять [1]:

- металеві забруднення (ртуть, свинець, олово, цинк, мідь тощо);
- радіонукліди;

- пестициди;
- нітрати, нітрити;
- діоксини;

### **1.3. Забруднення продуктів харчування радіонуклідами, важкими металами та хімічними сполуками**

Радіоактивні матеріали увійшли до складу Землі із самого її виникнення. Навіть людина злегка радіоактивна, бо в будь-якій живій тканині присутні сліди радіоактивних речовин. Людина зазнає опромінення двома способами: радіоактивні речовини можуть знаходитись поза організмом і опромінювати його ззовні, у цьому випадку йдеться про зовнішнє опромінення. Або ж радіоактивні речовини можуть перебувати в повітрі, яким дихає людина, в їжі, чи у воді, і потрапити в організм. Перед тим як потрапити в організм людини, радіоактивні речовини проходять складний шлях у навколишньому середовищі.

Виникнення у біосфері продуктів ділення та включення їх у харчові ланцюги, зумовило надходження радіонуклідів у живі організми і стало причиною додаткового опромінення рослин, тварин та людини. Можна виділити наступні шляхи потрапляння радіонуклідів в організм людини через продукти харчування: рослина – людина; рослина – тварина – молоко – людина; рослина – тварина – м'ясо – людина; атмосфера – опади – водойми – риба – людина.

Розрізняють поверхневе та структурне забруднення харчових продуктів радіонуклідами.

При поверхневому забрудненні радіоактивних речовин, ті, що переносяться повітряним середовищем, осідають на поверхні продуктів, частково проникаючи всередину рослинної тканини. Більш ефективно радіоактивні речовини утримуються на рослинах з ворсистим покривом, в

складках листя суцвіть. При цьому затримуються не тільки розчинні форми радіоактивних з'єднань, а й нерозчинні. Однак поверхнєве забруднення легко видаляється навіть через декілька неділь.

Структурне забруднення обумовлене фізико-хімічними властивостями радіоактивних речовин, складом ґрунту, фізіологічними особливостями рослин. При надходженні радіонуклідів з ґрунту через кореневу систему рослин, внаслідок дії сорбційних сил ґрунтового поглинального комплексу, відбувається сепарація радіонуклідів. Одні з них перебувають у ґрунті у порівняно доступному для рослин стані і тому велика їх кількість надходить у наземні частини рослин, а та частина, що міцно фіксується твердою фазою ґрунту, мало доступна для рослин.

Одним із шляхів включення радіонуклідів у біологічні і харчові ланцюги може бути заковтування тваринами разом з кормом часток ґрунту, що містять радіонукліди при випасанні. Основними каналами виведення радіонуклідів з організму ссавців є шлунково-кишковий тракт і нирки, а у лактуючих тварин, крім того – молочні залози. Частина продуктів ділення, яка надійшла в організм лактуючих тварин, виводиться разом з молоком. У дослідях на лактуючих козах і коровах доведено, що концентрація радіонуклідів у молоці завжди у 5 – 10 разів вища, ніж у плазмі крові. Найбільш високі концентрації радіонуклідів у молоці корів спостерігаються у зимові та весняні місяці, що пояснюється зменшенням потреби щитовидної залози в йоді і підвищенням поглинання його молочною залозою.

Зменшення поступлення радіонуклідів в організм з їжею можна досягти шляхом зменшення їх кількості в продуктах харчування за допомогою різних технологічних та кулінарних обробок харчової сировини. За рахунок обробки харчової сировини – ретельного миття, чистки продуктів, відділення малоцінних частин можливо видалити від 20 до 60% радіонуклідів. Так, перед миттям деяких овочів необхідно видаляти верхні більш забруднені листя (капуста, цибуля ріпчаста та інші). Картоплю та

коренеплоди обов'язково миють двічі: передочисткою від шкурки та після.

Найбільш ефективним методом кулінарної обробки сировини в умовах підвищеного забруднення радіонуклідними речовинами є варіння, при якому значна частина радіонуклідів переходить у відвар. Використовувати такий відвар в їжу нецільеспрямовано. Для отримання відвару необхідно варити продукт у воді 10 хв. Потім воду злити і продовжувати варку у новій порції води. М'ясо перед приготуванням потрібно порізати на шматочки, замочити на дві години в холодній воді, потім воду злити, залити другою водою і варити на вогні 10 хв., потім слід воду злити і варити у новій порції води до готовності. При смаженні м'яса та риби на поверхні з'являється коринка, котра перешкоджає виведенню радіонуклідів та інших шкідливих речовин. Тому при ймовірності забруднення харчових продуктів потрібно надавати перевагу відварним м'ясним та рибним стравам, а також стравам, приготованих на пару.

Зниження складу радіонуклідів у молочних продуктах можна досягти шляхом отримання із молока жирових та білкових концентратів. При переробці молока у вершки залишається не більше 9% цезію і 5% стронцію, в сирі – 21% цезію та 27% стронцію в сирах 10% цезію і 45% стронцію У вершковому маслі біля 2% цезію від його складу в молоці.

Миття і тушкування квасолі (10 хв. При температурі 96°C) сприяє зменшенню кількості стронцію на 56%. При очищенні помідорів від шкурки після занурення у гарячу воду (90°C на 3 хв.) вміст того ж радіоізоотопу зменшується на 39%. Стерилізація стручкової квасолі в домашніх умовах зумовлює зниження стронцію на 50%. Миття зелені і салатів 2% - ним розчином лимонної кислоти зменшує кількість цезію на 57% і стронцію на 19%. Фрукти і овочі, крім кулінарної обробки у домашніх умовах, у великій кількості переробляють у промислових умовах [4].

Особливий інтерес становить вплив технологічного режиму виробництва на плодіві і овочеві консерви. При нормальній технологічній



переробці основних фруктів і овочів вміст стронцію у готовому продукті зменшується майже у 6 разів порівняно із сировиною. Вміст радіоізоотопу зменшується при консервуванні у такому порядку: молодого гороху – у 3, 5 разів, моркви – у 1,3, помідорів – 1,5 і персиків у 2 рази. При переробці у промислових умовах фруктів і овочів, забруднених радіонуклідами лише ззовні, рекомендується такий режим попередньої обробки:

- промивання протягом 1-2 хв. Водяним струменем з метою усунення основної частини механічно затриманих радіонуклідів;
- обробка протягом 10 хв. де сорбуючим розчином соляної кислоти (1%);
- повторне миття водним струменем протягом однієї хв. для усунення рештирозчину з поверхні фруктів в та овочів.

