

Міністерство освіти та науки України
Рівненський державний гуманітарний університет
Психолого-природничий факультет
Кафедра екології, географії та туризму

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

_____ Лико Д.В.
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2020 р.

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи магістра
зі спеціальності 101 Екологія (освітньо-професійна програма «Радіоекологія»)

_____ (код і назва)

на тему: Агроекологічні особливості вирощування зернових культур в зоні радіаційного забруднення

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу, групи МРЕ-61
(шифр групи)

Огородник Олександра Володимирівна _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник канд. с.-г. наук, доц. Портухай О.І. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент канд. с.-г. наук, доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства Колесник Т. М. НУВГП _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Студент _____
(підпис)

Оцінка за результатами захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ЄКТС _____

Рівне – 2020 року

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. РАДІАЦІЙНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ	6
1.1. Джерела та фактори радіаційного забруднення.....	6
1.2. Проблема ведення сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях.....	10
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ	21
2.1 Природно-кліматичні умови Рівненської області.....	21
2.2 Аналіз стану радіоактивно забруднених територій на Рівненщині	23
2.3. Методика проведення дослідження	30
РОЗДІЛ 3. ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЛЯХ	38
3.1. Агроекологічні особливості вирощування зернових культур на забруднених територіях.....	38
3.2. Вміст цезію у зернових культурах на території Рівненської області	47
3.3. Рекомендації, щодо ведення сільського господарства на забруднених територіях	53
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	65
4.1 Вимоги до апаратури, меблів та обладнання	65
4.2 Вимоги до застосування засобів захисту працюючих.....	66
4.3 Загальні правила безпеки	67
4.4 Вимоги безпеки до лабораторних приміщень та обладнання для наукових досліджень поведінки ¹³⁷ Cs	70
ВИСНОВОК	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75

ВСТУП

Актуальність дослідження. Головним і найтяжчим наслідком катастрофи на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС) стало забруднення радіоактивними речовинами великої кількості територій та сільськогосподарських угідь. Оскільки, це формує основний чинник – рівень радіаційної безпеки населення та навколишнього природного середовища. Формування дози опромінення жителів зумовлюється вживанням сільськогосподарської продукції, виготовленої на даних територіях. Дані радіологічного моніторингу ґрунтів після аварії на Чорнобильській АЕС, щодо щільності забруднення ^{137}Cs показують, що одними з найбільш вражених у межах України територій радіоактивного забруднення ґрунтово-рослинного покриву є сільськогосподарські угіддя та лісові масиви Полісся України, зокрема, Рівненської обл. [36].

Засвоєння радіонуклідів кореневими системами становить радіаційну небезпеку на забрудненій сільськогосподарській території. В якості головного параметру, що характеризує поведінку радіонуклідів в системі «ґрунт-рослина», використовується коефіцієнт переходу (КП, $\text{кг}/\text{м}^2$). Порядок культур за зменшенням КП ^{137}Cs з ґрунту за час після аварії зберігся: найбільшим накопичення радіонукліду відрізняються природні трави, далі йдуть сіяні та кормові трави, овочеві, а найменше акумулюють ^{137}Cs бульби, коренеплоди і зернові. Відмінність значень КП між крайніми культурами надає можливість управляти рівнями забруднення продукції рослинництва на основі вибору культур та їх місця в сівозміні, особливо зернових.

Аналіз останніх досліджень і публікацій доводить, що аварія на ЧАЕС виявилася надскладною для розвитку сільськогосподарських підприємств. Найбільший вклад в наукове обґрунтування системи радіаційного контролю та забезпечення радіаційної безпеки населення зробили такі відомі вчені, як Б. С. Прістер, О. О. Ключніков, В.М. Шестопапов, В.П. Кухарь. Дослідження екологічних, соціальних та економічних наслідків чорнобильської катастрофи для сільського господарства представлено в матеріалах статей Р.М. Алексахіна, Н.І. Санжарової, С.В. Фесенка, Є.В. Спіріна, С.І. Спірідонова, А.В. Панова. Значний

доробок з Чорнобильських питань відображено в нормативно-правовій базі, що регулює проблеми господарської діяльності та соціального захисту населення.

Вчені Р. М. Алексахін, І. Н. Гудков, Д. М. Гродзинький, Б. С. Прістер, Б. Н. Анненков, О. В. Чистіков, В. В. Долін та ін. висвітлювали у своїх працях особливості ведення сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях, вплив основних фізико-хімічних властивостей та водного режиму ґрунтів на кореневе надходження радіонуклідів. В межах Рівненської області висвітленням екологічних принципів оцінки забруднення ґрунтів радіонуклідами та їхньої меліорації, заходами щодо зменшення міграції ^{137}Cs аналізом вмісту його у продуктах харчування (молоко, гриби, лісові ягоди) займались М. О. Клименко, С. І. Веремеєнко, Д. В. Лико, С. М. Лико, В. І. Долженчук та ін. [30].

Разом з цим, запит на безпечне проживання населення в зоні радіаційного забруднення, споживання екологічно чистої продукції, що забезпечується сільськогосподарським виробництвом не втрачає своєї актуальності і через 34 роки після аварії на ЧАЕС[43].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Кваліфікаційна робота виконувалася у розрізі наукової теми кафедри екології, географії та туризму Рівненського державного гуманітарного університету. "Проблеми збереження біорізноманіття в умовах антропогенного впливу Західного Полісся України". (Керівник роботи – Лико Дарія Василівна, Державний реєстраційний номер 0116U006016)

Мета магістерської роботи – здійснити аналіз агроекологічних особливостей вирощування зернових культур в зоні радіаційного забруднення.

Відповідно до поставленої мети визначені наступні **завдання**:

- розглянути джерела та фактори радіаційного забруднення;
- порівняти рівні радіаційного забруднення на території Рівненської області;

- охарактеризувати особливості ведення сільського господарства на забруднених територіях;
- проаналізувати рекомендації щодо вирощування зернових культур на ґрунтах з радіонуклідним забрудненням.
- описати заходи щодо зменшення міграції радіоактивних речовин.

Об'єктом дослідження є зернові культури та особливості їхнього вирощування на радіоактивно забруднених ґрунтах Рівненщини.

Предмет дослідження – процес міграції радіонуклідів з ґрунту в зернові культури при проведенні різних агроекологічних заходів.

Методи дослідження. Наукове дослідження проведено на основі використанням діалектичного методу та методів наукової абстракції, порівняльного аналізу і синтезу, в роботі проаналізовані різні моделі і методики оптимізації використання земель в умовах радіаційного забруднення та наведені рекомендації щодо ведення сільського господарства на даних територіях.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати дослідження агроекологічних особливостей вирощування зернових культур в зоні радіоактивного забруднення можна використовувати у вивченні таких дисциплін як «Екологія», «Екологічний моніторинг», «Радіоекологія», «Радіологічний контроль якості сировини» тощо.

Особистий внесок здобувача. Автором обґрунтовано методологію визначено мету, завдання дослідження і методи їх виконання, виконано аналіз, узагальнення й оцінку літературних джерел і мережі Інтернет, здійснено інформаційний пошук, розроблено робочі гіпотези та концепцію досліджень.

Обсяг і структура кваліфікаційної роботи. Матеріали кваліфікаційної роботи викладено на 80 сторінках комп'ютерного тексту. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури. Робота ілюстрована 7 таблицями, 2 рисунками. Бібліографія включає 43 джерела.

РОЗДІЛ 1. РАДІАЦІЙНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

1.1. Джерела та фактори радіаційного забруднення

Наймасштабнішою катастрофою у світі, пов'язаною з радіаційним забрудненням на АЕС стала аварія 1986 року. Зруйнування активної зони реакторної установки та частини будівлі, де вона знаходилась, на 4 блоці Чорнобильської атомної електростанції.

Викид радіоактивних речовин поза межі промислового майданчика станції (крім радіоактивних інертних газів) сумарно склав $1,9 \cdot 10^{18}$ Бк – близько 3,5 % загальної кількості радіонуклідів, що накопичувалися у реакторі в день аварії [31].

Минуло три десятиліття після катастрофи на ЧАЕС, яка змінила уявлення людства про безпечність атомної енергетики. Внаслідок вибуху та території України було забруднено радіацією більше ніж 2300 населених пунктів, що розташовані в межах 12 областей [18]. Чорнобильська катастрофа змінила життя, діяльність і виробництво в багатьох регіонах нашої держави й держав-сусідів Росії та Білорусі. Аварія стала причиною зменшення виробництва та постачання електроенергії для використання населенням та економікою. В результаті Чорнобильської катастрофи тільки в Рівненській області забруднено радіонуклідами території загальною площею 1,2 млн га, в тому числі 290 тис. га сільськогосподарських угідь, 500 тис. га лісових масивів [18].

Унаслідок цієї аварії на території України залишаються 2,5 млн га земель зі щільністю радіоактивного забруднення ґрунту ^{37}Cs понад 37 кБк/м^2 , з яких 1,26 га — сільськогосподарські масиви і 1,24 млн га — землі лісогосподарського призначення.

Посиленої реабілітації та повернення у сільгоспвиробництво потребують 130,6 тис. га сільськогосподарських земель, що були вилучені із господарського використання [3].

На рисунку (1.1) [5] зображено забруднення території України радіоактивним елементом Cs^{137} .

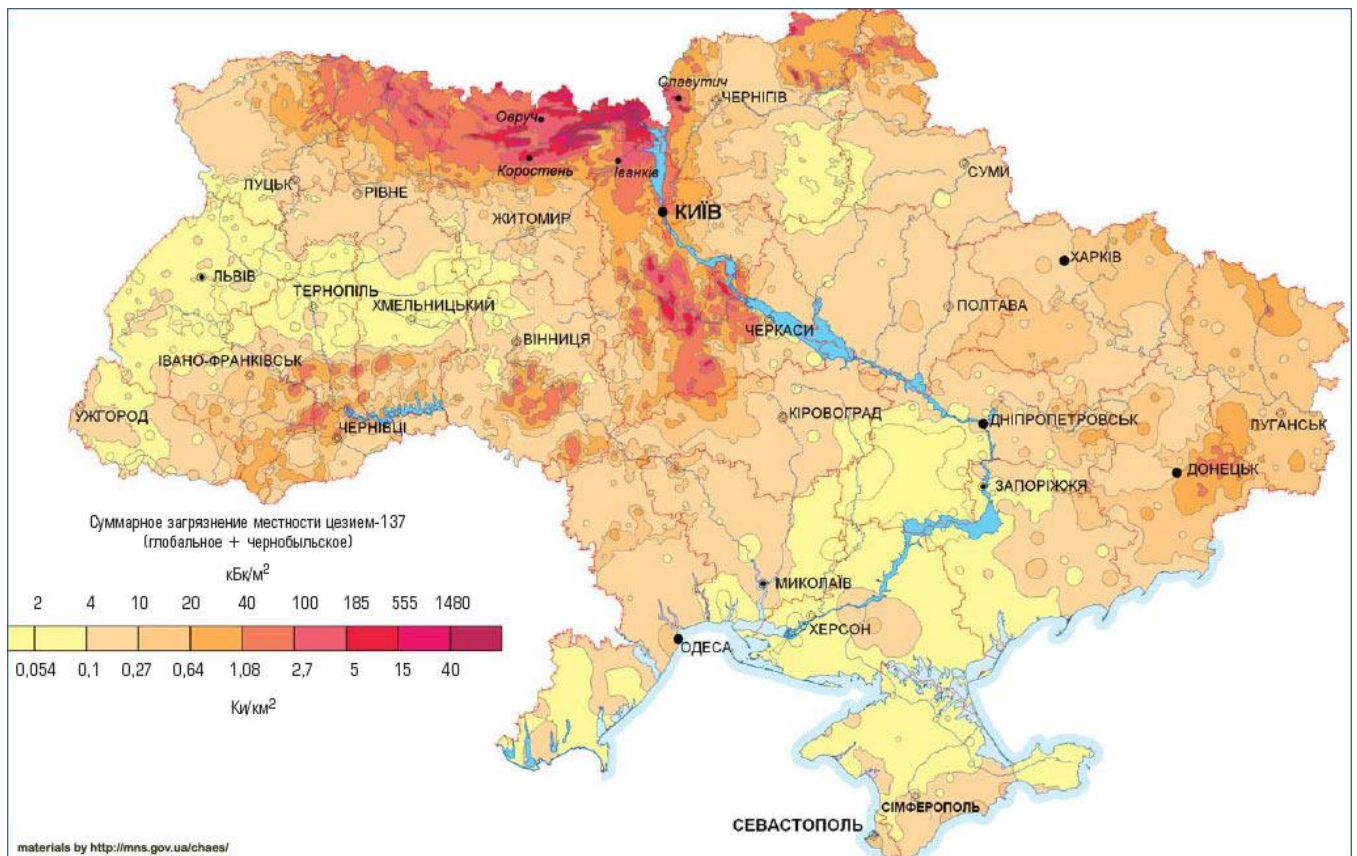


Рис.1.1 Забруднення території України ^{137}Cs після аварії на ЧАЕС у 1986 р.,
кБк/м²

Радіоактивне забруднення території України у зв'язку зі складною динамікою викиду та метеорологічними умовами характеризується високим ступенем неоднорідності за радіонуклідним складом, фізико-хімічними формами радіоактивних випадінь та щільності забруднення (виражена плямистість забруднення території). Значна частина радіоактивно забруднених територій – це Українсько-Білоруське Полісся з високою контрастністю ландшафтно-геохімічних умов, вираженою строкатістю ґрунтового-рослинного покриву. Специфіка ґрунтового покриву забруднених територій Полісся створила оптимальні умови для міграції ^{137}Cs .

Поглинання радіоактивних речовин рослинами з ґрунту залежить, насамперед, від властивостей останнього. Ґрунт є одним з найважливіших сільськогосподарських об'єктів, що зазнають інтенсивного антропогенного впливу у разі сільськогосподарського використання – механічного обробітку,

обводнювальної чи осушувальної меліорації, внесення добрив і меліорантів тощо [28, 42, 30].

Як головні тестові критерії комплексної радіаційно-гігієнічної оцінки території використовуються:

- щільність радіоактивного забруднення ґрунтів ^{137}Cs , ^{90}Sr та радіоізотопами плутонію понад доаварійні показники;

- питома активність радіонуклідів в продуктах споживання, які виробляються (або можуть вироблятися) на забруднених внаслідок катастрофи на ЧАЕС територіях, які є базовими для оцінки ефективної дози опромінення населення і ґрунтуються на регламентованих діючими законами України положеннях [1, 2, 32, 39, 30].

У відповідності до законів України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи» і «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» радіаційно небезпечними землями є землі, на яких неможливе подальше проживання населення, одержання сільськогосподарської та іншої продукції, продуктів харчування, що відповідають державним та міжнародним дозволеним рівням вмісту радіоактивних речовин, або які недоцільно використовувати за екологічними умовами [26,25,30].

Території, які зазнали радіоактивного забруднення унаслідок аварії на ЧАЕС, в кордонах України належать землі, на яких сталося стійке забруднення навколишнього середовища радіонуклідами понад доаварійний рівень. Враховуючи комплексні екологічні та природно-кліматичні особливості конкретних територій, може стати наслідком опромінення місцевих жителів понад 1,0 мЗв (0,1 бер) за рік. Дана ситуація потребує вжиття контрзаходів щодо радіаційного захисту населення та іншої спеціальної подальшої роботи і втручань, що спрямовані на обмеження додаткового опромінення населення, зумовленого Чорнобильською аварією, та забезпечення його нормальної життєдіяльності.

Для забезпечення не перевищення прийнятої межі річної ефективної дози опромінення в 1 мЗв встановлені допустимі рівні вмісту радіонуклідів в

продуктах харчування та питній воді (ДР-2006). Ці характеристики повинні забезпечувати виключення можливості виробництва на забруднених територіях сільськогосподарської продукції з питомою активністю радіонуклідів, що перевищує встановлені нормативні рівні та недопущення перевищення регламентованої законом України, у відповідності до зони проживання, індивідуальної річної еквівалентної дози для населення, яке використовує ці землі.

У регіоні Українського Полісся забруднення сільськогосподарських угідь радіонуклідами після аварії на Чорнобильській АЕС докорінно змінило екологічну ситуацію та умови діяльності сільських товаровиробників. За період соціально-економічних перетворень, що відбулися в сільському господарстві за останні десятиліття, спеціалізація аграрного виробництва звузилася в бік галузі рослинництва і відповідно скоротилися галузі тваринництва. Як наслідок, значно зменшилися обсяги виробництва і використання органічних добрив та порушився найголовніший ланцюг агроєкосистем, що забезпечує їх екологічно стале функціонування.