Отже, щоб запобігти забрудненню продуктів харчування необхідний їх радіаційний контроль. Це процес досить складний, потребує певного мінімуму параметрів. Значимість проблеми підсилюється також небезпекою, яку створюють для здоров'я людини навіть мінімальні кількості радіонуклідів у їжі.

Харчові продукти забруднюються токсичними важкими металами черезгазоподібні, рідкі, тверді викиди та відходи промисловості підприємств, ТЕС, транспорт, комунальні побутові відходи, стічні води, засоби захисту рослин. Ситуація ускладнюється тим, що для важких металів не існує механізмів природного самоочищення, а очисні споруди практично повністю пропускають мінеральні солі.

Ртуть, свинець, миш'як, мідь, цинк, залізо Об'єднана комісія ФАО/ВОЗ по харчовому кодексу (Codex Alimentarius) включила в число компонентів, склад яких контролюється при міжнародній торгівлі продуктами харчування.

Ртуть належить до найпоширеніших у природі мікроелементів, вона легко утворює велику кількість органічних і неорганічних сполук, значна частина яких отруйна. Джерелами забруднення сільськогосподарських

продуктів є пестициди, а морських та річкових – стоки целюлозної і паперової промисловості, а також хімічних підприємств. Якщо в деяких харчових продуктах вміст ртуті менший 60 мкг/кг, то у прісноводній рибі з незабруднених річок і водоймищ він становить від 100 до 200 мкг/кг маси тіла, а із забруднених – 500-700 мкг/кг. Випадки забруднення харчових продуктів ртуттю являються дуже рідкісними.

Відомо декілька випадків отруєння споживачів, наприклад, коли апельсини з Ізраїлю були оброблені металевою ртуттю палестинськими терористами в 1978 році. Ртуть погано абсорбується на продуктах і легко видаляється з їх поверхні. [1, 5].

Свинець відноситься до найбільш відомих отрут. Тепер практично всі харчові продукти, вода та інші об'єкти навколишнього середовища забруднені свинцем. Основними джерелами забруднення є двигуни внутрішнього згорання, в яких використовується пальне з присадкою тетраетил свинцю, як антидетонуючого засобу. З відпрацьованих газів двигунів, свинець потрапляє на поверхню землі у вигляді пилу і забруднює навколишнє середовище. Середня кількість свинцю, який потрапляє в організм з харчовими продуктами, становить 250 – 300 мкг в день, з повітря надходить 90 мкг.

При обробці продуктів основним шляхом потрапляння свинцю є жерстяна банка, в яку зазвичай упаковують харчові вироби. Свинець потрапляє у продукт із свинцевого припою у швах банки. Встановлено, що біля 20% свинцю у щоденному раціоні людей поступає з консервованої продукції, в тому числі від 13 до 14% з припою, а 6-7% – з самого продукту. В останній час, з уведенням нових методів пайки та закрутки банок, вміст свинцю у консервованій продукції зменшується.

Миш'як широко розповсюджений у навколишньому середовищі. Він зустрічається майже у всіх ґрунтах. Світове виробництво миш'яку складає приблизно 50 тис. Тон в рік. Останнім часом виробництво миш'яку кожні 10

років зростає на 25%. В результаті широкого розповсюдження в навколишньому середовищі і використанні у сільському господарстві, миш'як присутній у більшості продуктах харчування. Зазвичай його вміст у продуктах харчування малий – менш ніж 0,5 мг/кг, і рідко перевищує 1 мг/кг, за виключенням деяких морських організмів. При відсутності значних забруднювачів, вміст миш'яку в: хлібних виробках складає до 2,4 мг/кг, фруктах – до 0,17 мг/кг, напоях – до 1,3 мг/кг, м'яси – до 1,4 мг/кг, молочних продуктах – до 0,23 мг/кг, в морських продуктах вміст миш'яку зазвичай більший – на рівні 1,5... 15,3 мг/кг.

Мідь присутня майже у всіх продуктах харчування. Джерелами забруднення харчових продуктів можуть бути вироби з міді, які використовують у харчовій промисловості. У зв'язку з тим, що мідь каталізує окислення жирів і аскорбінової кислоти, наявність її може негативно впливати на харчову цінність і смак харчових продуктів і напоїв. Сліди міді у харчових продуктах з фруктів і овочів призводять до повного руйнування вітаміну С.

Цинк належить до малотоксичних мікроелементів. Хронічні отруєння та забруднення ним харчових продуктів через побутові речі практично не реєструються. Проте вміст цинку у ґрунті поблизу металургійних підприємств до 4200 мг/кг робить землі непридатними для використання під сільськогосподарські культури. Так, у стручковій квасолі, вирощеній за 10 км від забруднюючого підприємства, вміст цинку становить 6 мг/кг. У зеленій масі – до 56,4 мг/кг. У продуктах харчування основна частина цинку являє собою речовину природного походження, і становить 0 – 20 мг/кг. Для харчових продуктів рекомендовані такі допустимі величини вмісту цинку: м'яса – до 20 мг/кг, напоїв – до 5 мг/кг, фруктів та овочів – до 100 мг/кг, варення та мармеладу – до 5 мг/кг.

Що стосується хімічного забруднення, то почнемо з найбільш проблемної частини – використання хімічних забруднювачів, які

використовують у сільському господарстві.

Нітрати – це солі азотної кислоти, які є природними сполуками і добре розчиняються у воді, а при нагріванні можуть переходити у нітрити з виділенням кисню. Вони входять в склад мінеральних добрив, а також являються натуральним компонентом харчових продуктів рослинного походження. У рослини нітрати надходять з ґрунту. Концентрація нітратів в продуктах харчування залежить в основному від неконтрольованого використання азотних добрив. Основним джерелом нітратів у сировині та продуктах харчуванні крім азотовмісних з'єднань являються нітратні харчові добавки, які вводять у м'ясні вироби для покращення їх харчових показників і продавленням деяких мікроорганізмів [2].

В Україні майже шоста частина сільськогосподарської плодоовочевої продукції містить нітрати у дозах, які перевищують максимально допустимий рівень. У першу чергу надмірний вміст нітратів у харчових продуктах сприяє розвитку онкологічних і алергічних захворювань. Надмір нітратів у плодоовочевій продукції не лише наслідок неправильного використання азотних добрив, а й результат сорбції окисів азоту безпосередньо з атмосфери, які утворюються при спалюванні різних видів палива. Основними причинами надміру нітратів у овочах із закритого ґрунту (парники, теплиці та ін.) є недостатнє освітлення, загушення посівів.

Вміст нітратів у рослинах залежить і від видових і сортових особливостей, часу збирання та ін. За однакових умов невелику кількість їх нагромаджують баклажани, томати, цибуля; підвищену – салати, капуста, ревінь, петрушка, редька, редиска. При звичайному вирощуванні нітрати не нагромаджуються в яблуках, ягодах, вишні, сливі, смородині, агрусі. Менше нітратів містять дозрілі рослини. У харчових м'ясо-молочних продуктах наявність нітратів залежить від їх рівня в організмі тварин, а в кормових культурах – від видового складу, сорту, дози внесення азотних добрив, ґрунтово-кліматичних умов вирощування та інших агротехнічних факторів.

Велике значення для зниження нітратів має технологічна обробка сільськогосподарських продуктів. Так, при митті кропу, салату, петрушки й інших зелених культур кількість нітратів знижується на 20%, а після двогодинного вимочування у воді на 30 – 60%. Відварювання до готовності картоплі, буряків, моркви (після чистки і миття) дозволяє знизити концентрацію цих речовин відповідно на 65, 35, 25, 70%.

Допустима доза нітратів для людини при надходженні в організм з продуктами харчування і водою за добу становить 5 мг/кг.

Через загрозу забруднення нітратами продуктів повністю забороняється застосування азотних мінеральних добрив при вирощуванні картоплі і овочево- баштанних культур на сильно кислих ґрунтах, на ґрунтах з високим вмістом мінерального азоту, на замерзлому або вкритому снігом ґрунті, при внесенні під овочеві культури і картоплю вапна, у заплавлених ґрунтах з низьким вмістом калію та на території зони санітарної охорони джерел господарсько-питного постачання. Забороняється також вносити під картоплю та овочі селітру і безводний аміак.

#### **1.4. Органічні забруднення продуктів харчування**

Одним з видів забруднювачів харчових продуктів є грибкові метаболіти. Пліснява вражає продукти як рослинного так і тваринного походження на будь-якому етапі їх отримання, транспортування та зберігання, в виробничих та домашніх умовах. Несвоєчасний збір врожаю або недостатня сушка його до зберігання, зберігання і транспортування продуктів при недостатньому захисті від вологості приводять до розмноження міксоміцетів і утворенню в продуктах харчування токсичних речовин. Мікотоксини можуть попадати в організм людини з харчовими продуктами – з м'ясом і молоком тварин, яких годували кормами забрудненими пліснявою.

Розмножуючись у продуктах харчування більшість плісняви не тільки забруднює їх токсинами, а й погіршують їх властивості, знижують їх харчову цінність, призводять до псування, роблять їх непридатними для технологічної обробки. Використання в тваринництві кормів, забруднених пліснявою веде до гибелі чи захворюванню скота та птиці. Щорічний збиток в світі від розвитку пліснявих грибків на сільськогосподарських продуктах і промисловій сировині складає 30 млрд. \$.

Запобігання росту плісені на всіх стадіях заготівлі, переважно шляхом висушування або використання анти грибних препаратів (протонові кислоти) є найкращим засобом обмежити забруднення харчових продуктів афлатоксинами та мікотоксинами.

У харчових продуктах можуть зустрічатися антибіотики різного походження: природні антибіотики, які утворилися в процесі приготування продуктів, антибіотики лікувально-ветеринарних засобів і біостимуляторів, і деякі види, що вживаються для консервування.

Природні компоненти з антибіотичною дією містяться у цибулі, хроні, прянощах, ефірні олії, меді, свіже видоєному молоці, крупах. Вони використовуються в профілактично-лікувальному харчуванні.

При мікробно-ферментативних процесах утворюються різні групи речовин з антибіотичною дією, які застосовуються у ветеринарії (тварини). Але антибіотики стимулюють окремі біохімічні процеси в організмі тварин, що веде до прискореного росту, збільшення продуктивності, тому їх використовують і для стимулювання росту, активізацію захисту і відгодівлі тварин.

Крім безпечності і високої ефективності ці препарати повинні мати такі властивості:

- не резорбціюватись (майже) із шлунково-кишкового тракту.
- не використовуватись у лікувальній ветеринарній практиці.

- проявляти антибактеріальну дію лише на грам позитивну мр.
- не викликати перехресної резистентності мікроорганізмів до антибіотиків, які використовуються для лікування.

У корми дозволяють добавляти препарати-антибіотики: гризін і бацітрацин, які поступають на ферми тільки у складі префіксів, БВ добавок, комбікормів. Не дозволяється - у корм коровам, племінним тваринам і виключене не пізніше ніж за добу до забою.

Розділ 2. Моніторинг як галузь екологічної науки і природоохоронної діяльності.

### **2.1. Радіаційний моніторинг**

Радіаційний моніторинг є невід'ємною частиною системи радіаційної безпеки. Він передбачений рядом законодавчих актів України, зокрема: Постановою Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 № 391 «Про затвердження Положення про Державну систему моніторингу довкілля». Відповідно до зазначеної Постанови державна система моніторингу навколишнього середовища - це система спостереження, збирання, обробки, передачі, зберігання і аналізу інформації про стан навколишнього середовища, необхідної для прогнозування змін у навколишньому середовищі і розробки науково обґрунтованих рекомендацій для адміністративних рішень, спрямованих на запобігання несприятливих змін в навколишньому середовищі та сприяння дотриманню стандартів екологічної безпеки [6].

Система моніторингу в Україні спрямована на поліпшення рівня досліджень і бази даних про екологію навколишнього середовища, швидкості і якості інформаційного обслуговування користувачів всіх рівнів, обґрунтування природоохоронних заходів та ефективності їх реалізації, розвитку міжнародного співробітництва в галузі охорони навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки . Основними завданнями суб'єктів системи моніторингу є:

- довгострокові систематичні спостереження за станом навколишнього середовища;
- оцінка екологічного стану навколишнього середовища та прогнозування його змін;
- аналітичне та інформаційне забезпечення прийняття обґрунтованих рішень в області охорони навколишнього середовища, раціонального



використання природних ресурсів та екологічної безпеки;

- інформаційна служба державних і місцевих органів влади та інформування населення і міжнародних організацій про екологічну ситуацію. В Україні радіаційний моніторинг навколишнього середовища (вміст радіонуклідів в об'єктах моніторингу та дозові характеристики) в Чорнобильській зоні відчуження здійснюють такі організації [6].