На забруднених радіонуклідами територіях дедалі частіше відбувається несанкціоноване, хаотичне і безконтрольне використання земель для вирощування сільськогосподарських культур, а ризик отримання радіоактивно забрудненої сільськогосподарської продукції залишається досить високим [22].

За період після аварії науковцями було розглянуто і досліджено основні принципи поведінки радіоактивних речовин у навколишньому середовищі. Як результат, надано рекомендації щодо стратегії і практики сільськогосподарської діяльності за таких умов. Тому одним з пріоритетів Стратегії Державної екологічної політики України на період до 2020 року є контроль у сфері охорони навколишнього природного середовища і забезпечення екологічної безпеки. З огляду на це, важливе значення має радіаційний моніторинг у аграрній сфері як основне джерело одержання інформації щодо просторового перерозподілу радіонуклідів, інтенсивності їх міграції трофічними ланцюгами. У віддалений післяаварійний період основна частка надходження радіонуклідів до організму

людини формується саме внаслідок споживання забрудненої сільськогосподарської продукції [27].

Отже, основним джерелом надходження радіонуклідів на територію України стала аварія на Чорнобильській АЕС. Радіаційного ураження зазнала величезна територія господарських угідь Українського Полісся. Цей фактор змінив екологічну ситуацію та умови життєдіяльності населення та товаровиробників. Щільність забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr перевищувала допустимі значення, що вплинуло на виробництво радіаційно чистої сільськогосподарської продукції.

1.2 Проблема ведення сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях

Ведення сільського господарства і вирощування різних культур починається із загальних принципів виробництва продукції рослинництва.

До комплексу заходів, спрямованих на виробництво рослинницької продукції, що відповідає радіологічним стандартам, належать організаційні, агрохімічні, агротехнічні і технологічні.

Організація подальшої роботи передбачає здійснення інвентаризації угідь за щільністю забруднення, складання відповідних картограм і сівозмін, визначення посівних площ, де можливе вирощування конкретних культур, харчових продуктів, виробництво кормів, сировини для і технічної переробки, насінневого матеріалу і складання сівозмін.

Агротехнічні заходи, включають обробіток земель і підбір культур з низьким рівнем накопичення радіонуклідів. До них належать: вапнування кислих ґрунтів, внесення підвищених доз добрив (калійних та фосфорно-калійних, органічних) та меліорантів.

Технології вирощування культур на сучасному етапі не потребують принципових змін, тому на забруднених територіях в абсолютній більшості випадків застосовуються загальноприйняті в регіонах технології. Ефективність систем і технологій виробництва продукції повинна оцінюватися не тільки за зменшенням концентрації радіонуклідів в харчових продуктах, але й за впливом на рівень родючості ґрунтів, інтенсивність включення радіонуклідів в процеси ерозії, за радіаційно-гігієнічними умовами праці, за критерієм «користь - шкода» та іншими характеристиками. Максимальний ефект зниження рівня радіонуклідного забруднення продукції рослинництва дає оптимальне землекористування. Завдяки правильному розміщенню культури на тому чи іншому полі з урахуванням місця в сівозміні та при дотриманні агротехнічних вимог можна від декількох до 10 і більше разів знизити накопичення радіоцезію в урожаї. У звичайних умовах якість продукції рослинництва майже не залежить від поля, на якому її вирощують. Зовсім інша ситуація спостерігається на забруднених територіях, де концентрація радіонукліду в продукції визначається сумарною дією двох факторів - щільністю забруднення, яка може відрізнятись на сусідніх полях у декілька разів через нерівномірний просторовий розподіл радіоактивних випадінь, і властивостями ґрунту, що в реальних ландшафтних умовах Полісся також можуть суттєво відрізнятись навіть у межах одного господарства.

Для організації сільськогосподарської діяльності на забруднених угіддях слід використовувати матеріали комплексного картування території різного профілю (радіаційного, ландшафтно-екологічного, ґрунтового, агровиробничого тощо), результати дозиметричної паспортизації населених пунктів, дані аналізу радіаційної ситуації на забруднених територіях. Їх можна отримати в обласних та районних агрохімічних, санітарно-гігієнічних, ветеринарних органах та у відповідних управліннях держадміністрацій. Радіонукліди, які потрапили у навколишнє середовище внаслідок аварії, розподілені територією вкрай нерівномірно, тому для організації діяльності державних, колективних, кооперативних та особистих господарств обов'язково мають бути використані

картограми забруднення ґрунтів всіх угідь кожного господарства. Їх можуть надати радіологічні лабораторії служби Держзодючості і Мінагрополітики України. Обов'язково повинні бути використані результати радіаційного контролю якості продукції, виробленої у даному господарстві в минулі роки [7].

Для того, щоб розібратися у проблематиці даного питання, слід розглянути структуру та екологічні особливості забрудненої території.

Окультурені лучно-пасовищні, лісові та природні масиви, де значення коефіцієнтів переходу радіонуклідів з ґрунту в рослинність істотно вищі порівняно з орними ґрунтами, є критичними ландшафтами на території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС.

Розподіл угідь за щільністю забруднення, типами ґрунтів та їх використанням у найбільш забруднених регіонах України наведено у таблиці (1.2.1).

Критичність ландшафтів Полісся з точки зору інтенсивності міграції радіонуклідів у трофічних ланцюгах, насамперед, зумовлюється типом ґрунтів, до яких в основному належать торфові, торфово-глейові і торфово-болотні. На таких ґрунтах коефіцієнти переходу радіоцезію в ланцюгу групі-рослина можуть перевищувати у 4- 18 разів відповідні значення на дерново-підзолистих і ґрунтах.

Ґрунти Полісся переважно недостатньо забезпечені поживними речовинами, зокрема калієм. Структура забруднених земель за агрохімічними властивостями ґрунтів наведена у таблиці 1.2.2 . Ґрунти з $pH < 5$ становлять близько 9% забруднених угідь.

У результаті здійснення контрзаходів у 1986 – 1993 рр в Україні було меліоровано більш як 1,5 млн га забруднених ґрунтів. Внесення вапна на забрудненій території в поєднанні з добривами дало змогу знизити вміст радіонуклідів у продукції в 2,5 – 5 разів.

Таблиця 1.2.1

Структура сільськогосподарських угідь областей України, рівень радіоактивного забруднення який перевищує 37 кБк · м² тис. га (1986 р.)

Область	Загальна площа	Орна земля	Сіножаті, пасовища	Мінеральні	Торфові ґрунти
Площа угідь із щільністю забруднення ґрунтів ¹³⁷ Cs 37-185 кБк- м ² тис. га					
Волинська	6,3	2,5	3,8	2,1	4,2
Житомирська	271,6	175,0	96,6	240,4	34,0
Рівненська	310,9	246,0	64,9	206,8	104,1
Чернігівська	68,8	37,9	30,9	68,8	-
Київська	206,9	154,5	52,4	208,1	4,5
Разом	864,5	615,9	248,6	726,2	146,8
Площа угідь із щільністю забруднення ґрунтів ¹³⁷ Cs 185-555 кБк- м ² тис. га					
Волинська	0,2	0,13	0,07	0,2	-
Житомирська	42,7	26,7	15,6	36,3	6,4
Рівненська	10,7	3,5	7,2	6,9	3,8
Чернігівська	5,4	2,3	3,1	5,4	-
Київська	30,6	12,1	18,5	29,0	1,6
Разом	89,6	44,73	44,47	77,8	11,8

Таблиця 1.2.2

Площі угідь областей України з щільністю забруднення 37-555 кБк · м², критичних за агрохімічними властивостями (тис. га)

Область	Агрохімічні показники		
	рН сол		Вміст
	рН < 5	в т.ч. 3 рН <	К ₂ О < 8 мг/100 г
Волинська	0,3	0,08	1,7
Житомирська	30,5	6,7	83,1
Рівненська	34,6	9,0	65,5
Чернігівська	4,6	0,9	9,8
Київська	14,3	3,6	25,2
Разом	84,3	20,3	185,3

Однак у зв'язку з економічними труднощами в 1994 - 1996 рр. обсяги цих робіт були значно скорочені, внаслідок чого відзначено від'ємний баланс азоту, фосфору і калію в ґрунтах, що неминуче призведе і вже призводить до підвищення рівня радіоактивного забруднення продукції рослинництва.

Дані таблиці 1.2 показують про необхідність продовжувати меліорацію ґрунтів. Важливо зазначити, що необхідність меліорації пов'язана із звичайними агрохімічними правилами і вимогами і зумовлена не лише наслідками катастрофи на ЧАЕС на критичних угіддях, де рівень забруднення виробленої продукції близький до допустимого чи перевищує його, обов'язковим заходом є меліоративні роботи.

Складна економічна ситуація в країні потребує суворішого відношення до визначення необхідних обсягів додаткових меліораційних робіт. За умови достатнього фінансування контрзаходи слід здійснювати на всіх територіях, що постраждали внаслідок катастрофи, але за відсутності коштів або їх обмеженості необхідно визначити пріоритетні напрями проведення ряду заходів. З розрахунків потоків радіонуклідів і сільськогосподарською продукцією видно, що при плануванні заходів особливу увагу слід приділяти виробництву молока, м'яса та картоплі, оскільки вони є основними дозоутворюючими продуктами - до 95% загальної дози

Площі кислих ґрунтів, що потребують вапнування, визначаються не лише за низьким значенням рН, а й за типом вирощуваних сільгоспкультур. Обсяги першочергових контрзаходів зумовлені необхідністю знизити надходження радіонуклідів у культуру, продукція якої безпосередньо використовується для харчування, наприклад, картопля з приватних господарств або продукти для дитячого харчування. Ґрунти Полісся характеризуються низькою буферністю. В зв'язку з цим вапнування слід проводити кожних 3 - 5 років. Таким чином, за час, що минув після аварії, мало бути проведено 3 - 4 тури вапнування. Рідко в яких господарствах можна констатувати виконання цієї рекомендації.

Безумовно, актуальною проблемою залишається виробництво чистої продукції в приватних господарствах Рівненської, Волинської, Житомирської,

Київської та Чернігівської областей, оскільки заходи рекомендовані та проведені в громадському секторі, в приватному секторі виконуються обмежено. В результаті, як правило цезію в молоці і м'ясі із приватних господарств у кілька разів вищий ніж у колективних.

Природні ґрунтів за інтенсивністю надходження ^{137}Cs можна розташувати в спадаючий ряд: торфовий низинний > торфовий заливний > торфовий осушений > заплавини вологий на дерново-підзолистому ґрунті > суходіл надлишкового зволоження на дерново-підзолистому ґрунті > суходіл нормальний на дерново-підзолистому ґрунті > суходіл нормальний на дерново-підзолистому суглинковому ґрунті > заплавний вологий на лучному супіщаному ґрунті > суходіл нормальний на лучному супіщаному ґрунті > заплавний вологий на лучно-чорноземному суглинковому ґрунті [8].

Забруднення сільськогосподарських угідь продуктами ядерного палива, радіонуклідами та іншими трансурановими елементами відбулось внаслідок катастрофи на ЧАЕС. Дія чорнобильських викидів, зокрема, біологічно значущих радіонуклідів Cs, Sr, ^{241}Au та $^{218,239,240}\text{Pu}$ визначається у теперішній час і на довгостроковий період. Два крайніх нукліди створюють незначну дозу, але її кількість також враховується при визначенні повної еквівалентної дози опромінення населення.

На сучасному етапі внутрішнє бета- та гамма-опромінення належить до основних факторів радіаційної небезпеки для населення. Це відбувається в результаті надходження в організм з продуктами харчування радіонуклідів цезію і, частково, стронцію. Нукліди плутонію та америцію в небезпечних концентраціях поширені практично тільки на територіях 30-км зони. Внутрішнє альфа-опромінення, переважно через інгаляційного надходження до організму у вигляді аерозолей плутонію та інших трансуранових елементів, має дуже незначну питому вагу в сумарній дозі.

Поза межами зони відчуження основна роль у дозоутворенні, і як у минулі ржки, належить ^{137}Cs . На більшості територій за межами 30-км, радіонуклідний склад опадів нині представлений ^{137}Cs , що осів у конденсаційній формі

(парогазова фракція конденсувалась на поверхні аерозолей). Ця форма практично цілком розчинна і рухомість ^{137}Cs , зумовлена його взаємодією з ґрунтами і трансформацією форм зв'язку з ними.

Доза опромінення населення зумовлюється внутрішніми опроміненням і визначається концентрацією радіонуклідів у кінцевих продуктах сільськогосподарського виробництва, яка залежить від ґрунтово-кліматичних умов, меліорації ґрунтів, біологічних особливостей сільськогосподарських культур та технологій їх вирощування, структури раціонів тварин та способів їх утримання і годівлі, технологій переробки сировини в продуктах харчування, віку людини, її фізіологічних особливостей, харчових звичок та періоду проживання в умовах забруднення території.

Внутрішнє опромінення внаслідок інгаляційного надходження радіонуклідів, переважно ^{137}Cs , залежить від їх концентрації у верхньому шарі ґрунту, умов пилоутворення та вітрового підйому, еродованості ґрунту, агрофону, виду діяльності людини, метеорологічних умов. Захисту від інгаляційного надходження радіоактивних аерозолів потребують практично тільки механізатори при виконанні робіт на землях із щільністю забруднення більш як $185\text{кБк} \cdot \text{м}^2$.

Зовнішнє опромінення визначається щільністю радіоактивного забруднення територій ^{137}Cs та характером поверхні ґрунту (луки, орні землі), розподілом радіонуклідів по вертикальному профілю ґрунту (їх заглибленням), ступенем екранування людини стінами приміщень і технікою, часом перебування людини на відкритому повітрі та іншими факторами. Внаслідок оранки та процесів природної міграції нуклідів відбулося їх заглиблення у ґрунт, що призвело до значного, у кілька разів, зменшення потужності дози зовнішнього та інгаляційного опромінення залежно від типу ґрунтів.

Таким чином, доза опромінення визначається, насамперед, інтенсивністю надходження радіонуклідів у харчовий ланцюг ґрунт-рослини-тварини-продукція тваринництва, що значно залежить від типу ґрунту та екологічних умов.

Мірою можливого впливу радіації на людину є повна(сумарна) доза опромінення від усіх перелічених джерел зовнішнього і внутрішнього опромінення. Оцінка сумарних доз опромінення проводиться службами МОЗ України та МНС України за спеціальними програмами, з урахуванням інформації, що надається усіма компетентними відомствами і органами влади України.

Радіоактивні речовини на територіях, забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС, розподілені надзвичайно нерівномірно. Різниця в щільності радіоактивного забруднення населених пунктів або угідь, що межують між собою може досягати 10 і більше разів. В одному господарстві можуть бути поля, щільність забруднення ґрунту яких значно відрізнятиметься. Це треба враховувати при організації землекористування і розміщення культур в сівозмінах.

У ході після аварійних робіт виявлено також наявність значних мікронеоднорідностей в розподілі радіонуклідів по території, в тому числі в населених пунктах та присадибних ділянках. Ці неоднорідності практично не прогножуються, вони можуть бути виявлені тільки шляхом спеціальної радіаційної зйомки або за результатами вимірювання рівня забрудненості продукції. Закономірним є підвищення рівня забруднення узлісь щільність забруднення у яких 1,5- 1,8 разів вища, ніж у сусідніх з ними лук і полів.

Протягом попередніх кількох років було проведено досить ретельні зйомки забрудненої внаслідок аварії на ЧАЕС території, складено карти з використанням ГІС- технологій, підготовлено та видано атлас забруднення ґрунтів України ¹³⁷Cs. Менш детально досліджені природні ландшафти, що використовуються як пасовища та сіножаті. Проте постійні дослідження рівнів забруднення заготовленого на них сіна або молока, отриманого за його використання, дають можливість виявити більшості ландшафтів, критичних за щільність забруднення ґрунту чи високим коефіцієнтом переходу цезію в рослини. Місцеве керівництво (органи влади і керівники підприємств АПК) мають інформацію (чи можливість її отримання) щодо очікуваних рівнів забруднення сіна практично на всіх без винятку ділянках землекористування. При однаковій щільності забруднення

території доза зовнішнього і внутрішнього опромінення людини може істотно змінюватися залежно від багатьох факторів, в результаті чого можна зробити висновок про те, що прямий зв'язок між щільністю забруднення території ($\text{Ки}/\text{км}^2$, $\text{кБк}/\text{м}^2$) і дозою опромінення людини відсутній.