Міністерство екології та природних ресурсів здійснює моніторинг атмосферного повітря та опадів; джерел промислових викидів в атмосферу; поверхневих і морських вод; джерел скидання стічних вод; водних об'єктів в межах охоронюваних територій (фонове кількість радіонуклідів); ґрунтів різного призначення, включаючи ґрунту охоронюваних територій; радіаційної обстановки (в точках фіксованої мережі); наземних і морських екосистем (фонове кількість радіонуклідів); звалищ промислових і побутових відходів [6].

Державне агентство України з управління Зоною відчуження (ДАЗО) є центральним органом виконавчої влади, який здійснює державну політику з управління Зоною відчуження і Зоною безумовного (обов'язкового) відселення та виконує радіаційний моніторинг на територіях, підвідомчих Адміністрації Зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення, а також на інших територіях, радіоактивно забруднених внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Такий моніторинг передбачає контроль атмосферного повітря; поверхневих і ґрунтових вод; наземних і водних екосистем (аналізи біоіндикаторів); ґрунтів і ландшафтів; джерел викидів в атмосферу (склад і розміри викидів); джерел скидання стічних вод (вміст і розмір скидів); пунктів захоронення радіоактивних відходів (склад і радіаційні характеристики) [6].

Міністерство екології та природних ресурсів, а також Національна академія наук (НАН) і Національна академія аграрних наук (НААН) несуть відповідальність за методологічну підтримку окремих компонентів системи

моніторингу. У методології радіоекологічного моніторингу використовуються наступні принципи:

- єдина структура методології досліджень для оцінки стану навколишнього середовища, включаючи біоту, а також для дослідження антропогенного впливу на навколишнє середовище;
- застосування стандартних методів оцінки і прогнозування властивостей навколишнього середовища, комп'ютеризація дослідницької діяльності та інформаційної комунікації;
- загальні правила для створення та обслуговування розподілених баз і банків даних, а також системи знань, картографування екологічної інформації, застосування стандартних методів з використанням географічних інформаційних систем [4].

Основними завданнями радіаційного моніторингу є:

- оцінка потужності іонізуючого випромінювання;
- вимірювання вмісту радіонуклідів і доз для живих організмів;
- попередня оцінка рівня радіоактивного забруднення приземного шару повітря і нижчих поверхонь (грунту і т.д.), поверхневих і підземних вод;
- моніторинг наземних і водних екосистем.

Для отримання достатньої, надійної, актуальної та корисної інформації і раціонального використання фінансових, матеріальних і людських ресурсів, необхідно оптимізувати такі компоненти системи моніторингу:

- об'єкти - можливість спостереження потужності еквівалентної дози, питомої активності радіонуклідів в повітрі, воді, ґрунті, об'єктах фауни і флори;
- мережа - просторова частота точок контролю або відбору проб (відстань між ними);
- регулярність - тимчасова частота (часовий інтервал) вимірювань контрольованих параметрів або відбору проб;

- методи відбору проб і аналітичний аналіз, статистична обробка, передача, зберігання і інтерпретація отриманих даних [4].

Скорочення фінансування досліджень в Україні призвело до деградації системи наукового радіологічного моніторингу. В даний час програма такого моніторингу вимагає оптимізації її мереж, графіка і об'єктів. В останні роки моніторинг радіаційних доз і радіобіологічного впливу на еталонні рослини проводився лише зрідка і тільки в рамках міжнародних проектів. Збір даних по багатьом найважливішим плановим серіям радіоекологічних спостережень і експериментів міг йти в протягом 30 років, проте така інформація втрачена для науки назавжди [6].

Найважливішими умовами розвитку атомної енергетики є підвищення її безпеки і мінімізація впливу радіації на людину і навколишнє середовище. Аварії на атомних станціях, підприємствах і військових об'єктах загострили увагу до забезпечення безпеки цих об'єктів, дотримання технологічних процесів, контролю за їх роботою і впливом на навколишнє середовище. Відповідно до рекомендацій Міжнародної комісії з радіаційного захисту (МКРЗ) до об'єктів радіаційного моніторингу віднесені:

- потенційні джерела радіоактивного забруднення (в першу чергу радіаційно або ядерно-небезпечні об'єкти);
- навколишнє середовище (об'єкти навколишнього середовища, оточення людини, в тому числі житло, сільськогосподарська та тваринницька продукція, їжа, вода, повітря і т. д.);
- сама людина (визначення доз від зовнішнього і внутрішнього опромінення і розрахунок сумарних дозових навантажень) [4].

Аналіз завдань, що вирішуються при проведенні радіаційного контролю на АЕС і підприємствах ядерного паливного циклу (ЯПЦ), в тому числі в сховищах радіоактивних відходів (РАВ), а також в наукових центрах, дозволив виділити загальні основні види радіаційного контролю, характерні для цих об'єктів (табл. 1.4) [6].

Таблиця 2.1. – Основні вимірювальні завдання, які реалізуються на радіаційно- і ядерно-небезпечних об'єктах.

Задачі вимірювання		Тип об'єкту			
		Горнорудні	Ядерно-хімічні	Виготовлення ядерного палива	АЕС
Потужність дози $\gamma$ -випромінення		+	+	+	+
Щільність потоку нейтронів		+	+	+	+
Забрудненість поверхні	$\alpha$	+	+	+	+
	$\beta$		+		+
Аерозолі	$\alpha$ -активні	-	+	+	+
	$\beta$ -активні		+		
Аерозолі и пари йода-131		-	+	-	+
Радіоактивні інертні гази		-	+	-	+
Тритій		+	+		
Радіоактивні рідини			+	+	+
Радон і продукти розпаду		+	+		
Несанкціоноване переміщення радіоактивних речовин		+	+	+	+
Ідентифікація радіонуклідного складу контролюємого середовища		+	+	+	+

Основне завдання проведення радіаційного контролю - ведення

виробничо-технологічних процесів або рішення наукових завдань в умовах контролю над джерелом іонізуючого випромінювання, забезпечення контролю радіаційної обстановки та радіаційної безпеки. У разі виникнення радіаційної аварії (втрати контролю над джерелом випромінювання) проводяться заходи і застосовуються технічні засоби повинні забезпечити локалізацію місця аварії, визначення рівня аварії, прогноз радіаційної обстановки і дати експертні рекомендації щодо здійснення дій, спрямованих на ліквідацію наслідків аварії. Вимірювання, проведені при радіаційному контролі за допомогою апаратури (систем, комплексів і окремих приладів), спрямовані на інформаційне забезпечення поточного, оперативного та аварійного контролю. Як правило, поточний контроль здійснюють за допомогою стаціонарної апаратури, оперативний контроль - за допомогою переносної або переносної апаратури [9].

## **2.2. Організація радіаційного захисту населення**

Радіаційний захист населення досягається:

- організацією безперервного контролю, виявленням і оцінкою радіаційної обстановки в районах потенційного зараження;
- завчасним накопиченням та утриманням у готовності і використанням при необхідності засобів індивідуального захисту, приладів радіаційної розвідки та контролю;
- придбанням населенням в особисте користування засобів індивідуального захисту;
- своєчасним впровадженням та застосуванням засобів і методів виявлення та оцінки масштабів і наслідків аварій на радіаційно-небезпечних об'єктах;
- розробкою і застосуванням, за необхідності, режимів радіаційного

захисту населення і функціонування об'єктів економіки та інфраструктури в умовах зараження місцевості;

Точне знання радіаційної обстановки в зонах радіоактивного зараження, передбачення її змін є одним з основних умов правильного планування, організації та забезпечення ефективної технології проведення інженерно-технічних заходів з радіаційного захисту населення [8].

Основними факторами, що визначають радіаційну обстановку після аварії, є:

- ступінь руйнування об'єкта;
- потужність викиду радіоактивних речовин;
- відстань від радіаційно-небезпечного об'єкта до елементів (об'єктів) навколишнього середовища (промислові і сільськогосподарські будівлі та споруди, адміністративні будівлі і житлові будинки; ліси і сільськогосподарські угіддя; інженерні комунікації, засоби зв'язку та ін.);
- час, що минув з моменту аварії.

До специфічних факторів, що визначають радіаційну обстановку, відносяться:

- динаміка процесу викиду радіоактивних речовин;
- характеристики процесу поширення радіоактивних речовин;
- критерії, що визначають розміри радіоактивного забруднення місцевості, а також зонування радіоактивного сліду по можливим дозам опромінення і заходи з радіаційного захисту населення.

Важливою інформацією є також дані про склад РР, що потрапили до навколишнього середовища.

Важливими вкладниками в дози представників населення, як правило, є:

- $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$  і  $^{85}\text{Kr}$ , тому що кращі реально наявні засоби для їх видалення системами поводження з радіоактивними відходами є неефективними і тому

що періоди їхнього напіврозпаду тривалі;

- йод, цезій і продукти корозії ТВЕЛів.

Для прибережного населення радіоактивно-брудних морських акваторій, головну небезпеку представляє надходження радіонуклідів внаслідок вторинного забруднення атмосферного повітря та в результаті споживання морепродуктів і риби, що можуть накопичувати значні кількості РР.

В районі аварії на АЕС «Фукусіма» вторинне радіоактивне забруднення атмосферного повітря незначне через значне розбавлення радіонуклідів в водах Тихого океану. З іншого боку радіоактивні речовини, внаслідок перенесення з морськими течіями, дійшли до берегів США і вплинули на якість морської води в усій акваторії. Незважаючи на це, респіраторне надходження РР не становить в нинішній час серйозної загрози.

Особливе занепокоєння щодо захисту прибережного населення в умовах зараженості морських акваторій викликає споживання морепродуктів та риби [7]. Як було вже вказано вище, морські гідробіоти здатні накопичувати значні дози радіації в організмі. Відомо, що населення Японії є світовим лідером по споживанню морської риби та морепродуктів на душу населення ( $\approx 60$  кг/рік).

Захист прибережного населення від радіонуклідів, що містяться у морській рибі та морепродуктах може бути організований з виконанням наступних заходів:

- постійний радіологічний моніторинг акваторій, які піддалися зараженню РР;
- проведення на постійній основі радіологічного контролю риби, що виловлюється та морепродуктів, що добуваються в заражених акваторіях з метою недопущення перевищення встановлених максимальних рівнів вмісту радіонуклідів;
- радіопротекторна профілактика населення;

- постійне інформування населення про рівні зараження морських акваторій;
- обмеження доступу до радіоактивно-заражених територій – занеобхідності;
- постійна психологічна підтримка населення прибережних територій.

Згідно з даними радіаційного моніторингу, взятими з [9] був зроблений прогноз на 2021 рік відносно кількості населених пунктів, де в особистих підсобних господарствах реєструвалося молоко з вмістом  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  вище допустимих рівнів.

Для цього дані були оброблені за допомогою програми MCV [10], яка розраховує коефіцієнти лінійної регресії методом найменших квадратів. Вихідні дані були зняті з графіків і наведені в таблиці 2.2.1 разом з коефіцієнтами лінійної регресії.

Таблиця 2.2.1.

Радіонуклід	цезій-137	стронцій-90
Дані радіаційного моніторингу	2001 325	2005 52
	2002 273	2006 41
	2003 214	2007 44
	2004 165	2008 23
	2005 121	2009 9
	2006 88	2010 4
	2007 73	2011 4
	2008 67	2012 4
	2009 40	
	2010 25	
2011 13		
2012 8		
Середнє по роках $\bar{x}$	2006.5	2008.5



Коефіцієнт $c_1 \pm \sigma_{c1}$	$1.85 \pm 0.03$	$1.14 \pm 0.06$
Коефіцієнт $c_2 \pm \sigma_{c2}$	$-0.140 \pm 0.009$	$-0.19 \pm 0.03$
Сигнал/шум $k/\sigma_k$	60.9	19.5
Рівняння лінійної регресії	$\lg Y = c_1 + c_2(X - \bar{x})$	

Дані були апроксимовані лінійним поліномом, попередньо згладжені логарифмом. Графіки наведені на рисунках 2.1 і 2.2.