У нових умовах, не менше 90% продукції виробляється фермами та власниками землі. Потрібно забезпечити кожного з них конкретними даними щодо рівня забруднення ґрунтів та їх екологічних властивостей. Нові власники землі повинні виявляти ініціативу в отриманні інформації щодо щільності забруднення ґрунтів, продукції рослинного та тваринного походження, від державних органів та попередніх власників. Інформацію слід узагальнювати та отримувати щороку.

Радіонукліди цезію і стронцію міцно пов'язані з ґрунтом. Основна їх частина, а саме 90-97% - сконцентрована у верхньому 20-25-сантиметровому шарі лучних ґрунтів та в орному горизонті ґрунтів усіх типів. Змив радіонуклідів зі стоком складає біля 1% вмісту на площі за рік, на практиці цей показник зазвичай не вище 0,1% і не може розглядатись як фактор ефективної природної дезактивації ґрунту. Проте надходження радіонуклідів в непроточні та проточні водоймища відбувається з великих площ водозборів і може спричинити забруднення питної води, води що використовується для зрошення та риби і як наслідок, до вторинного забруднення ґрунтів. Це ж відбувається з ґрунтами рисових чеків при затопленні водою з Каховського водосховища.

Радіонукліди стронцію та цезію потрапляють у рослини переважно кореневим шляхом, у результаті засвоєння з ґрунту. Частка некореневого забруднення в сумарній концентрації радіонуклідів у рослинах нині оцінюється величиною в кілька відсотків, і може бути зменшена шляхом застосування спеціальних технологій вирощування культур та збирання врожаю. Коефіцієнти стронцію та цезію із ґрунту в рослину, порівняно з 1987 роком, знизилась у 10-30 разів.

Вжиті контрзаходи та фіксація цезію у ґрунті зумовили значне поліпшення радіаційно-гігієнічних умов проживання населення, на забруднених внаслідок

аварії на ЧАЕС територіях. Тепер на більшій частині території КСП, фермерські господарства та поселення на присадибних ділянках виробляють продукцію, що за питомою активністю цезію відповідає вимогам ДР-2006. Але економічна криза призвела до зменшення обсягів або повного припинення контрзаходів останніми роками.

Сіно, що за рівнем забруднення цезієм непридатне для годівлі молочної худоби, нині можна отримати тільки на невеликих ділянках. Існування критичних ділянок не може розглядатись як причина для заборони ведення сільськогосподарської діяльності, оскільки сіно з них, можна використовувати для годування м'ясної худоби а також молочної худоби під час сухостійного періоду. Безпечне користування такими ділянками гарантоване тільки за умов, коли вони перебувають під контролем КСП або у державному резерві.

Оцінки показують, що в подальшому приблизно в 100 населених пунктах, перевищення ДП-2006 за вмістом цезію у молоці корів імовірно у 30% дворів. Перевищення норми на забруднення молочної продукції, як правило, відбувається там, де для випасу худоби та заготівлі сіна використовують критичні ландшафти. В більшості випадків населення проінформоване про критичність кормових угідь. Необхідно знайти можливості для проведення контрзаходів на таких угіддях першочергово. У критичних пунктах для припинення споживання і виробництва продукції з перевищення державних норм щодо вмісту радіоцезію необхідно обов'язково провести дійові заходи.

Аналізи динаміки забруднення таких продуктів показують, що протягом наступних 10-20-ти років концентрація цезію у сільськогосподарській продукції може знизитись у декілька разів, завдяки природнім процесам фіксації радіоцезію, у ґрунтах незалежно від здійснення контрзаходів. Проте проведення контрзаходів у більшості критичних населених пунктів є нагальною та необхідною умовою нормалізації в них радіаційного стану. [9].

Таким чином, в результаті аналізу радіаційного забруднення території України виявлено, що найбільше постраждали території Українського Полісся. Рівненська область на першому місці за площею забруднення, а Житомирська за

кількістю радіонуклідів у ґрунтах. Виявлено також нерівномірність та плямистість забруднення території, різниця в щільності радіоактивного забруднення населених пунктів або угідь, що межують між собою може досягати в десятки більше разів. Тому для того аби забезпечити виготовлення продукції з мінімальним вмістом радіоактивних речовин на забруднених територіях слід забезпечити власників територій та угідь конкретними даними щодо рівня забруднення ґрунтів та їх екологічних властивостей.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Природно-кліматичні умови Рівненської області.

Рівненська область розташована на північному заході України. Її площа – 20051 км², що становить 3,1 % від загальної території України. На території області розміщується 16 адміністративних районів та чотири міста обласного підпорядкування: Рівне, Дубно, Вараш, Острог. Усього в області нараховується 1026 населених пунктів, з них 11 міст, 16 селищ міського типу, 999 сільських населених пунктів. Станом на 01.01.2020 р. в області мешкало 1153,3 тис. осіб.

Клімат помірно-континентальний: м'яка зима з частими відлигами, тепле літо, середньорічна кількість опадів – 600-700 мм. Зима настає наприкінці листопада, а стійкий сніговий покрив утворюється в останні дні грудня - першій декаді січня. Літо, що приходить наприкінці травня, триває до вересня. Це період найвищих температур повітря і ґрунту, опадів, дозрівання врожаю. Ясна, прохолодна ранньоосіння погода встановлюється на початку вересня.

Область в геоморфологічному відношенні поділяється на три частини: Полісся, Волинське лесове плато і Мале Полісся, що розташоване на півдні, між містами Радивилів і Острог, де у нього вклинюються відроги Подільської височини з висотами понад 300 м над рівнем моря. Розміщення Рівненщини на межі Східноєвропейської платформи і Карпатської геосинклінальної області зумовили бурхливий і неоднозначний перебіг геологічної історії, що відбилося у неоднорідності тектонічної структури і формуванні досить складного комплексу геологічних відкладів на більшій її частині. Територія області розташована у межах двох крупних платформених структур – Українського щита та Волинсько-Подільської плити, і лише незначна ділянка на північно-східній окраїні Рівненщини лежить у межах Прип'ятського прогину.

Мінерально-сировинна база області складається з корисних копалин паливноенергетичного напрямку (торф), дорогоцінного каменю (бурштин), базальтової сировини для виробництва мінеральної вати та волокна, сировини для

виробництва будівельних матеріалів (сировина цементна, скляна, крейда будівельна, камінь будівельний тощо), прісних та мінеральних підземних вод. Гідрологічно Рівненщина знаходиться у районі трьох артезіанських басейнів підземних вод: Волино-Подільського, Прип'ятського та Українського басейну тріщинуватих вод.

Прогнозні ресурси підземних вод області оцінюються 1314,9 млн. м³ /рік. Затверджені запаси підземних вод – 165,7 млн. м³ /рік. Рівненщина, як і більшість областей західного і північного регіону України, багата на поверхневі води. Територією області протікає 171 річка довжиною понад 10 км, знаходиться 150 озер, 12 водосховищ, 1688 ставків. Річки області належать до басейну Прип'яті і живляться, в основному, за рахунок талих снігових вод, у меншій мірі – ґрунтових вод та атмосферних опадів. Найбільші з них – Стир з притокою Іква, Ствига з притокою Льва, Горинь та її притока Случ. Основний напрямок течії річок області – з півдня на північ – зумовлений загальним зниженням території від Волинського лесового плато до Поліської низовини. Найбільші серед озер області – Нобель (4,99 км²) та Біле (4,53 км²). Є також значна кількість озер у заплавах річок Горині, Стиру, Веселухи. Озера використовуються для рекреації, риболовлі. Болота поширені всією територією області, більшість з них низинні, менш поширені – перехідні та верхові. При цьому слід зауважити, що заболоченість дуже нерівномірна і коливається від 40 % на півночі до 2-3 % на півдні.

Ґрунтовий покрив області неоднорідний. Найбільш поширені дерновопідзолисті, опідзолені, дернові, торфові та торфоболотні ґрунти. Дерновопідзолисті, характерні для Полісся. Південь Полісся представляють дернові та торфоболотні ґрунти. На лесах Волинського плато сформувались світло-сірі ґрунти і опідзолені чорноземи, які майже всі розорані.

Флора області нараховує понад 1,6 тисячі видів вищих рослин. У рослинному покриві переважають ліси та інші лісовкриті площі. На Поліссі найбільш поширені соснові та сосново -дубові ліси, на Волинському лесовому плато – здебільшого листяні ліси, а в Малому Поліссі – дубово-соснові ліси з більш багатим, ніж на Поліссі, трав'яним покривом.

Тваринний світ характерний для лісової зони і широко представлений ссавцями, птахами, плазунами, земноводними, круглоротими та рибами. Поліська зона характеризується великим розмаїттям фауни, серед представників якої зустрічаються і рідкісні у сучасній Україні види хребетних (лось, рись, глухар, тетерук, рябчик тощо). У лісостеповій зоні області зростає чисельність зайців, лисиць, мишовидних гризунів та землерийв, проте видовий склад лісової фауни тут значно бідніший, ніж у лісах Полісся (частіше зустрічаються лише білки, лісові куниці, дещо менше - вовки, дикі кабани тощо). Разом з тим, є чимало видів хребетних, які поширені всією територією області, не маючи певних регіональних ареалів. Серед таких представники орнітофауни – водоплавні, болотні та лучні птахи (качки, кулики, перепілки тощо)[20].

2.2 Аналіз стану радіоактивно забруднених територій на Рівненщині

З науково-практичної точки зору у післяаварійний період проведення цілеспрямованих системних досліджень із вивчення негативного впливу радіаційного забруднення на стан довкілля та населення області, було проблематичним. Проте науковці Комов Олександр Дмитрович Гущук Ігор Віталійович брали участь чи організовували цілий ряд наукових розвідок у цій сфері, які згодом знайшли своє відображення в монографії, статтях, тезах та доповідях на науково-практичних конференціях. Науково-практична робота здійснювалася за певними напрямками [13].

Рівненщина залишається однією з найбільш уражених радіацією територій, від наслідків Чорнобильської катастрофи. Забруднено понад 11 тис. км² території або 56% загальної площі області. Радіаційно уражені сільськогосподарські угіддя займають 290 тис. га (31% загальної площі), лісові масиви - 654 тис. га (82% площі лісів області). До зон радіоактивного забруднення віднесено 341 населений пункт, розташованих у Березнівському, Володимирецькому, Дубровицькому, Зарічненському, Рокитніському та Сарненському районах. Загальна кількість

населення, яке постійно перебуває в умовах впливу радіації-390,8 тис. чоловік, що становить 34% населення області, зокрема 112,3 тис. дітей. Колективне дозове навантаження на населення, що проживає на радіоактивно забрудненій території, становить 530628 людино-мілізіверт і складає 39,2% усього в Україні. На рисунку (2.2.1) зображене сумарне забруднення Рівненської області.

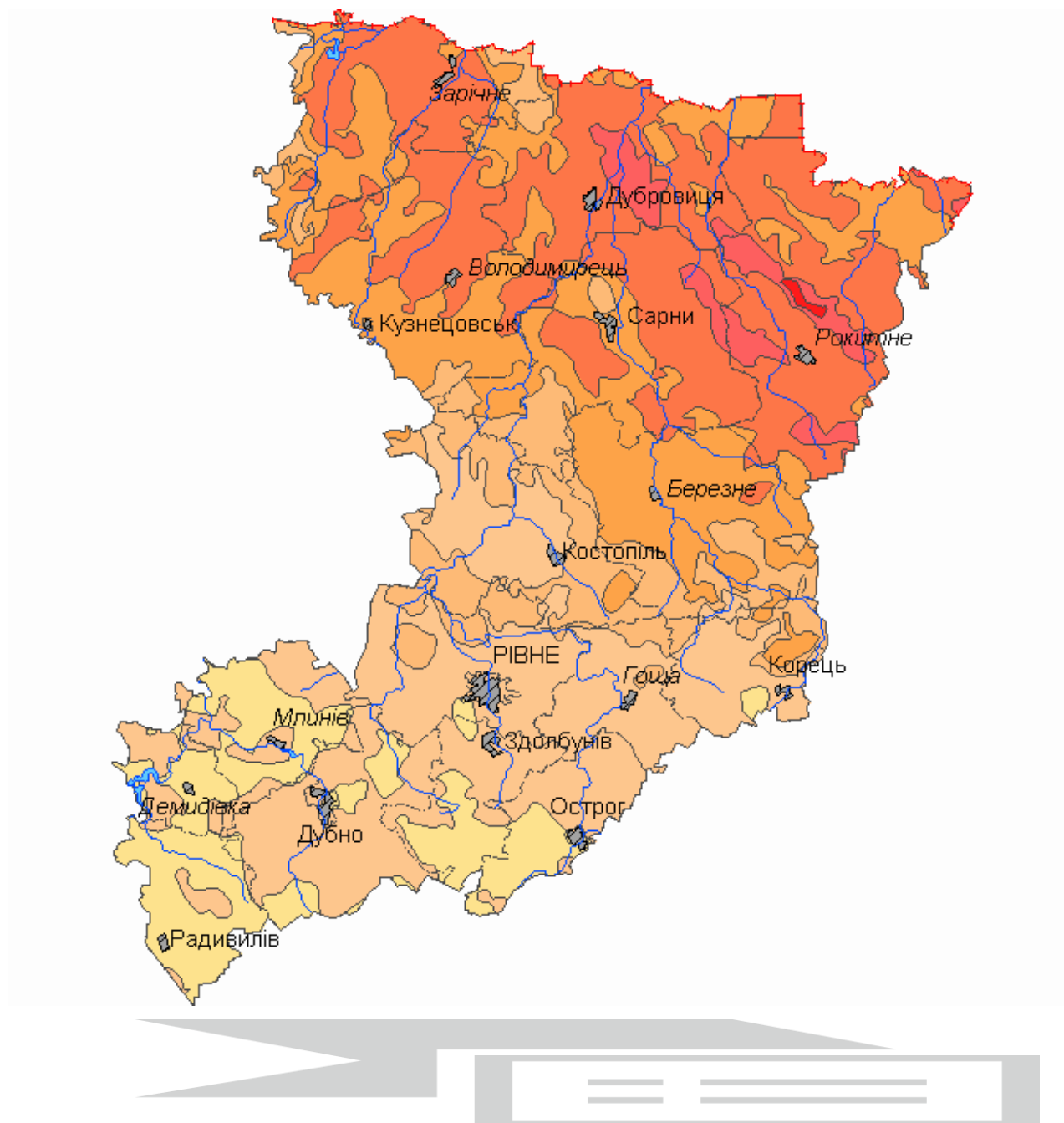


Рис. 1. Сумарне забруднення території Рівненської області ^{137}Cs

Аналізуючи рисунок (2.2.1) видно, що Північні райони області найбільше постраждали від наслідків аварії на ЧАЕС.

Розглянемо дані визначення стану радіаційного забруднення основних об'єктів довкілля, зокрема харчових продуктів, на території області з використанням матеріалів гігієнічних досліджень за період 1991-2006 р., а також визначення існуючих тенденцій у радіаційно забруднених районах.

Після Чорнобильської катастрофи в Україні проводилась певна робота по дозиметричній паспортизації населених пунктів України, що підпали під дію радіоактивного забруднення, з визначенням рівня забруднення ^{137}Cs . Проте найбільш вагомі дослідження були здійснені в 1991-1994 рр. та 2001-2006рр. Крім характеристики радіоактивного забруднення території області та отриманої дози опромінення населенням, розглядалися і зміни в рівнях цього забруднення, що відбулися за останні роки, про що свідчать дані таблиці (2.2.1).

Таблиця 2.2.1

**Забруднення території Рівненської області радіонуклідами
в 1991-1994рр. та в 2001-2006рр.**

Райони	1991-1994рр.				2002-2006рр.
	число		Паспортна доза опромінення мЗв	Щільність ^{137}Cs у грунті, Кі/км ²	Щільність ^{130}Cs у грунті, Кі/км ²
	досліджень	Обстежених сіл			
1	2	3	4	5	6
1. «Забруднені райони»					
Березнівський	223	57	0,9	0,89	0,15
Володимирецький	216	72	1,5	1,52	0,35
Дубровицький	205	60	2,3	2,54	1,56
Зарічненський	180	51	2,5	1,68	0,15
Рокитнівський	141	39	3,3	2,06	1,16
Сарненський	204	67	1,4	1,29	0,20
2. «Віносно чисті райони»					
Гоцанський	61	61	0,13	0,21	н/д
Корецький	13	13	0,20	0,40	н/д
Костопільський	38	38	0,25	0,50	н/д
Рівненський	11	11	0,16	0,35	н/д

Наведені в таблиці (2.2.1) дані отримані на великій кількості обстежень (1169 досліджень у радіозабруднених селах та 123 дослідження в умовно чистих селах), свідчать про те, що в середньому за 1991-1994 р. в радіозабруднених районах паспортна доза опромінення населення коливалась від 0.9 до 3.3 мЗв, а щільність забруднення ґрунту ^{137}Cs - від 0,89 до 2,54 Кі/км². У «чистих» районах (Гоцанський, Корецький, Костопільський, Рівненський) ці показники були на порядок нижчими: паспортна доза опромінення коливалась у межах 0,13-0,25 мЗв, а щільність ^{137}Cs в ґрунті- 0,21-0,50 Кі/км². Середні зважені показники в цих районах у 1991-1994 р. склали:

- паспортна доза опромінення в забруднених районах 1,88 мЗв, в незабруднених- 0,18 мЗв;
- щільність ^{137}Cs в ґрунті відповідно 1,63 та 0,33 Кі/км².

Із таблиці добре видно, що щільність забруднення ґрунту в забруднених районах станом на 2000-2006 р. різко знизилась і коливалась у районах у межах 0,15-1,56 Кі/км. Згідно з положеннями НРБУ/ ДР-97 території, забруднені Cs-137 до 1 Кі/км², вважають умовно чистими. З більшою щільністю необхідно застосовувати комплекс заходів для зменшення переходу радіонуклідів із ґрунту в рослини. Щодо паспортної дози опромінення, якщо прийняти рекомендований для населення допустимий ризик смерті на рівні $1 \cdot 10^{-5}$ в рік, тоді з урахуванням сумарного радіаційного ризику доза накопичувана протягом життя, може відповідати 1 мЗв у рік.

Так, у період із 1991 по 1994 р., як це видно із таблиці (2.2.1), паспортна доза та щільність забруднення радіоцезієм ґрунту значно переважали рекомендовані норми у Володимирецькому (в 1,5 рази), Дубровицькому (в 2,3-2,5 рази відповідно), Зарічненському (у 2.5-1,7 рази відповідно), Рокитнівському (в 3,3 і 2,1 рази відповідно), Сарненському (в 1,4-1,3рази відповідно).

Станом на 2002-2006 рр. щільність забруднення ґрунту радіо-цезієм переважала норматив лише в Дубровицькому (в 1,6 рази) та Рокитнівському (в 1,2 рази) районах. У решті контрольованих районів щільність забруднення була

набагато нижче 1 Кі/км². В таблиці (2.2.2) представлені дані, які характеризують стан забруднення радіонуклідами харчових продуктів та продовольчої сировини за період із 2000 по 2006 рр. У зв'язку з тим, що ці дані отримані з матеріалів санепідслужби, то забрудненість продуктів харчування буде характеризуватись, як і в попередніх випадках, % проб, що не відповідають нормативам. Аналізом охоплені всі шість поліських районів області, що по-терпіли внаслідок аварії на ЧАЕС та один відносно чистий - Острозький район.

Як і в попередніх випадках, число проведених обстежень на вміст радіонуклідів аналізували за період з 2000 по 2006 р., а % ненормативних проб у середньому за цей час.

Таблиця 2.2.2

Забруднення радіонуклідами харчових продуктів та продовольчої сировини в потерпілих і непотерпілих внаслідок аварії на ЧАЕС районах Рівненської області 2001-2006рр.

Райони	Здійснено обстежень за весь період	Відсоток проб , що не відповідають нормативам в середньому за 7 років
1. Потерпілі райони		
Березнівський	6504	57
Володимирецький	25475	72
Дубровицький	14664	60
Зарічненський	8775	51
Рокитнівський	11323	39
Сарненський	5756	67
Гощанський	4297	61
2.Непотерпілі райони		
Острозький	4297	0

Із аналізу даних наведених у таблиці 2.2.2 слідує, що за період із 2000 по 2006 рр. санепідстанціями здійснено 76784 аналізи харчової продукції і рослинництва на вміст у них радіонуклідів, із них: 72487 аналізів у радіозабруднених районах області і 4297-в Острозькому «чистому» районі. В усіх шести забруднених районах у харчовій продукції були виявлені радіонукліди з

тією чи іншою частотою ненормативних проб. Найбільше забрудненою радіонуклідами, протягом спостережуваних років була харчова продукція у Володимирецькому (щорічно 8,8% ненормативних проб), Дубровицькому (щорічно 7,2% ненормативних проб), Зарічненському (щорічно 2,0% ненормативних проб), але особливо Рокитнівському (щорічно 38,4% ненормативних проб) районах. В останньому районі ненормативних проб на радіонукліди в харчовій продукції було більше, ніж у сумі по інших потерпілих районах, яка складала 34,4%. В умовно «чистому» Острозькому районі за всі ці роки із 4297 здійснених проб не було виявлено жодної ненормативної проби. Визначення темпів зниження радіоактивного забруднення харчових продуктів у цих районах показало, що за період із 2000 по 2006рр. зниження щорічно відбувалося зі швидкістю 8,4% або 0,58 ненормативних проб на 100 досліджень.

Водночас у Рокитнівському районі високий рівень радіонуклідного забруднення харчової продукції, майже не змінювався. Темпи зниження з 2000 року по 2006 рр. тут склали лише 0,08%. Причина такої різної ситуації в радіоактивнозабруднених районах тому, що це пов'язано з високим коефіцієнтом переходу ^{137}Cs .

Рівненська область- єдина серед областей, яка перебуває в зоні впливу одразу двох атомних електростанцій-Рівненської і Хмельницької. За даними Рівненського облцентру з гідрометеорології, сумарна β -активність проб води, що відбирались у зоні дії цих АЕС протягом 2006 р., не перевищувала 5,4' 10-11 Кі/л. Концентрація ^{137}Cs в пробах води не перевищували рівнів встановлених НРБУ-97 та ДР-97. Загалом спостерігається тенденція зменшення рівня радіоактивного забруднення. Всі кількісні значення радіоактивного забруднення, що були зафіксовані за 2005-2006 р., не перевищували встановленої норми. Не виявлено перевищень гранично допустимих рівнів концентрації ^{137}Cs та ^{40}K і в пробах ґрунту. За даними «Доповіді про стан навколишнього середовища Рівненщини у 2019 році» , на радіологічні показники досліджено 48 проб ґрунту – перевищень показників радіологічної безпеки не виявлено.

Упродовж 33 років Рівненщина залишається однією із найбільш постраждалих від наслідків Чорнобильської катастрофи. Згідно з експертними висновками про радіологічний стан населених пунктів 183 населених пункти 6 північних районів області залишаються у зонах радіоактивного забруднення (табл. 2.2.3)[24].

Табл. 2.2.3

Результати дозиметричної паспортизації населених пунктів

	Зона безумовного (обов'язкового) відселення		Зона гарантованого добровільного відселення		Зона посиленого радіоактивного контролю		Разом	
	Згідно з чинним законодавством	За матеріалами дозиметричної паспортизації 2000-2011рр.	Згідно з чинним законодавством	За матеріалами дозиметричної паспортизації 2000-2011рр.	Згідно з чинним законодавством	За матеріалами дозиметричної паспортизації 2000-2011рр.	Згідно з чинним законодавством	За матеріалами дозиметричної паспортизації 2000-2011рр.
Рівненська								
Березнівський	-	-	-	-	56	16	56	16
Володимирецький	-	-	61	1	7	63	68	64
Дубровицький	1	-	58	6	0	11	59	17
Зарічненський	-	-	52	8	0	25	52	33
Рокитнівський	-	-	39	16	0	11	39	27
Сарненський	-	-	63	14	2	12	65	26
Разом	1	-	273	45	65	138	339	183

Аналізуючи радіаційний стан районів Рівненської області у 2006 та 2019 видно певні зміни. Згідно з положеннями НРБУ/ ДР-97 території, забруднені ^{137}Cs до 1 Кі/км^2 , вважають умовно чистими, звідси висновок, що відбувається тенденція зниження радіоактивного забруднення. Так як радіаційне забруднення плямисте і нерівномірне, можливі відхилення і різниця показників, але у досліджуваних точках відхилень від норми не виявлено.

2.3. Методика проведення дослідження

Аналіз агроекологічних особливостей вирощування зернових культур в зоні радіоактивного забруднення здійснено на основі вивчення рівня забруднення ґрунтів сільськогосподарських угідь, вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у зернових культурах (зерно, солома), а також коефіцієнтів переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини.

Дослідженням фактичного агрохімічного та екологічного стану основних типів ґрунтів на території Рівненської області в умовах значного антропогенного навантаження займається Рівненська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» (РФДУ «Інститут охорони ґрунтів України»). За даними агрохімічних досліджень та польових дослідів наукових установ за останнє десятиліття спостерігається зміна вмісту гумусу, поживних речовин, реакції ґрунтового розчину. Тому для з'ясування всеоб'ємного характеру змін ґрунтового покриву Рівненщини РФДУ «Інститут охорони ґрунтів України» проводить досліджень на моніторингових ділянках.

Основними об'єктами досліджень на моніторингових ділянках є ґрунт, рослинність. Здійснення моніторингу по кожному з них має певні особливості. Адже антропогенні чинники, що впливають на них, а в кінцевому підсумку й на здоров'я людини, дуже різноманітні. Це забруднення різними хімічними та радіоактивними речовинами, викидами відходів виробництва, нагрівання біосфери, фізичні й біологічні впливи тощо.

Метою досліджень у мережі моніторингових ділянок є спостереження за навколишнім середовищем (ґрунтів та рослинної продукції), а саме своєчасне виявлення і встановлення змін стану ґрунтів, їх оцінки, відвернення наслідків негативних процесів. Створення просторово-часової системи спостережень за показниками агроекологічного стану ґрунтів для виявлення нахилів у змінах їх агрохімічних властивостей під впливом господарської діяльності та несприятливих метеорологічних умов. Визначення оптимальних та критичних рівнів навантажень на агроландшафти та суміжні об'єкти довкілля.

До основних завдань проведених досліджень РФДУ «Інститут охорони ґрунтів України» належать: визначення показників агроекологічного стану

ґрунтів; систематичні спостереження за станом земель та якістю рослинної продукції; своєчасне виявлення змін стану земель; оцінка цих змін; встановлення коефіцієнтів переходу забруднюючих речовин у системі «ґрунт-рослина»; формування бази даних агроекологічного стану ґрунтів моніторингових ділянок; підготовка пропозицій для вжиття заходів з метою ліквідації негативного впливу на навколишнє середовище та здоров'я населення.

Для цього за період 2011–2015 рр. в 29 населених пунктах області було РФДУ «Інститут охорони ґрунтів України» проведено моніторинг ґрунтів у мережі стаціонарних ділянок спостереження (табл. 2.3.1).

Ці моніторингові ділянки розміщені в усіх адміністративних районах на різних типах ґрунтів і характеризують всі ґрунтово-кліматичні умови Рівненської області. Для закладки фіксованих ділянок використовували планово-картографічну основу землеустрою (1:100000) з нанесеними ґрунтовими відмінами. Ділянки розмістили на характерних за рельєфними умовами земельних площах, які характеризують формування ґрунтової відміни, розміром 1 га (100x100 м) не ближче 100 м від дороги, полезахисної лісосмуги. Робили прив'язку приладом «Garmin» (рис 2.2).

З кожної окремо фіксованої ділянки відбиралися ґрунтові зразки ґрунтовим буром із 5 скважин, розташованих у центрі та по кутам ділянки. Нумерацію відібраних зразків проводили в арифметичній послідовності від першого зразка першої скважини до останнього зразка останньої скважини.

Відбір проводили у червні-жовтні. Зразки відбирали ґрунтовим буром. Вага індивідуального зразка достатня для проведення всіх видів аналізів. Вага зразка для обстеження на радіоактивність становить 2–3 кг.

На даний час РФДУ «Інститут охорони ґрунтів України» закладено та проводяться дослідження на 13 моніторингових ділянках у зоні Полісся та 16 – у зоні Лісостепу.

На дерново-підзолистих ґрунтах проводяться дослідження на 5 моніторингових ділянках (с. Яринівка, с. Лютинськ, с. Рокитне, с. Велике Вербче, с. Жалянка).

Моніторингові ділянки РФДУ «Інститут охорони ґрунтів України» на території Рівненської області

№ мон. ділянки	Назва районів	Населений пункт	Географічні координати	
1	Гощанський	с. Чудниця	50°38'10.9" Пш	26°38'57.5" Сд
2	Корецький	с. Крилів	50°33'48.6"Пш	26°57'33.7" Сд
3	Здолбунівський	с. Орестів	50°32'36.7"Пш	26°10'28.1" Сд
4	Острозький	с. Оженин	50°26'06"Пш	26°31'42" Сд
5	Дубенський	с. Птича	50°17'56.06"Пш	25°38'36.7" Сд
6	Радивилівський	с. Козин	50°16'0" Пш	25°28'40" Сд
7	Млинівський	с. Береги	50°30'07"Пш	25°33'06" Сд
8	Володимирецький	с. Полиці	51°16'03" Пш	26°03'04.9" Сд
9	Володимирецький	с. Балаховичі	51°16'01.7" Пш	25°58'47.3" Сд
10	Володимирецький	с. Заболоття	51°18'30.5"Пш	25°55'06.6" Сд
11	Володимирецький	с. С. Рафалівка	51°23'02.9"Пш	25°51'47,8" Сд
12	Дубровицький	с. Велюнь	51°38'38.1" Пш	26°38'56.7" Сд
13	Сарненський	с. В.Вербче	51°12'18" Пш	26°15'46.5" Сд
14	Сарненський	с. Степань	51°10'21.7" Пш	26° 19 ' 15.8"Сд
15	Костопільський	с. Головин	50°53'15" Пш	26°19'06" Сд
16	Березнівський	с. Яринівка	51°01'16.2" Пш	26°30'38.9" Сд
17	Дубровицький	с. Орв'яниця	51°29'46.1" Пш	26°33'39.5" Сд
18	Зарічненський	с. Вичівка	51°51'0" Пш	26°18'54" Сд
19	Рокитнівський	с. Рокитне	51°17'24,9" Пш	27°11'01.9" Сд
21	Рівненський	с. Котів	50°40'57.7" Пш	26°27'13" Сд
22	Демидівський	сmt. Демидівка	50°24'44.3" Пш	25°19'08.3" Сд
23	Гощанський	с. Тучин	50°41'12.5" Пш	26°34'36.3" Сд
24	Гощанський	с. Жалянка	50°44'24" Пш	26°38'33" Сд
25	Рівненський	с. Рисв'янка	50°39'59" Пш	26°27'28" Сд
26	Рівненський	с. Н.Українка	50°40'43.0" Пш	26°23'24" Сд
27	Дубровицький	с. Лютинськ	51°40'28" Пш	26°35'40" Сд
28	Радивилівський	с. Крупець	50°09'10" Пш	25°17'12" Сд
29	Млинівський	с. Хорупань	50°27'44.9" Пш	25°35'04.5" Сд
30	Дубенський	с. Верба	50°16'35.6"Пш	25°33'12.4" Сд