Для того, щоб зробити прогноз підставимо у рівняння лінійної регресії по черзі коефіцієнти для цезію і для стронцію:

$$\lg Y = 1.85 - 0.140(2021 - 2006.5) = -0.18$$

Переходимо від логарифму до самої величини – кількості населених пунктів, де в особистих підсобних господарствах може реєструватися молоко з вмістом  $^{137}\text{Cs}$  вище допустимих рівнів:

$$Y = 10^{-0.18} \approx 0.66$$

Тобто, може бути тільки 1 такий населений пункт у 2021 році, де може реєструватися молоко з вмістом  $^{137}\text{Cs}$  вище допустимих рівнів.

$$\lg Y = 1.14 - 0.19(2021 - 2008.5) = -1.24$$

Переходимо від логарифму до самої величини – кількості населених пунктів, де в особистих підсобних господарствах може реєструватися молоко з вмістом  $^{90}\text{Sr}$  вище допустимих рівнів:

$$Y = 10^{-1.24} \approx 0.06$$

Тобто, таких населених пунктів у 2021 році, де може реєструватися молоко з вмістом  $^{90}\text{Sr}$  вище допустимих рівнів, немає.

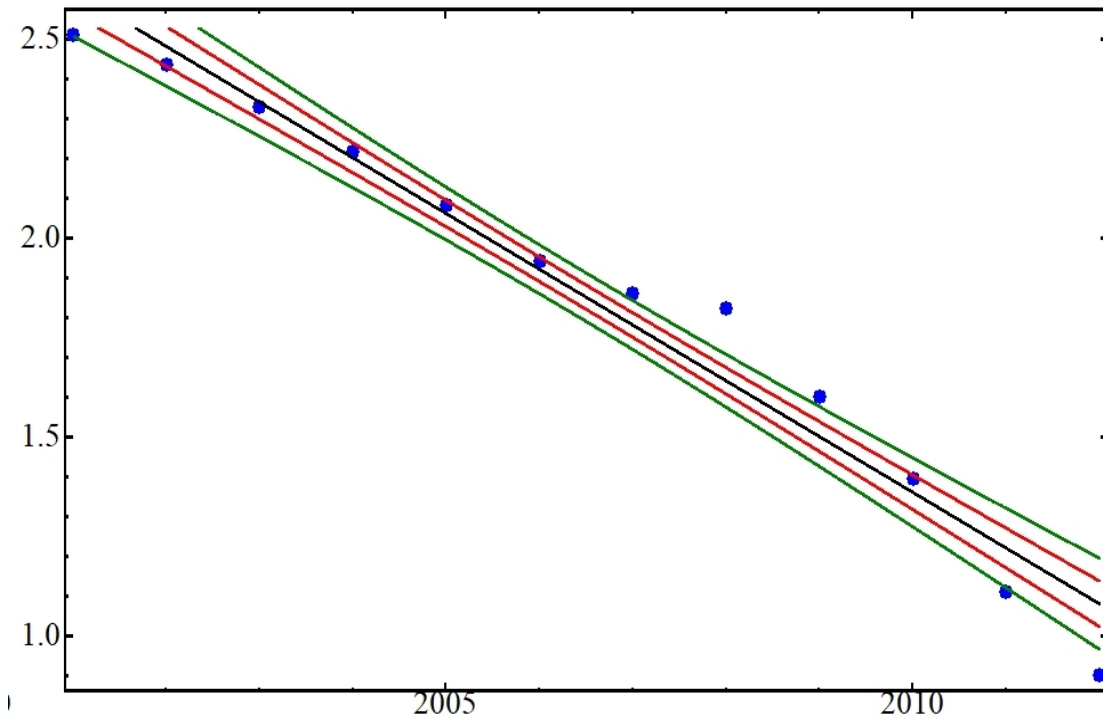


Рис. 2.1. Динаміка кількості населених пунктів, де в особистих підсобних господарствах реєструвалося молоко з вмістом  $^{137}\text{Cs}$  у логарифмічній шкалі. По вертикальній осі відкладений десятковий логарифм кількості населених пунктів за даними [9]. По горизонтальній осі відкладені роки.

На графіках крім лінії регресії (у центрі) вказані також відхилення в  $1\sigma$  і  $2\sigma$ , де  $\sigma$  (середньоквадратичне відхилення) для цезію дорівнює 0.105, а для стронцію дорівнює 0.165. Такі значення середньоквадратичного відхилення вказують на досить малий випадковий розкид величини, що визначається.