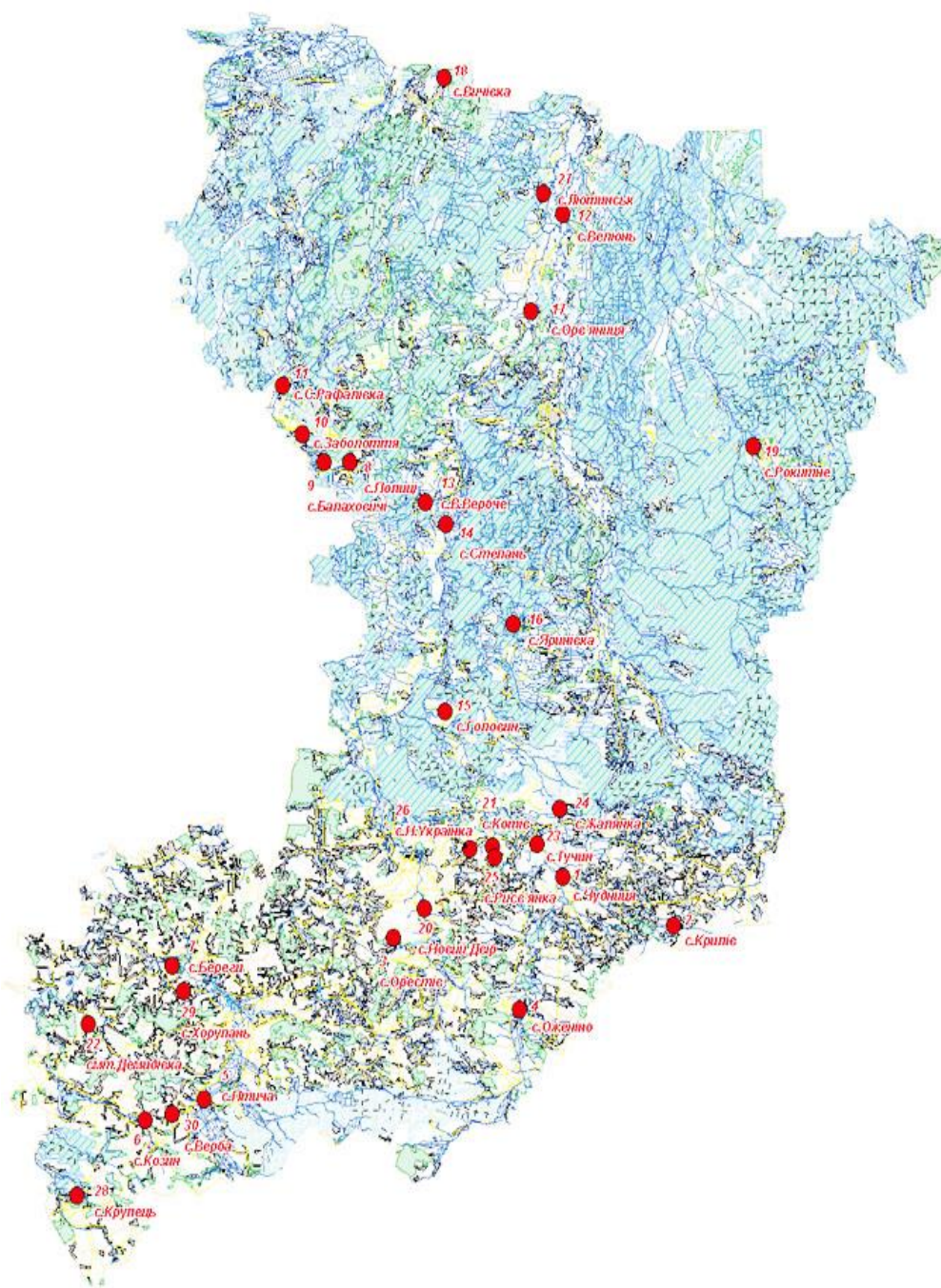


Рисунок 2.2 – Схема розміщення моніторингових ділянок РФДУ «Інститут охорони ґрунтів України» на території Рівненської області

На лучних ґрунтах розміщено 4 моніторингових ділянки (с. Заболоття, с. Стара Рафалівка, с. Орв'яниця, с. Чудниця). Також ведуться дослідження на 6 моніторингових ділянках (с. Полиці, с. Балаховичі, с. Головин, с. Степань, с. Велюнь, с. Крупець), що розташовані на дернових ґрунтах. На торфово-болотних ґрунтах розміщено 2 моніторингових ділянки, по одній у зоні Полісся та Лісостепу (с. Вичівка та с. Птича). На світло-сірих ґрунтах ведуться дослідження

на 5 моніторингових ділянках (с. Орестів, с. Крилів, с. Козин, с. Рисвянка, с. Нова Українка). На темно-сірих ґрунтах ведуться дослідження на 3 моніторингових ділянках (с.т. Демидівка, с. Вербка, с. Хорупань). На чорноземних ґрунтах розміщено 4 моніторингові ділянки (с. Тучин, с. Береги, с. Оженин, с. Котів). Слід відмітити, що моніторингові ділянки з світло-сірими, темно-сірими та чорноземними ґрунтами розташовані у Лісостеповій зоні Рівненської області.

З 29 моніторингових ділянок Рівненської області 18 розміщені на ріллі, 3 – на сіножатях, 7 – на пасовищах та одна знаходиться під багаторічними насадженнями.

Відбирання проб ґрунту на сільськогосподарських угіддях

Відбирання проб ґрунту на орних сільськогосподарських угіддях рекомендується проводити до початку весняно-польових робіт та безпосередньо перед збиранням врожаю. На неорних сільськогосподарських угіддях (луки, пасовища, сінокоси) пробовідбір проводять впродовж вегетаційного періоду.

Під час проведення радіаційного контролю за обстежувану ділянку приймають все угіддя, якщо його площа не перевищує 5 га. Більші угіддя ділять на частини площею до 5 га, і для кожної частини проводять обстеження.

Для визначення місць відбору проб на обстежуваній ділянці проводять гамма-зйомку. У разі однорідного забруднення обстежуваної ділянки на сільськогосподарських угіддях вибирають один пробний майданчик. У разі неоднорідного забруднення обстежуваних ділянок пробні майданчики вибираються на кожній виділеній рівномірно забрудненій ділянці.

Точкові проби відбирають пробовідбірником. Місця відбору точкових проб ґрунту розташовують на пробному майданчику приблизно рівномірно. Точкові проби не допускається відбирати в пониженнях мікрорельєфу, на задернованих пробних майданчиках – в місцях з порушеною дерниною. У визначеному місці зрізують рослинність і робочу частину пробовідбірника вдавлюють у ґрунт на глибину 0,2 м. Відібрану пробу зсипають (видавлюють) у марковану упаковку. На ущільнених ґрунтах допускається відбирання проби на дану глибину в кілька етапів.

Для формування об'єднаної проби ґрунту рекомендується використати 5 точкових проб, які відбирають методом конверта. Маса об'єднаної проби ґрунту повинна бути не менше 1 кг. Об'єднану пробу формують безпосередньо під час відбору точкових проб.

Під час відбору точкових проб та формування об'єднаної проби повинна бути виключена можливість повторного забруднення проби. Гомогенізувати пробу ґрунту в польових умовах і відбирати її частину для наступного виміру активності не допускається.

Маркування, транспортування, зберігання і утилізація проб ґрунту

Кожна проба ґрунту має бути чітко ідентифікована. Безпосередньо на упаковку водостійким маркером або на етикетку до проби наносять шифр проби, дату і час відбору. Для кожної проби ґрунту складають протокол відбору, відповідно до додатку 1.

Проби доставляють в лабораторію якнайшвидше після їх відбирання. Дозволено транспортування усіма видами транспорту у разі дотримання вимог ДСП 6.074.120 [11,15,32].

Зберігають відібрані проби ґрунту до виміру в них активності радіонуклідів у темному місці за температури 2-6 °С з вільним доступом повітря. Дослідження необхідно проводити якнайшвидше після відбирання проб. Через 2 доби після проведення вимірювань проби ґрунту підлягають списанню та утилізації відповідно до ДСП 6.074.120 [32] та згідно з нормативними документами установи, яка проводила вимірювання.

Методи відбору проб рослинної продукції для радіаційного контролю

Вміст радіонуклідів в сільськогосподарській продукції, що вирощується на техногенне забруднених територіях, є головною ланкою на шляху формування додаткових дозових навантажень на людину.

Дана методика визначає загальні вимоги до методів відбору проб при радіоекологічному контролі забруднення продукції рослинництва радіонуклідами, як в польових умовах, так і для оцінки якості в місцях складування зібраного врожаю. Особливу увагу приділено відбору проб зеленої маси з пасовищ та

сінокісних угідь. Саме ця ланка у виробництві сільськогосподарської продукції є найбільш критичною з точки зору потоків техногенних радіонуклідів і забруднення продуктів харчування тваринницького походження.

Відбирання проб рослинної продукції при оптимальних витратах часу і засобів повинна забезпечувати репрезентативність проб врожаю рослин. Відібрані проби повинні достовірно характеризувати забруднення продукції радіонуклідами техногенного походження і дозволяти отримувати оцінки медіани питомої активності врожаю рослин з необхідної точністю.

Відбирання проб повинні виконують спеціалісти, які мають необхідну підготовку в галузі радіаційного контролю, при обов'язковій присутності представника підприємства-власника продукції.

Процедура відбирання проб рослинної продукції для радіаційного контролю включає в себе:

- ✓ відбирання точкових проб;
- ✓ формування об'єднаної проби;
- ✓ виділення середньої проби для визначення активності радіонуклідів.

Вага точкової проби рослинної продукції залежить від її типу і визначається наступним чином:

- ✓ картопля, коренеплоди, інші овочі, фрукти – 1-1,5 кг;
- ✓ сіно, солома, зерно та продукти його помелу – 0,1-0,2 кг;
- ✓ ягоди – 0,1-0,4 кг;
- ✓ зелена маса (трава) – вся проба, відібрана з визначеної площі.

Вага середньої проби рослинної продукції для радіаційного контролю має бути не менше 1,5 кг [17,32].

Примітка. Вага середньої проби в кожному конкретному випадку може бути уточнена відповідно до вимог методики вимірювання, що застосовується в лабораторії, яка проводить радіаційний контроль

Безпека під час відбору проб, транспортування, зберігання, при підготовці та вимірюванні активності радіонуклідів, – у відповідності з НРБУ-97, ДСП 6.074.120- 01.

Звідси, для аналізу агроекологічних особливостей вирощування зернових культур в зоні радіоактивного забруднення слід спиратися на рівні забруднення ґрунтів сільськогосподарських угідь, вмісту цезію-137 та стронцію-90 у зернових культурах (зерно, солома), а також коефіцієнтів переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини. Для відбору проб ґрунту на радіоактивне забруднення слід ознайомитися і дотримуватися загально прийнятих вимог та методик, таких як: «Методи відбору проб рослинної продукції для радіаційного контролю», «Маркування, транспортування, зберігання і утилізація проб ґрунту», «Відбирання проб ґрунту на сільськогосподарських угіддях».

Таким чином, Рівненська область характеризується помірно-континентальним кліматом: м'яка зима з частими відлигами, тепле літо, з середньорічною кількістю опадів – 600-700 мм. Зима настає наприкінці листопада, а стійкий сніговий покрив утворюється в останні дні грудня - першій декаді січня. Літо, що приходить наприкінці травня, триває до вересня. Це період найвищих температур повітря і ґрунту, опадів, дозрівання врожаю. Ясна, прохолодна ранньоосіння погода встановлюється на початку вересня.

Найбільш радіоактивно забрудненими районами є Зарічненський, Володимирецький, Рокитнівський та Березнівський.

РОЗДІЛ 3. ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР НА РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЛЯХ

3.1 Агроекологічні особливості вирощування зернових культур на забруднених територіях

Важливою проблемою, яка потребує швидкого розв'язання, є відновлення сільгоспвиробництва на радіоактивно забруднених землях, яке передбачає вирощування культур із низькою здатністю до накопичення радіонуклідів. Такими культурами є зернові та деякі зернобобові за умови вирощування їх на зерно. Тому об'єктивно актуальним є дослідження особливостей переходу радіонуклідів у такі рослини у віддаленій після аварії на ЧАЕС період [35].

Продукти, що виробляються із зернових культур роблять найменший внесок в дозу опромінення на сільського жителя.

При вирощуванні культур цієї групи використовують прийняті науково обґрунтовані для цих культур і регіонів технології вирощування. Однак необхідно виконувати деякі додаткові умови їх вирощування.

Вирощування продовольчих зернових на сучасному післяаварійному етапі не потребує будь-яких обмежень у зоні забруднення мінеральних ґрунтів ^{137}Cs до $15 \text{ Ки} \cdot \text{км}^{-2}$ ($555 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$). На торфових ґрунтах продовольче зерно можна вирощувати лише при забрудненні їх ^{137}Cs до $2\text{-х Ки} \cdot \text{км}^{-2}$ ($74 \text{ кБк} \cdot \text{м}^{-2}$).

Розглянемо основи розміщення культур. Рівні забруднення урожаю однієї і тієї ж культури залежать як від щільності забруднення, так і від агрохімічних властивостей ґрунтів. Чим вище окультурення ґрунту (чим вищий вміст в ґрунтах гумусу, обмінного калію, кальцію), тим нижче накопичення радіонуклідів в урожаї однієї і тієї ж культури. При розміщенні культур в сівозмінах доцільно розмістити критичні культури з високим КП радіонуклідів так, щоб попередники забезпечили підвищений вміст обмінного калію, фосфору та нейтральну або слабокислу реакцію ґрунтового розчину. При веденні рослинництва на дерново-

підзолистих ґрунтах різного механічного складу з щільністю забруднення 10-15 Кі · км⁻² (70-555 кБк · м⁻²) рекомендується дотримуватися таких сівозмін:

На дерново-підзолистих піщаних ґрунтах:

- 1) озимі на зелений корм + поукісна кукурудза на зелений кор;
- 2) озиме жито;
- 3) картопля;
- 4) овес;

На дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах:

- 1) кукурудза та зелений корм та силос;
- 2) озиме жито;
- 3) картопля;
- 4) ячмінь з підсвівом багаторічних трав (злаково-бобова суміш);
- 5) багаторічні трави;
- 6) озима пшениця.

На сірих лісових суглинистих ґрунтах та чорноземах обмеження щодо видового набору і чергування культур у сівозмінах господарств, розміщених на радіоактивно забруднених територіях, вже не застосовують.

Важливо використовувати вже існуючий досвід обласних радіологічних центрів УААН та регіональних наукових закладів (НДІ землеробства, НДІ нечорноземної зони, обласні радіологічні центри).

Для регулювання рівнів забруднення урожаю та виробництво продукції з мінімальною кількістю радіонуклідів в певних умовах господарства слід розташовувати культури в сівозміні з врахуванням щільності забруднення ґрунтів, властивостей, а також біологічних властивостей різних культур. Видові та сортові властивості впливають на вирощення урожаю з мінімальним вмістом радіонуклідів. Чим більша кількість стабільних елементів у органі рослини чи в рослині, тим більша в них концентрація радіонуклідів. Видові відмінності у накопиченні радіонуклідів досягають в десятки разів.

Сортові особливості культур виділяються як вмістом стабільних елементів-аналогів в них, так і їх скоростиглістю. Сорти інтенсивного типу, що

споживають значні кількості поживних речовин, відрізняються підвищеним накопиченням радіонуклідів. За величиною накопичення ^{137}Cs на одиницю сухої речовини при однаковій щільності забруднення ґрунтів сільськогосподарські культури розміщують в порядку зростання:

Зерно злакових, бобових і гречки: кукурудза > тритикале > просо > ячмінь > пшениця > жито > овес > горох > квасоля > боби > соя > гречка. Відмінності між накопиченням радіоцезію в зерні кукурудзи і гречки сягають 20 разів.

Солома: овес > ячмінь > яра пшениця > озиме пшениця > озиме жито.

Кормові культури: багаторічні злакові трави > люпин > рапс > багаторічні бобово-злакові суміші > конюшина > горох > горохо-вівсяна суміш > вико-вівсяна суміш > кукурудза > картопля (бульби) > кормовий буряк (коренеплоди).

Сіно багаторічних злакових трав: стоколос безостий > тимофіївка > тонконіг лучний > грястиця збірна > костриця > райграс пасовищний.

Природні трави: осокові > осоково-злакові > злакові.

Зерно злакових і бобових: яровий рапс > люпин > горох > вика > ячмінь > яра пшениця > овес > озима пшениця > озиме жито.

Солома: ячмінь > яра пшениця > озима пшениця > овес > озиме жито.

Кормові культури: конюшина > люпин > горох > багаторічні злакові трави на заплавах землях > багаторічні злаково- бобові суміші > вика рапс яровий > горохово-вівсяна суміш > вико-вівсяна суміш > трави природних сінокосів > кукурудза > кормовий буряк > картопля.

Природні трави : різнотрав'я > осоки > тонконіг лучний > грястриця збірна.

Під горох і гречку для продовольчих цілей необхідно виокремлювати низькозабруднені і найродючіші землі і вносити калійні добрива в дозі $120-180 \text{ кгга}^{-1}$.

Щодо обробітку ґрунту, то відомо, що в умовах радіоактивного забруднення території обробіток ґрунту потрібно проводити, слідуючи загальноприйнятими технологіями [7].

Засвоєння радіонуклідів кореневими системами є головним фактором, що визначає радіаційну небезпеку на забрудненій території. Як головний параметр, що характеризує поведінку радіонуклідів в системі «ґрунт - рослина», використовується коефіцієнт переходу КП, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$. Дослідження у після аварійний період в Україні та Росії довели, що і часом відбувається селективна фіксація ^{137}Cs та ^{90}Sr в ґрунтах, яка супроводжується зменшенням вмісту легко обмінних форм нуклідів і, як наслідок, біологічної доступності їх для засвоєння рослинами і подальша міграція ланцюгами живлення.

На угіддях забрудненої території доведено лінійну залежність між питомою активністю радіонуклідів у рослинності і щільністю забруднення ґрунту. Це дозволяє зробити висновок про відсутність «чорнобильського» феномену і дає можливість поширити дані на інші ситуації.

У перші 5-6 років після аварії спостерігали значне (5-15 раз) зменшення питомої активності ^{137}Cs в рослинах на всіх досліджених типах ґрунтів, в наступні 12 років вона зменшилася тільки в 1,5 - 2,5 рази. Динаміка зменшення КП ^{137}Cs у часі після потрапляння ^{137}Cs у ґрунт для всіх культур, незалежно від типу ґрунту, може бути надійно апроксимована сумою 2-х експонент [29]:

$$\text{КП}(t) = \text{КП}_0 \cdot \left\{ a_0^4 \cdot \exp\left(-\frac{0,693 \cdot t}{T_e^4}\right) + a_0^8 \cdot \exp\left(-\frac{0,693 \cdot t}{T_e^8}\right) \right\}. \quad (3.1.1)$$

де $\text{КП}_0 = \text{КП}_0^4 + \text{КП}_0^8$ - «нульовий» коефіцієнт переходу, знайдений шляхом екстраполяції на 1986 рік;

a_0^4, a_0^8 - долі швидкого вмісту нукліду в ґрунті і періодами напівзменшення T_e^4 і T_e^8 (обмінна і фіксована форми).

Біологічні особливості сільськогосподарських культур характеризує значення «нульового» коефіцієнту переходу ^{137}Cs КП₀, який відображав здатність даної культури накопичувати елемент при однаковій загальній кількості доступних для рослин форм радіоцезію в ґрунті (таблиця 3.3.1).

Таблиця 3.1.1

Значення коефіцієнтів переходу КП форм ^{137}Cs , що зв'язуються з ґрунтом швидко КП₀⁴ і повільно КП₀⁸

Група культур	Торфово-болотний		Дерново-підзолистий		Сірий лісовий		Чорнозем	
	КП ₀ ⁴	КП ₀ ⁸	КП ₀ ⁴	КП ₀ ⁸	КП ₀ ⁴	КП ₀ ⁸	КП ₀ ⁴	КП ₀ ⁸
Сіно природних трав	218	22	25	0,78	10	0,49	-	-
Сіно сіяних злакових трав	89	4,7	6,0	0,38	4,8	0,11	3,7	0,019
Зелені корми кукурудза, люцерна, конюшина	35	1,4	3,4	0,37	1,5	0,18	1,9	0,039
Овочі капуста, томати, огірки	-	-	3,3	0,17	2,0	0,031	1,4	0,014
Бульби, коренеплоди цибуля, буряк, картопля	11	0,84	1,5	0,10	0,55	0,064	0,56	0,017
Зернові озима пшениця, ячмінь, жито	6,6	0,81	0,80	0,10	0,57	0,048	0,35	0,019

За зменшенням КП ^{137}Cs сільськогосподарські культури, незалежно від типу ґрунту, на якому вони вирощуються, можна розмістити в послідовності: сіно природних трав, сіно сіяних злакових трав, зелена маса кормових культур, овочеві культури, коренеплоди буряку, цибуля, бульби картоплі, зерно зернових культур.

У будь-який час після аварії по доступності ^{137}Cs для засвоєння сільськогосподарськими рослинами ґрунти утворюють спадаючий ряд: торфово-болотний, дерново-підзолистий, сірий лісовий, чорнозем.

У рік радіоактивних випадів більше як 90% радіонуклідів перебувають у формі обмінного фізико-хімічного поглинання, з якої надалі він поступово переходить в міцно поглинені, важко доступні для засвоєння рослинами форми.

Значення КП Cs найшвидше зменшується в часі на органічних торфово-болотних ґрунтах ($T_e^4 = 0,89$ року). Цей процес уповільнюється в ряду мінеральних ґрунтів: на чорноземі – 1,3 року, на сірому опідзоленому – 1,7 року і на дерново-підзолистому ґрунті – 1,8 року.

Відмінності величини T_e^8 для різних ґрунтів більш істотні. Найбільша швидкість фіксації доступних для рослин форм ^{137}Cs характерна для торфово-болотного ґрунту - $T_e^8 = 6,6$ років. Для дерново-підзолистого ґрунту середнє значення $T_e^8 = 20$ років, для сірого опідзоленого - 44 роки і для чорнозему - понад 60 років.

Динаміку коефіцієнту переходу КП ^{90}Sr з ґрунту в сільськогосподарські культури з часом після аварії за рахунок ґрунтових перетворень описують у такому вигляді:

$$\text{КП}_{ij} = \text{КП}_{oij} \cdot \exp\left(-\frac{0,623}{T_{ij}^e} \cdot t\right), \quad (3.1.2)$$

де i – тип ґрунту, j - вид культури, КП_{oij} - значення коефіцієнту переходу, винайдене шляхом екстраполяції на момент випадінь $t = 1986$ рік, ($\text{Бк} \cdot \text{кг}^{-1}$) / ($\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$); t - час після випадінь, роки; T_{ij}^e – період напівзменшення коефіцієнту переходу ^{90}Sr з ґрунту в рослини, роки.

Параметри рівняння (3.3.2.) динаміки КП ^{90}Sr з ґрунту в сільськогосподарські культури наведені у таблиці (3.3.2).

Значення екстрапольованого на момент випадінь KP_o ($m^2 \cdot kg^{-1}$) та періодів напівзменшення коефіцієнту переходу ^{90}Sr T^e (роки)

Культура, j	Тип ґрунту, i					
	дерново-підзолисті		сірий лісовий		чорнозем	
	KP_o	T^e	KP_o	T^e	KP_o	T^e
Зерно озимої пшениці	3,5	7,9	0,72	14	0,32	11
Коренеплоди буряку	1,1	6,9	0,23	11	0,13	12
Бульби картоплі	0,47	11	0,23	11	0,0711	14
Плоди томатів	0,58	9,7	0,17	16	0,032	31
Качани капусти	0,46	12	0,1	11	0,033	11
Середнє		9,5+3,9		12+2,9		12+2,3

Величина екстрапольованого на 1986 рік коефіцієнту переходу KP_{oij} ^{90}Sr із різних і типів ґрунту зменшується в 7 - 10 раз в ряду культур: озима пшениця, буряк, картопля, томати, капуста. Значення цього параметру для дерново-підзолистого ґрунту більші, ніж для сірого лісового в 2-5 раз, а для чорнозему – в 6 – 16 раз.

Величина періоду на пів зменшення коефіцієнту переходу ^{90}Sr T^e не залежить від виду культури, а відображає процеси перетворення форм радіостронцію в ґрунті. T^e змінюється в ряду ґрунтів: дерново-підзолистий - 9,5 років, сірий лісовий і чорнозем – 12 років.

Інакше кажучи, швидкість трансформації ^{90}Sr в ґрунті з обмінного в необмінний стан найбільша на дерново-підзолистому ґрунті і менша - на чорноземі. Встановлені закономірності поведінки ^{137}Cs і ^{90}Sr в ланці «ґрунті – рослина» та визначені параметри для них дозволяють прогнозувати забруднення рослинницької продукції в часі після випадінь. [10].

Наголошуючи на радіаційно-екологічних проблемах реабілітації сільськогосподарського виробництва постраждалих територій, слід звертати увагу не лише на потенційну здатність сільськогосподарських рослин накопичувати радіонукліди, а й на інтенсивність потоків виносу радіонуклідів з урожаєм, а саме — величину їх виносу. Саме цей показник визначає колективну дозу опромінення мешканців радіоактивно забруднених територій.

Потенційна здатність сільськогосподарських культур до накопичення ^{137}Cs і ^{90}Sr та величина виносу радіонуклідів з урожаєм не завжди позитивно корелюють між собою. Тому потреба в проведенні контрзаходів не викликає сумніву. Оскільки кошти на їх проведення державою нині не виділяються, потрібно мати якомога повнішу інформацію про властивості ґрунтів і щільність поверхневого забруднення з метою оптимального використання ресурсів під час проведення контрзаходів, що потребує наукового супроводу.

Майже 20% маси раціону населення припадає на хліб, хлібо-булочні вироби, основною складовою яких (до 75%) є борошно зернових культур, і крупи, серед яких найбільш поживною є гречана крупа. У тваринництві при утриманні великої рогатої худоби різного віку та продуктивності, свиней і птахів як важливого компоненту раціону та доповнення до соковитих і грубих кормів використовують комбікорми, що виготовляються із зернових культур. Технологічна переробка зернових культур відіграє важливу роль у зменшенні питомої активності радіонуклідів у кінцевих продуктах. Оскільки стронцій та цезій, в основному, містяться у зовнішніх оболонках зернових, то під час помолу вони фактично залишаються у побічних продуктах висівках, відходах і т. ін. Для різних способів переробки зернових розподіл активності між вихідними продуктами відрізняється..

Найбільш ефективним для зменшення питомої активності радіоцезію в кінцевому продукті є помол зерна на борошно вищого сорту, що дає кратність, зменшення до 1,7 раз. В борошно I і II сортів переходить інша частка від сумарної активності радіонуклідів, але все ж при переробці забрудненого зерна такий спосіб теж суттєво даватиме позитивний ефект. Концентрація ^{137}Cs в

комбікормах після відповідної технологічної переробки зерна зменшується не суттєво, тоді як у відходах збільшується в 2 - 4 рази (Серед зернових та зернобобових культур гречка найбільше накопичує ґрунту. Переробка гречки на крупу зменшує вміст радіоцезію в ядриці в 5 разів, а у відходах збільшується, відповідно, в 4 - 5 рази.

Жорсткі обмеження на вміст радіонуклідів у хлібо-булочних виробах вимагають вхідного радіологічного контролю зерна що вирощується на торфво-болотних ґрунтах зі щільністю забруднення ^{137}Cs вище $10 \text{ Кі}\cdot\text{км}^2$,

^{90}Sr – $3 \text{ Кі}\cdot\text{км}^2$; на дерново-підзолистих для ^{137}Cs – $20 \text{ Кі}\cdot\text{км}^2$, ^{90}Sr – $0,7 \text{ Кі}\cdot\text{км}^2$. При додаванні в корм худоби відходів переробки зернових слід враховувати вміст в них радіонуклідів і їх частку в раціоні. Особливо це стосується відходів виробництва комбікормів і круп, де питома активність радіонуклідів збільшується порівняно з вихідною сировиною до 5 раз.

Отже, при проведенні аналізу даних було виявлено, що значення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs зернові культури (озима пшениця, жито, овес) мають найменше серед досліджуваних культур. Зокрема, щоб вирощувати якісну сировину з найменшим значенням зв'язування ^{137}Cs найкраще підійде чорнозем. Також, особливістю вирощування зернових культур на забруднених територіях

Найбільш ефективним для зменшення питомої активності радіоцезію в кінцевому продукті є помол зерна на борошно вищого сорту, що дає кратність, зменшення до 1,7 раза. Для виготовлення безпечної продукції потрібно мати якомога повнішу інформацію про властивості ґрунтів і щільність поверхневого забруднення з метою оптимального використання ресурсів під час проведення контрзаходів, що потребує наукового супроводу.

3.2. Вміст цезію у зернових культурах на території Рівненської області

Здійснення контролю та моніторингу стану ґрунтового покриву, де можливі наслідки негативного впливу на здоров'я населення – це основне завдання радіоекологічного моніторингу. Для прийняття рішень про характер та об'єми необхідних радіозахисних заходів потрібна інформація про радіаційний стан, прогнозного розвитку, а також про формування дозових навантажень на населення. Проводячи лише дослідження на ділянках постійних спостережень, які географічно прив'язані, можна прослідкувати динаміку змін основних параметрів ґрунту, що є одним із важливих завдань РФДУ «Інститут охорони ґрунтів України».

Фахівці здійснюють відбір проб для радіологічних досліджень спеціальним буром площею 50 см² на глибину 20 см методом конверта з п'яти точок, всі виїмки зважувались, і з них готують середню пробу вагою близько 3 кг [17]. Визначення ¹³⁷Cs проводиться спектрометрично в літрових судинах Марінеллі з часом експозиції 1 година на приладі СЕГ-1 та СЕГ-05. Визначення ⁹⁰Sr проводиться за класичною оксалатною методикою по дочірньому ітрію-90 з послідуною радіометрією на приладі КРК-1 з часом експозиції 2 години [34].

З метою вивчення розподілу та міграції радіонуклідів по ґрунтовому профілю з 2012 року почали відбір зразків ґрунту з орного та підорного шарів ґрунту. Щільність забруднення ґрунту ¹³⁷Cs в орному шарі ґрунту за обстежуваний період складає: 0,01–4,99 Кі/км², ⁹⁰Sr – 0,01–0,022 Кі/км². Тоді як щільність забруднення ґрунту ¹³⁷Cs у підорному шарі складає – 0,01–1,11 Кі/км², ⁹⁰Sr – 0,01–0,016 Кі/км².

За даними РФДУ «Інститут охорони ґрунтів України» максимальний вміст ¹³⁷Cs відмічено на моніторинговій ділянці у с.Лютинськ (1,4 Кі/км²), Дубровицького району. Слід зазначити, що моніторингова ділянка розташована на цілинному пасовищі, на дерновому ґрунті, де радіонукліди зосереджені у 4–7 сантиметровому шарі дернини.

Радіонукліди цезію та стронцію достатньо міцно зв'язані із ґрунтом. Основна частина їх (90–97 %) сконцентрована у верхньому 22–25 см шарі лучних ґрунтів і орному горизонті усіх типів ґрунтів [19].

Уміст цезію у дерново-підзолистих ґрунтах зони Полісся коливається у межах 0,09–1,43 Кі/км², ⁹⁰Sr – 0,013–0,02 Кі/км². Дернові глеєві ґрунти зони Полісся характеризуються рівнями забруднення ґрунтів ¹³⁷Cs у межах 0,18–4,21 Кі/км², ⁹⁰Sr – 0,014–0,022 Кі/км². Лучні ґрунти зони Полісся характеризуються рівнями забруднення ґрунтів ¹³⁷Cs у межах 0,1–1,02 Кі/км², ⁹⁰Sr – 0,012–0,022 Кі/км².

Щодо зони Лісостепу, то вміст ¹³⁷Cs ґрунтового покриву моніторингових ділянок коливається у межах 0,01–0,28 Кі/км², а вміст ⁹⁰Sr у ґрунті не перевищує 0,01 Кі/км². Щільність забруднення радіонуклідами основних типів ґрунтів моніторингових ділянок зони Лісостепу (ясно-сірих, темно-сірих, чорноземів та лучних) залишається на одному рівні.

Коефіцієнт переходу (Кп) радіонукліда з ґрунту в сільськогосподарські рослини і продукцію у мережі моніторингових ділянок спостереження Рівненської області за 2011–2015 рр.