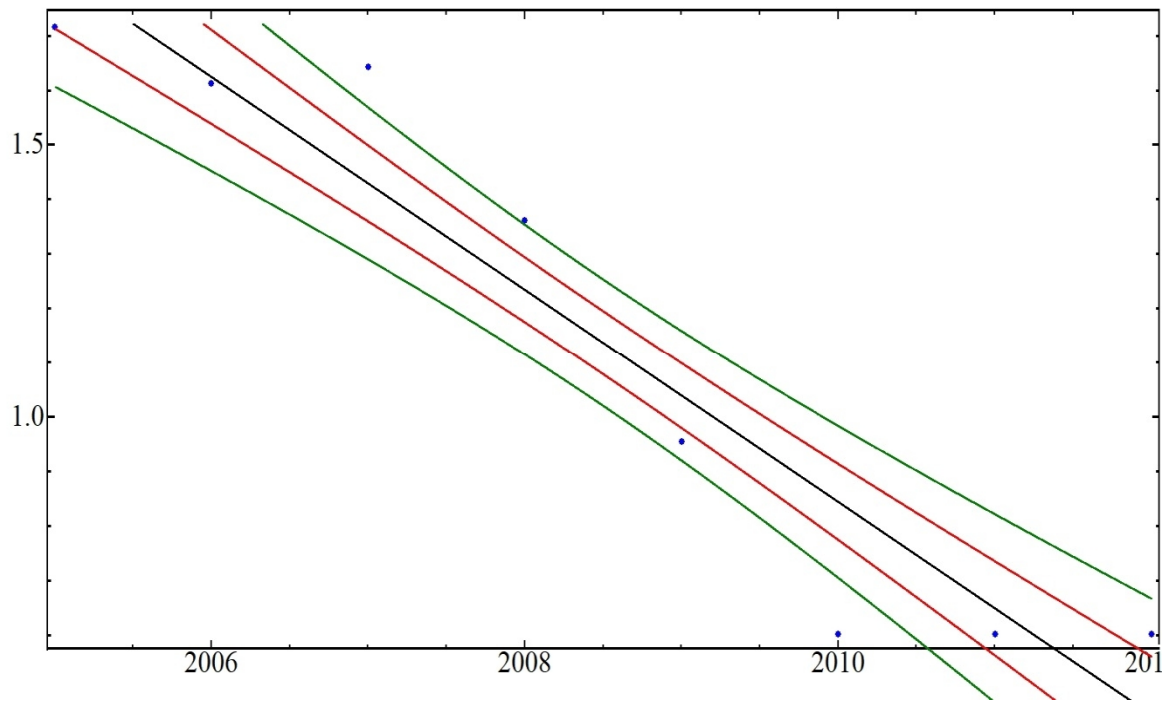


Рис. 2.1. Динаміка кількості населених пунктів, де в особистих підсобних господарствах реєструвалося молоко з вмістом  $^{90}\text{Sr}$  у логарифмічній шкалі. По вертикальній осі відкладений десятковий логарифм кількості населених пунктів за даними [9]. По горизонтальній осі відкладені роки.

### 2.3. Ступінь безпеки/ небезпеки виявленого забруднення в продуктах харчування

Життєдіяльність сучасного суспільства, окремої людини, як ніколи раніше, базується на інформаційних взаємовідносинах з використанням сучасної однотипної електронної техніки, що сприяє розповсюдженню інформаційних технологій в науковій, економічній, банківській сферах. В багатьох країнах сформувалося інформаційне право, яке пов'язане з іншими галузями - конституційним, громадянським, господарським, екологічним, кримінальним і регулює інформаційні відносини в суспільстві, зокрема проблеми таємниць, зосереджених в електронних носіях.

Основи інформаційної безпеки в Україні закладені статтею 50 Конституції України, на основі якої діє закон "Про інформацію". Право на своєчасну, достовірну інформацію - право кожного громадянина.

Під інформаційною безпекою слід розуміти такий стан захищеності життєво важливих інтересів особистості, суспільства і держави, при якому зводиться до мінімуму завдання збитку через неповноту, невчасність і недостовірність інформації, негативний інформаційний вплив, негативні наслідки функціонування інформаційних технологій, а також через несанкціоноване поширення інформації”. Таке визначення тією чи іншою мірою охоплює практично всі сфери інформаційної взаємодії суб’єктів у суспільстві, державі й у всіх соціальних утвореннях. При цьому під інформаційною взаємодією слід розуміти весь процес створення інформації, накопичення, опрацювання, збереження і поширення. Важливого значення набувають два наступні визначення – інформаційного простору та інформаційної інфраструктури. Вони несуть, як і перше визначення, методологічне навантаження з погляду побудови політики інформаційної безпеки держави. Наведене вище визначення інформаційної безпеки дає підстави розглядати як проблеми, що повинні вирішуватися, відсутність у державі науково обґрунтованої інформаційної політики, політики інформаційної безпеки, недосконалість нормативно-правової бази у сфері інформаційних відносин в цілому та в інформаційній безпеці, зокрема.

Важливою є охорона авторських або інтелектуальних прав на різні види інформації незалежно від типів носіїв - паперові, електронні та інші. Порушення цих прав пов'язане з економічними злочинами, бо незаконна реалізація інформації позбавляє її власника на отримання певного доходу, наприклад з-за продажу контрафактних відеофільмів, лазерних дисків, алгоритмів комп'ютерних програм. Право на пред'явлення позову до порушника зафіксовано в Конституції України. За порушення цього права встановлена адміністративна, кримінальна відповідальність.

Людська практика свідчить, що будь-яка діяльність є потенційно небезпечною. Для людини завжди існує ризик небезпеки. Ризик можна уявити як поєднання ймовірності події з певними небажаними наслідками:

вихід з ладу обладнання, травмування, захворювання, загибель людей, матеріальні втрати тощо. Варто зазначити, що кількість ризиків небезпек щодо загибелі людей як у всьому світі, так і в Україні зростає.

Оцінка допустимого ступеня ризику людини в розвинутих країнах вважається індивідуальним ризиком, який дорівнює 10~6 на рік. Малим вважається індивідуальний ризик загибелі 10~4 на рік.

На практиці досягти нульового рівня ризику, тобто абсолютної безпеки, неможливо. Тому сучасна концепція безпеки життєдіяльності базується на досягненні прийняттого (допустимого) ризику.

Сутність концепції прийняттого (допустимого) ризику полягає у прагненні створити таку малу небезпеку, яку нині сприймає суспільство, виходячи з рівня життя, соціально-політичного та економічного становища, розвитку науки та техніки.

Прийнятний ризик поєднує технічні, економічні, соціальні та політичні аспекти і є певним компромісом між рівнем безпеки й можливостями її досягнення. Розмір прийняттого ризику можна визначити, використовуючи витратний механізм, який дає можливість розподілити витрати суспільства на досягнення заданого рівня безпеки між природною, техногенною та соціальною сферами. Необхідно підтримувати відповідне співвідношення витрат у зазначених сферах, оскільки порушення балансу на користь однієї з них може спричинити різке збільшення ризику і його рівень вийде за межі прийнятних значень. У повсякденну діяльність фахівців увійшли такі поняття, як ризик, аналіз ризику, допустимий ризик, оцінка ризику та ін.

#### **Імовірнісні структурно-логічні моделі ризику.**

З метою уніфікації будь-які наслідки небезпеки визначають як шкоду. Кожен окремих вид шкоди має своє кількісне вираження, наприклад, кількість загиблих, поранених чи хворих, площа зараженої чи затопленої території, площа лісу, що вигоріла, вартість зруйнованих споруд тощо. Отже всі небезпеки різняться за цим показником. Найбільш універсальний

кількісний спосіб визначення шкоди — це вартісний, тобто визначення шкоди у грошовому еквіваленті (E).

Другою, не менш важливою характеристикою небезпеки, є частота, з якою вона може проявлятися, або ймовірність ( $p$ ).

Ймовірність ( $p$ ) визначається як відношення кількості подій з певними наслідками ( $n$ ) до максимально можливої їх кількості ( $N$ ) за конкретний період часу:

$$p = n/N.$$

Комплексною оцінкою небезпеки є ризик (R), який визначається як добуток частоти виникнення небезпеки на шкоду, що вона завдає.

$$R = p * E$$

Характерним прикладом визначення загального та групового ризику може служити розрахунок числового значення виробничого травматизму — тобто ймовірності ушкодження здоров'я чи смерті працівника під час виконання ним трудових обов'язків. На відміну від оцінки виробничого ризику при оцінці професійного ризику враховується тяжкість наслідків (показник стану здоров'я і втрати працездатності працівників), тобто шкода.