Назва району	Населений пункт	Рік відбору	Код ґрунту	Вид продукції	Глибина відбору зразків, см	Щільність забруднення ґрунту, Кі/км ²		Щільність забруднення ґрунту, кБк/м ²		Питома активність рослини, Бк/кг		Коефіцієнт переходу (Кп), Бк/кг:кБк/м ²	
						¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Зона Полісся													
Дубровицький	с.Лютинськ	2012	27г	сол ячмен.	0-30	1,4	0,018	51,8	0,666	2,00	6,44	0,04	9,67
Костопільський	с.Головин	2011	103г	сол ячмен.	0-30	0,01	0,012	0,37	0,444	65,00	5,21	175,68	11,73
Зона Лісостепу													
Гоцанський	с.Тучин	2013	41г	солпшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,50	5,41	4,05
		2015		сол пшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,80	5,41	4,86
Демидівський	смт. Демидівка	2011	48г	трава з/м	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	4,28	5,41	11,57
		2012		зерно ячм	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	0,88	5,41	2,38
		2013		сол пшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	2,40	5,41	6,49
		2014		ріпак з/м	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	2,00	5,41	5,41
		2015		сол пшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,80	5,41	4,86
Дубенський	с.Верба	2012	49г	Сол пшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,60	5,41	4,32
		2013		Сол пшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,80	5,41	4,86
		2014		сол пшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,60	5,41	4,32
Здолбунівський	с.Орестів	2011	29г	зерно пш.	0-30	0,01	0,015	0,37	0,555	2,00	1,05	5,41	1,89
		2012		зерно пш.	0-30	0,01	0,015	0,37	0,555	2,00	1,05	5,41	1,89
Корецький	с.Крилів	2015	29г	солпшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	2,48	5,41	6,70
Млинівський	с.Береги	2012	53д	зерно пше	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,00	5,41	2,70

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Млинівський	с.Хорупань	2011	49г	сол ячмен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,25	5,41	3,38
		2014		соя зерно	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	2,10	5,41	5,68
		2015		соя, зерно	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	2,00	5,41	5,41
Острозький	с.Оженіно	2013	53г	Зерн пш.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	2,00	5,41	5,41
Радивилівський	с.Крупець	2014	103в	Кукур.зер	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,00	5,41	2,70
Рівненський	с.Котів	2014	53г	солома пшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	2,00	5,41	5,41
		2015		солома пшен.	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	2,00	5,41	5,41
	с.Нова Українка	2012	27г	зерно оз. пшен./ солома	0-30	0,01	0,01	0,37	0,37	2,00	1,30	5,41	3,51

Примітка:

27г-Дерново-підзолисті глейові осушені легкосуглинкові ґрунти

29г-Ясно-сірі і сірі опідзолені легкосуглинкові ґрунти.

41г-Чорноземи опідзолені і слабореградовані та темно-сірі сильнореградовані легкосуглинкові ґрунти.

48г-Темно-сірі опідзолені і чорноземи опідзолені поверхнево-глейові легкосуглинкові.

49г-Темно-сірі опідзолені і реградовані ґрунти та чорноземи опідзолені і реградовані слабозмиті легкосуглинкові.

53г-Чорноземи типові малогумусні та чорноземи сильнореградовані легкосуглинкові.

53д-Чорноземи типові малогумусні та чорноземи сильнореградовані середньосуглинкові.

103в-Чорноземи щебенюваті середньозмиті і дернові щебенюваті ґрунти на елівії щільних карбонатних порід супіщані.

103г -Чорноземи щебенюваті середньозмиті і дернові щебенюваті ґрунти на елівії щільних карбонатних порід легкосуглинкові [24].

Із наведених в таблиці (3.2.1) даних випливає, що на різних типах ґрунтів, які відрізняються за рівнем вмісту радіонуклідів спостерігаються різні коефіцієнти їхнього переходу у зернові культури. Високі показники вмісту ^{137}Cs у ґрунтах $1,4 \text{ Кі/м}^2$, що перевищують допустимі рівні спостерігаються у с. Лютинськ Дубровицького району про те коефіцієнти переходу його у соломку ячменю є не значні. На такому типі ґрунту як чорноземи щебенюваті середньозмиті і дернові щебенюваті ґрунти на елівії щільних карбонатних порід легкосуглинкових у с. Головин Костопільського району в зоні Полісся було зафіксовано найвищі коефіцієнти переходу ^{137}Cs – $175,68 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$ та ^{90}Sr – $11,73 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$. Також на темно-сірих опідзолених і чорноземах опідзолених поверхнево-глейових легкосуглинкових ґрунтах у зоні Лісостепу, у Демидівському районі, смт Демидівка коефіцієнт переходу становив ^{137}Cs – $11,57 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$. Найменший з представлених коефіцієнт переходу ^{137}Cs – $0,004 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$ у порівнянні з іншими ґрунтами спостерігали на дерново-підзолистими глейовими осушеними легкосуглинковими ґрунтами.

Аналізуючи результати, можна підсумувати, що питома активність соломи у зернових культурах більша, аніж зерна.

Отримані показники вмісту радіонуклідів у ґрунтах на території області було порівняно з даними таблиці (3.2.2), де представлено групування ґрунтів за щільністю радіонуклідів.

**Групування ґрунтів за щільністю забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr Кі/км²
(узагальнені дані) [33].**

Радіонукліди	Зона			
	Умовно чиста	Посиленого контролю	Добровільного гарантованого відселення	Обов'язкового відселення
	Рекомендований колір фарбування			
	зелений	голубий	жовтий	червоний
^{137}Cs	<1,0	1,0-5,0	5,1-15,0	>15,0
^{90}Sr	<0,02	0,02-0,15	0,16-3,0	>3,0

Відповідно до таблиці 3.2.2 за щільністю забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr Кі/км² ґрунти на моніторингових ділянках можна вважати умовно чистими, за винятком у с. Лютинськ Дубровицького району, де вмісту ^{137}Cs у ґрунтах 1,4 Кі/м². Відповідно до цього значення ця ділянка є зоною посиленого контролю.

Для виявлення перевищень вмісту радіонуклідів у зернових культурах проводилося порівняння наведених даних з допустимими рівнями вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах, таблиці (3.2.3).

Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах

№ з/п	Найменування продукту <i>Зерно, борошно-круп'яні та хлібобулочні вироби</i>	ДР ^{137}Cs Бк/кг	ДР ^{90}Sr Бк/кг
1	Зерно продовольче, у т. ч. пшениця, жито, овес, ячмінь, просо, гречка, рис, кукурудза, сорго та інших зернових культур	50	20
2	Борошно, борошняні хлібопекарські суміші, крупа, крохмаль, зерно плющене чи перероблене в пластівці, макаронні вироби, круп'яні вироби, толокно, напівфабрикати зернові, готові продукти, виготовлені із зерна, зернових культур, у т.ч. сухі сніданки, мюслі, продукти одержані шляхом здуття чи обсмажування зернових та інше.	30	10

Наведені дані свідчать, що загалом перевищень вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у зернових культурах немає, окрім питомої активності соломи ячменю 65 Бк/кг при допустимій нормі 50 Бк/кг у с. Головин Костопільського району.

3.3 Рекомендації, щодо ведення сільського господарства на забруднених територіях

Розглянемо концептуальні положення ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях та комплексної реабілітації забруднених угідь. Сільськогосподарська діяльність має бути спрямована на неперевикнення встановлених допустимих рівнів вмісту радіоактивних речовин у всіх видах харчової продукції. Це положення має виконуватися незважаючи на економічні витрати на виробництво чистої продукції.

При плануванні ведення сільськогосподарського виробництва на землях, де забруднення продукції не веде до перевищення границь індивідуальних доз опромінення, основним критерієм є колективна доза опромінення населення. У такому випадку покращення сільськогосподарського виробництва спрямовується

на досягнення мінімального потоку радіоактивного цезію в організм населення з продуктами харчування.

На віддалений після аварії період гостро постає завдання забезпечення рентабельного виробництва сільськогосподарської продукції з мінімальною, в конкретних екологічних умовах, концентрацією радіонуклідів. Заходи зниження концентрації радіонуклідів у продукції нижче від встановлених нормативів вживаються з врахуванням їх економічної доцільності.

Для зменшення інтенсивності міграції радіонуклідів можливе виконання природоохоронних заходів, ведення ґрунтозахисних систем землеробства з контурно-меліоративною організацією території, застосування машин і технологій, що посиляють бар'єрну функцію природних ландшафтів.

Критичними ландшафтами в регіоні, що зазнали радіоактивного забруднення внаслідок аварії на ЧАЕС є ліси, лукопасовищні угіддя, які визначаються набагато вищими коефіцієнтами переходу радіонуклідів з ґрунту в рослинність, порівняно з орними землями. Критичність ландшафтів Українського Полісся, з точки зору інтенсивності міграції радіонуклідів в графітних ланцюгах, насамперед, зумовлюється типом ґрунтів, до яких, в основному належать торфові, торфово-глейові та торфово-болотні з високим вмістом органічної речовини - від 20 до 60%, дуже низьким вмістом глинистих мінералів та мулистої фракції, кислою реакцією ґрунтового розчину і високою зволоженістю. На таких ґрунтах коефіцієнти переходу радіоцезію в системі "ґрунт-рослина" можуть перевищувати відповідні значення на дерново-підзолистих ґрунтах у 4-30 разів.

Особливості ведення рослинництва в приватних підсобних господарствах на забруднених внаслідок катастрофи на ЧАЕС територіях Рівненської і Волинської областей, є заготівля кормів для тваринництва здебільшого на критичних природних угіддях: сіножатях, луках, лісах та випас на них тварин у літній період. Забруднення сіна на цих ділянках істотно вище, ніж кормів, вирощених на орних угіддях, у зв'язку з більшою доступністю радіонуклідів для накопичення рослинами з дернини лук порівняно з орними землями. У цих регіонах приблизно одна третя сіножатей та пасовиськ розміщена в зоні

критичних торфових ґрунтів, з яких цезій переходить в рослини у значно більшій кількості аніж з дерново-підзолистих ґрунтів. Як наслідок, відбувається фіксація перевищення норм вмісту радіонуклідів у молоці та м'ясі великої рогатої худоби та гусей в приватних підсобних господарствах, в той час як у громадській категорії концентрація радіонуклідів у тих же продуктах нижча від норм.

На ареалах, де спостерігається значне перевищення кількості радіонуклідів у молочній та м'ясній продукції, державні та колективні господарства, підприємства сільськогосподарської діяльності та кооперативні господарства повинні виділяти для населення угіддя-пасовища, сіножаті чи орну землю-придатні для безпечного виробництва кормів. Оскільки, якість угідь забезпечує отримання продукції тваринного походження з нижчою концентрацією радіонуклідів від нормативної.

Фундаментом для планування сільськогосподарської діяльності на забруднених територіях є матеріали комплексного картування території різного профілю (радіаційного, ландшафтно-екологічного, ґрунтового та агровиробничого), результати дозиметричної паспортизації населених пунктів, дані аналізу радіаційної ситуації на забруднених територіях за матеріалами без даних наукових установ МНС. Мінагрополітики, УААН, НАН України. МОЗ України та інших відомств. Обов'язково повинні бути використані результати радіаційного моніторингу якості продукції виробленої в даному господарстві. Держава фінансує й організовує у приватних і колективних господарствах захисні заходи, компенсує населенню і господарствам витрати, пов'язані із застосуванням спеціальних технологій вирощування рослин і відгодівлі тварин, добрив тощо, з метою зменшення переходу радіонуклідів у продукцію, та забезпечує населення цими речовинами в першочерговому порядку, впроваджує ґрунтозахисні технології з контурно-меліоративною організацією території.

Існування критичних регіонів, ландшафтів, господарств, угідь, кормів і продуктів харчування, що завжди відрізняються більшим обсягом радіоактивного забруднення від, межуючих подібних територій, зумовлює необхідність визначення пріоритетів при організації та проведенні контрзаходів. Довгострокові

та річні плани організаційної діяльності та розподіл фінансування повинні передбачати першочергове проведення заходів, спрямованих на ліквідацію «критичності» або зниження її ступеня.

Важливими ланками програми контрзаходів є також ті критичні частини, що створюють вірогідність перевищення ДР-2006, визначають їх істотний внесок у колективну дозу не тільки внаслідок радіаційних та екологічних характеристик, а й у зв'язку з великою площею, високою врожайністю тощо.

Фінансування повинно бути суворо цільовим, для конкретного критичного об'єкта, передбачати досягнення радіаційного, екологічного і соціального результату і розподілятися згідно з ступенем критичності об'єктів, на які спрямовуються контрзаходи.

При плануванні контрзаходів слід дотримуватися принципів виправданості та покращення будь-якого втручання, викладених у НРБУ-97, обґрунтування контрзаходу, їх фізичних і грошових обсягів має базуватись на якісній оцінці критичності об'єкта та очікуваний радіологічній, дозовій та економічній ефективності. Після закінчення року потрібно обов'язково провести моніторинг дійсно досягнутої ефективності дії контрзаходу. Порівняти її з плановою та на основі оцінки, прийняті рішення про потрібність подальшого проведення контрзаходу.

При плануванні контрзаходів потрібно враховувати всі складові ефективності - радіологічну, дозову та економічну.

Радіологічна ефективність демонструє, у скільки разів може знизитись рівень забруднення продукції у разі здійснення контрзаходів. Вона займає фундаментальну роль у прийнятті рішень тоді, як концентрація радіонукліду в продуктах більша за норматив і її зниження потрібне для запобігання перевищення індивідуальної дози опромінення жителів, незалежно від вартості цих заходів. Дозова ефективність також відображає повну дозу, формуванню якої запобігли завдяки контрзаходам. Дозова ефективність характеризується також кількістю виробленої і спожитої продукції, способом використання, тощо. Важливою частиною загальної ефективності маємо вважати економічну

ефективність, кількісною мірою якої є вартість одиниці відвернутої завдяки контрзаходам дози гривень на 1 відвернутий людино-зіверт. Досвід роботи з ЛНА свідчить, що за приблизно однакової радіологічної ефективності в рослинництві і тваринництві їх дозова ефективність у тваринництві значно вища, а економічна - взагалі відрізняється у межах від 10 до 1000 разів. Економічна ефективність є важливим критерієм оптимізації програми контрзаходів.

Дозова ефективність контрзаходу істотно залежить від часу його проведення з моменту забруднення навколишнього середовища. Проведення контрзаходу в початковий момент після аварії забезпечує значно вищу дозову ефективність, оскільки дозволяє запобігти формуванню істотно більшої колективної дози, ніж у пізній період, коли абсолютне значення концентрації радіонуклідів у продукції нижче. Так само залежить від часу й економічна ефективність, оскільки однакові витрати, але зроблені у різний після аварії час, дозволяють попередити суттєво різні поглинуті дози.

Протягом наступного періоду необхідно провести децентралізацію керівництва системою планування і реалізацію системи контрзаходів. На нижчих адміністративних рівнях легше забезпечити пріоритетність і цільовий характер фінансування першочергових контрзаходів. По мірі вивчення та поліпшення радіаційного стану, дедалі більше обов'язків, прав та інформації повинно належати місцевим АПВ та місцевим радам.

Державні й обласні органи мають виконувати консультативні і контролюючі функції, проводити і організовувати експертизу, залучати наукові організації для консультацій та експертиз при плануванні та виконанні робіт та оцінки досягнутої завдяки контрзаходам ефективності. Вони теж повинні визначати загальну потребу регіонів у виробництві і постачанні ентеросорбентів, меліорантів, спеціальної техніки тощо, необхідних для проведення контрзаходів і радіаційного моніторингу, забезпечувати підготовку кадрів. В умовах приватизації землі і зменшення площ, що перебувають у державній власності, необхідно залишити обласні та районні інфраструктури Укграгрохіму, меліоративно-будівельних та інших організацій. Фінансування цих структур має

бути передбачено Державною програмою мінімізації наслідків Чорнобильської катастрофи. Кінцевою метою програми кожного рівня повинна стати реабілітація територій, це означає зняття з них обмежень у виробництві сільськогосподарської продукції та використанні угідь, можливість проведення тільки вибіркового контролю за радіологічною якістю продукції, що виробляється. Для забезпечення пріоритетів при плануванні контрзаходів згідно з «Концепцією ведення агропромислового виробництва на забруднених територіях та їх комплексної реабілітації» виділяються три категорії територій, що можуть бути в різних співвідношеннях у межах однієї сільради, району, області:

1. Вірогідне перевищення допустимих рівнів або наближення рівня вмісту цезію або стронцію в них на значній частині територій. Проведення контрзаходів і зміни устрою землекористування дає можливість отримувати продукцію радіологічної якості відповідно до ДР-2006. На таких землях обов'язковим є проведення контрзаходів, контроль за динамікою радіаційного стану і коригування програми реабілітаційних робіт.

2. Перевищення ДР-2006 можливе лише на незначній частині територій або у невеликих обсягах продукції, обмеженій кількості дворів. Контрзаходи реалізуються тільки на конкретних угіддях, подвір'ях. Основний обсяг радіаційного контролю виконується на критичних напрямках.

3. Рівні забруднення продукції радіонуклідами стійко нижчі за ДР- 2006. Контрзаходи можуть бути спрямовані на зменшення колективної дози але тільки після виконання їх в необхідних обсягах на територіях 1 та 2. [23].