Оскільки ймовірність — величина безрозмірна, виходить, що одиниця вимірювання ризику і потенційної шкоди повинна бути однією і тією ж. Якщо ми говоримо про небезпеку опромінення, то ризик визначається у величині поглинутої дози іонізуючого опромінення, якщо про небезпеку повені, то — площею залитої водою території, якщо про небезпеку загибелі людей, то одиниця вимірювання — кількість смертей.

Прийнятним вважається такий рівень ризику, який суспільство може прийняти (дозволити), враховуючи техніко-економічні та соціальні можливості на даному етапі свого розвитку.

Справді, коли працюють, навіть дотримуючись усіх встановлених відповідними правилами охорони праці стандартних значень, все ще існує деякий рівень залишкового ризику, який неминуче повинен бути присутнім.

Наскільки ризик є прийнятним чи неприйнятним — вирішує відповідне керівництво. Результат цього рішення буде впливати на багато вхідних даних та міркувань, серед яких не останнє місце посідає вартість ризику, оскільки головним завданням управління є і завжди буде визначення вартості ризику.

**Управління ризиком** — це процес прийняття рішень і здійснення заходів, спрямованих на забезпечення мінімально можливого ризику. Мета управління ризиком — завчасне передбачення (прогнозування) ризику, виявлення чинників, що впливають на ситуацію, вживання відповідних заходів щодо їхнього відповідного впливу.

Управління ризиком — це інтерактивний процес з чітко визначеними етапами:

- Виявлення та ідентифікація небезпек (ситуацій), які можуть призвести донебажаних результатів.
- Аналіз і оцінка ризику небезпек (визначається ймовірність та рівень ризику).
- Моніторинг і прогнозування розвитку небезпек.
- Оцінка можливих наслідків небезпек.
- Розробка заходів і засобів щодо мінімізації наслідків небезпеки.

**Моніторинг і прогнозування небезпек** полягає у спостереженні, контролі та передбаченні небезпечних процесів і явищ природи, технічної та соціальної сфер, які є джерелом небезпек; динаміки їх розвитку з метою зменшення негативного впливу.

Існують довгострокові і короткострокові прогнози. *Довгострокові прогнози* — це далекоглядне передбачення наслідків, наприклад, у сейсмонебезпечних районах, у районах, де можливі сельові потоки або зсуви, затоплення; окреслення кордонів ураження у разі техногенних аварій тощо. *Короткострокові прогнози* орієнтовно визначають час виникнення можливої небезпечної ситуації. Загалом усі ці етапи можна охарактеризувати як процес розробки й обґрунтування оптимальних програм діяльності,

покликаних ефективно реалізувати рішення у сфері забезпечення безпеки:

Реалізація цього завдання передбачає застосування математичних методів і моделей оптимізації безпеки життєдіяльності, які дозволяють чітко уявити прогноз моделі різних небезпечних подій і на основі цього приймати оптимальні (розумні) рішення.

Оцінка ризику може здійснюватися різними **методами**:

- *Інженерний*. Базується на використанні теорії надійності матеріалів та передбачає виявлення можливих шляхів виникнення відмов на об'єктах з розрахунком імовірності їх виникнення. *Експертний*. Полягає в проведенні оцінки ризику з залученням експертів (спеціалістів) у тій чи іншій галузі.
- *Статистичний*. Дозволяє проводити оцінку ризику безпеки за допомогою інформаційного матеріалу.
- *Аналоговий*. Базується на використанні та порівнянні небезпек і факторів ризику, які відбувалися в подібних умовах та ситуаціях.
- *Соціологічний*. Здійснюється з метою експертної оцінки можливого виникнення ризику у працівників певних професій, спеціальностей, груп населення.



## ВИСНОВКИ

У роботі був проведений аналіз радіоактивного забруднення продуктів харчової промисловості внаслідок аварії на ЧАЕС, а також дослідження впливу забруднених територій на тваринні корма і продукти харчової промисловості.

Розглянута класифікація продуктів харчування за агрегатним станом і відповідно до цього забруднення їх радіонуклідами, важкими металами та хімічними сполуками.

Розглянуті основи та принципи радіаційного моніторингу, як складової частини радіаційного контролю за продуктами харчової промисловості. Дан обзор імовірнісних структурно-логічних моделей ризику, методів оцінки ризику, моніторингу і прогнозуванню небезпек.

На підставі математичного моделювання методом лінійної регресії динаміки кількості населених пунктів, де в особистих підсобних господарствах реєструвалося молоко з вмістом  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$  вище допустимих рівнів зроблений прогноз на 2021 рік, який показав, що таких населених пунктів може бути не більш одного.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Герасимов О.І. Радіаційний контроль продуктів харчової промисловості: конспект лекцій. Одеса, ОДЕКУ, 2019 р., 109 с.
2. І.М. Гудков. Радіобіологія: Підручник для вищ. навчальних закладів. – К.: НУБіП України, 2016. – 485 с.
3. Герасимов О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища: навчальний посіб. / Одеськ. держ. екол. ун-т. Одеса: ТЕС, 2018. 228 с.
4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ - 97). Государственные гигиенические нормативы. - Киев, Отдел полиграфии Украинского Центра госсанэпиднадзора МОЗ Украины, 1997.
5. Бетенеков Н. Д. Радиоэкологический мониторинг: учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. 208 с.
6. [www.library-odeku.16mb.com](http://www.library-odeku.16mb.com)
7. Авария на АЭС «Фукусима-дайити». Доклад генерального директора. МАГАТЭ, 2015. Вена, Австрия. 264 с.
8. Герасимов О.І., Андріанова І.С., Співак А.Я. Методичні вказівки «Збірник задач з радіоекології» для студентів 3-го курсу очної форми навчання - Одеса, ОДЕКУ, 2013, 66 с. 25.
9. [https://niss.gov.ua/sites/default/files/2014-04/0424\\_Kashparov.pdf](https://niss.gov.ua/sites/default/files/2014-04/0424_Kashparov.pdf)
10. Andronov I. L., Baklanov A. V. (2004) Astron. School's Rep., 5, 264