МНС України та Мінагрополітики України забезпечують постійне інформування населення про всі фактори радіаційного стану через засоби масової інформації, регулярно забезпечують його методичними вказівками і рекомендаціями щодо способів зниження вмісту радіонуклідів у сільськогосподарській продукції.

Відповідно до принципів радіаційної безпеки та вимог ДР-2006 сільськогосподарська діяльність повинна бути спрямована на постійне зниження концентрації радіонуклідів у продукції. Відомства і організації, що ведуть

сільськогосподарську діяльність, щорічно проводять комплексний аналіз радіційного стану в розрізі областей, районів, господарств і населених пунктів, визначають критичні ланки виробництва та вносять до відповідних інстанцій пропозиції щодо зниження значень контрольних рівнів (КР) до можливих у межах економічної доцільності. Якщо протягом трьох останніх років не спостерігається перевищення ДР-2006 та контрольних рівнів, контрзаходи можуть не плануватися і в подальшому застосовуються традиційні технології виробництва продукції.

Ведення сільськогосподарської діяльності на забруднених територіях зобов'язує керівників та працівників сільськогосподарського виробництва навчатись спеціальним радіологічним знанням. Для чого Мінагрополітики України з залученням інших відомств організовує регулярну підготовку і перепідготовку кадрів у вищих навчальних закладах на спеціальних відділеннях, кафедрах, курсах і факультетах. Програми підготовки розробляються науковими закладами і затверджуються Мінагрополітики України.

Радіоекологічна інспекція Мінагрополітики України здійснює у плановому порядку контроль за підвищенням радіологічної кваліфікації працівників сільського господарства незалежно від їх відомчої підпорядкованості і має право входити у відповідні інстанції з пропозиціями про звільнення їх з займаної посади, якщо низька компетентність може призвести до погіршення радіаційного стану.

На жаль, в Україні впродовж останніх десяти років забезпечується тільки 10-25% фінансування контраходів від потреби. Загальний обсяг фінансування "чорнобильської програми" 3.5 млрд. грн. з яких тільки 12 млн. виділяються за призначенням на ведення сільського господарства на забруднених територіях та покращення екологічного стану включаючи кошти на утримання штатних працівників. Враховуючи це, контрзаходи в сільському господарстві повинні бути спрямовані, насамперед, на зменшення індивідуальної дози (концентрації раліонуклідів у продуктах) до нормального рівня, а не колективної дози. Особливо важливим є дотримання пріоритетів направляти кошти на виробництво продукції пропорційно до дози, що виникає в результаті її вживання.

Вже проведені в Україні контрзаходи забезпечили зменшення цезію в молоці та м'ясі в 412 разів та дозволили запобігти рівня вмісту колективній дозі більше 1000 люд.-Зв. Міжнародний форум «Наследие Чернобыля: Медицинские, экологические и социально-экономические последствия» у Відні (2005 р.) підтвердив, що заходи, вжиті урядом постраждалих держав СНД для подолання наслідків аварії на ЧАЕС, були своєчасні і адекватні. Сучасні дослідження показують, що напрямок зусиль у подальшому потрібно змінити, надавши пріоритети економічному і соціальному розвиткам.

Система землеробства та технології вирощування сільськогосподарських культур повинні бути спрямовані на закріплення радіонуклідів у ґрунті з метою зменшення переходу їх у рослини, вітрового перенесення, потрапляння в гідрографічну мережу і водної міграції на менш забруднені території. Ефективність систем і технологій виробництва продукції повинна оцінюватись не тільки за зменшенням концентрації радіонуклідів у харчових продуктах, але й за впливом на рівень родючості ґрунтів та інтенсивністю включення радіонуклідів в ерозійні процеси, за радіаційно-гігієнічними умовами праці, критерієм «користь-школа» та іншими показниками.

Рівень радіоактивного забруднення продукції рослинництва може бути значно знижений завдяки проведенню спеціальних обробок ґрунту (якщо він з часу аварії не оброблявся) переміщення забрудненого шару на глибину, утворення ґрунтових екранів над ним, фрезування дернового шару, використання меліорантів та вапнякових речовин, сапропелів, мінеральних добрив з рекомендованим для конкретних умов співвідношенням азоту, фосфору та калію, біопрепаратів, мікродобрив, проведення водних меліорацій. Вказані технології та заходи водночас зі зменшенням переходу радіонуклідів у рослини, будуть сприяти родючості та врожайності культур.

Критичними продуктами на забруднених територія є молоко та м'ясо великої рогатої худоби. При випасанні гусей на луках та у заплавах річок критичним продуктом стає також їх м'ясо. Норма вмісту в них цезію може бути перевищена при досить низьких рівнях щільності забруднення території.

Забруднення продуктів тваринництва визначається типом угідь, ґрунтів а також структурою раціону тварин. У зв'язку з цим на забруднених територіях особлива увага повинна приділятися саме організації кормовиробництва. Утримання та годівля тварин на забрудненій території мають бути зорєнтовані на максимальне використання кормів, вирощених на орних землях: коренеплоди картоплю, силосні, зернобобові і злакові культури.

У місцевостях, де ймовірний високий рівень забруднення груби, кормів, сіна для молочної худоби і заключної відгодівлі м'ясної, їх слід заготовляти на окультурених чи докорінно поліпшених луках. Найбільш ефективним способом виробництва кормів з низьким концентратом радіонуклідів, особливо в умовах обмежених матеріальних і фінансових ресурсів, є зміна структури землекористування господарств. Землі з високою родючістю і мінімальним рівнем забрудненості належить використовувати для виробництва корму молочному стаду і для заключної відгодівлі м'ясної худоби на пряму. Корми з найбільшим рівнем забруднення використовуються для відгодівлі молодняка молочної і м'ясної худоби на дорощуванні. Вирішальною умовою ефективного використання кормових ресурсів є диференційоване складування і використання кормів з різним рівнем забруднення. На жаль, цього принципу дотримуються дуже рідко, незважаючи на численні рекомендації та вказівки.

Рівні забруднення м'яса і молока значною мірою визначаються мінеральним живленням тварин, насамперед «збалансованістю раціону за основними елементами: кальцієм та калієм. Для годівлі тварин слід використовувати кормові добавки, що зменшують перехід радіонуклідів в організм тварин.

Реабілітація забруднених територій зони безумовного (обов'язкового) відселення - це комплекс заходів, що здійснюються на цих територіях для повернення їх у господарське використання, відновлення їх доаварійного правового статусу, зняття обмежень у використанні традиційних природних ресурсів. Реабілітація земель зони безумовного (обов'язкового) відселення здійснюється за спеціальними проектами, розробленими науковими або

проектними організаціями з урахуваннями соціально-психологічних, економічних та екологічних наслідків реалізації контрзаходів. Перед розробкою проектів необхідне проведення пошукових робіт з метою уточнення радіаційного стану земель, агрохімічних характеристик ґрунтів та інших необхідних показників. Аналіз результатів повторного обстеження частини територій зони відчуження у Київській та Житомирській областях показав, що уточнені рівні забруднення ґрунту в 2-10 разів нижчі, а для деяких угідь вищі за попередні.

Першочерговому поверненню в землекористування, підлягають землі, що були виведені не за радіаційними критеріями, а за низькою родючістю ґрунту та економічною недоцільністю використання окремих територій внаслідок їх віддаленості від основного господарства, розміщення серед лісових масивів або в оточенні радіаційно небезпечних земель.

Природно-кліматичні умови та низька продуктивність більшості земель зумовлюють нерентабельність використання виведених земель під зернові та коренеплоди, тому їх доцільно використовувати під пасовиська або сіножаті для відгодівлі молодняка великої рогатої худоби на дорощуванні. Перспективним варіантом використання виведених з обігу земель є вирощування саджанців плодкових культур, що забезпечують прибуткове виробництво навіть в умовах сучасної економічної кризи. Найбільш забруднені мінеральні землі можуть бути використані для лісовідновлення, розвитку бджільництва і т.д.

Колишні орні землі та сіножаті й пасовища, забруднені цезієм понад 15 Кі/км², можуть бути використані для заготівлі сіна після радіологічного контролю відповідно до розроблених методичних рекомендацій, насамперед для відгодівлі молодняка. Можливе також використання земель цієї групи під організацію насінницьких господарств або господарств з вирощування великої рогатої худоби м'ясних порід на першій і проміжній стадіях відгодівлі.

Покращення системи сільськогосподарського виробництва на землях, де радіаційне забруднення харчової продукції не прямує до перевищення рівнів індивідуальних доз опромінення населення, залежить від досягнення найменшої

кількості радіоактивних речовин у продуктах харчування жителів, в межах економічної доцільності. Саме це гарантують в першу чергу такими заходами:

1) поглиблений аналіз радіаційного стану та виявлення основних факторів радіаційної безпеки;

2) вивчення основних закономірностей міграції радіонуклідів у ланцюгах ґрунт-рослина-ґрунт – рослина – тварина;

3) розроблення дострокових і короткострокових прогнозів радіаційного стану;

4) пошук способів і засобів для зменшення переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини і з кормів в організм тварин;

5) обґрунтування спеціальних систем землеробства, що сприяють полегшення радіаційного стану і запобігають міграції радіонуклідів за межі забрудненої території:

6) розробку засобів для добування і внесення сапропелів та інших місцевих добрив, меліорантів, цеолітів та інших сорбуючих матеріалів;

7) відпрацювання технологій і способів переробки сільськогосподарської продукції і сировини, що забезпечують зниження концентрації радіонуклідів у кінцевих продуктах;

8) використання методів економіко-математичного аналізу і оптимізації діяльності сільськогосподарського виробництва, оцінки ефективності вжитих контрзаходів, економічного стимулювання реабілітації радіаційно забруднених територій.

9) вивчення радіаційно-гігієнічного стану при веденні сільськогосподарської діяльності та розроблення методів його поліпшення;

10) вдосконалення засобів та методів радіологічного контролю ґрунтів і сільськогосподарської продукції;

11) визначення оптимальних показників для оцінки стану родючості ґрунтів з урахуванням рівня забруднення їх радіонуклідами;

12) розроблення методик, регламентів, оцінки радіаційного стану і його динаміки, придатних для державного обліку й контролю, так і для організації ефективної господарської діяльності, при реабілітації забруднених сільськогосподарських угідь;

13) розроблення програмних засобів для комп'ютеризації процесів збору інформації, її оцінки, прогнозування та моделювання;

Загалом, важливою умовою успішної організації ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях і реалізації заходів, що зменшують нагромадження радіоактивних речовин в продукції, є забезпеченість сільськогосподарських підприємств і установ висококваліфікованими радіологами.

Таким чином, в результаті аналізу особливостей вирощування зернових культур на забруднених територіях виявлено, що в першу чергу необхідно проведення спеціальних обробок ґрунту (якщо він з часу аварії не оброблявся) переміщення забрудненого шару на глибину, утворення ґрунтових екранів над ним, фрезування дернового шару, використання меліорантів та вапнякових речовин, сапропелів, мінеральних добрив з рекомендаціями для конкретних умов співвідношенням азоту, фосфору та калію, біопрепаратів, мікродобрив, проведення водних меліорацій. Вказані технології та заходи водночас зі зменшенням переходу радіонуклідів у рослини, будуть сприяти родючості та врожайності культур.

На різних типах ґрунтів, які відрізняються за рівнем вмісту радіонуклідів спостерігаються різні коефіцієнти їхнього переходу у зернові культури. Високі показники вмісту ^{137}Cs у ґрунтах $1,4 \text{ Кі/м}^2$, що перевищують допустимі рівні спостерігаються у с. Лютинськ Дубровицького району про те коефіцієнти переходу його у соломку ячменю є не значні. На такому типі ґрунту як чорноземи щебенюваті середньозмиті і дернові щебенюваті ґрунти на елівії щільних карбонатних порід легкосуглинкових у с. Головин Костопільського району в зоні Полісся було зафіксовано найвищі коефіцієнти переходу ^{137}Cs – $175,68 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$ та ^{90}Sr – $11,73 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$.

За щільністю забруднення цезієм-137 та стронцієм-90 Кі/км^2 ґрунти на моніторингових ділянках можна вважати умовно чистими, за винятком у с. Лютинськ Дубровицького району, де вмісту ^{137}Cs у ґрунтах $1,4 \text{ Кі/м}^2$. Відповідно до цього значення ця ділянка є зоною посиленого контролю.

Загалом перевищень вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у зернових культурах немає, окрім питомої активності соломи ячменю 65 Бк/кг при допустимій нормі 50 Бк/кг у с.Головин Костопільського району.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вимоги до апаратури, меблів та обладнання

Лабораторія повинна мати обладнання та засоби вимірювальної техніки - (ЗВТ), що необхідні для проведення досліджень. На кожен одиницю обладнання, що використовується, має бути паспорт підприємства виробника: розроблена, затверджена керівником установи та вивішена на робочому місці інструкція з експлуатації, з урахування вимог біологічної безпеки.

Обладнання та ЗВТ повинні відповідати вимогам нормативних документів на методи досліджень, що проводить лабораторія і утримуватися в умовах, що забезпечують їх зберігання, захист від пошкоджень та передчасного зношування. Столи, на яких проводяться мікроскопічні дослідження при денному освітленні, повинні розміщуватись біля вікон. Лабораторні меблі повинні бути з пластиковим покриттям або пофарбовані олійною (емалевою) фарбою світлих тонів. Лабораторні стільці повинні мати гігієнічне покриття, що добре миється. Внутрішні та зовнішні поверхні меблів повинні бути гладкими, без щілин та пазів, що утруднюють обробку незаражуючими речовинами. Робочі поверхні столів повинні бути із водонепроникного, кислотолужностійкого, незгораючого матеріалу, який не псується від обробки вогнем та дезінфікуючими розчинами. Стандартна ширина робочої поверхні 76 см. Обладнання лабораторії повинно бути таким, щоб попередити (обмежити) контакт між працюючим та інфекційним агентом, виготовлене з матеріалів непроникних для рідин, стійких до корозії, міцним, не мати гострих країв, шорсткості, незакріплених деталей. Газові пальники повинні утримуватися в чистоті та порядку, для чого їх періодично розбирають і чистять; мати справні крани і м'які з'єднуючі шланги, що не

допускають проникнення газу до приміщення. Центрифугу розміщують так, щоб працівник був в змозі бачити і правильно розміщувати на її дні стакани. Термостати і термостатні кімнати дезінфікують не рідше одного разу на місяць. Обробку їх здійснюють тільки при вимкненні із мережі. При експлуатації термостата персоналу лабораторії забороняється: 9 - ставити в термостат легкозаймисті речовини; - самостійно знімати запобіжні ковпаки з регулюючого обладнання.

4.2 Вимоги до застосування засобів захисту працюючих

Персонал лабораторій забезпечується медичними халатами, піжамами (комбінезонами), шапочками, змінним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту залежно від характеру робіт, що виконуються, згідно діючих галузевих норм. Спеціальний одяг, взуття та інші засоби індивідуального захисту повинні відповідати характеру та умовам роботи, забезпечувати безпеку праці, підбиратися індивідуально для кожного працівника, закріплюватися за ним і зберігатися окремо від особистого одягу. Спеціальний одяг підбирається таким чином, щоб краї подолу та рукавів повністю закривали власний одяг. Взуття повинно бути з таких матеріалів, що легко миється та обробляється. Забороняється носити взуття із тканини та з відкритим носком. Зміна робочого одягу повинна проводитись в міру забруднення, але не рідше ніж 1 раз на тиждень. Для роботи в боксі, крім основного спецодягу, необхідно мати стерильний комплект: халат, шапочку, маску, гумові рукавички, бахіли, які зберігаються у передбокснику. Оптимальним є використання одноразового стерильного одягу. Персонал лабораторій, який проводить діагностичні дослідження на ВІЛ-інфекцію, а також контактує з кров'ю та іншими матеріалами від ВІЛінфікованих, повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту. Перелік цих засобів розраховується на одного працівника на добу, зокрема: хірургічний халат - 1, гумові (латексні) рукавички - з розрахунку 1 пара на 3 години роботи; маски - 6, шапочка - 1, водонепроникний фартух - 1, нарукавники - 2, окуляри - 1, захисний екран - 1.

4.3 Загальні правила безпеки

Кожен працівник лабораторії повинен мати закріплене за ним робоче місце. Перед початком роботи слід одягти спецодяг, який зберігається в індивідуальних шафах, окремо від верхнього одягу. Тип захисного костюма і частота його зміни визначаються в залежності від характеру роботи. В спецодязі забороняється знаходитись за межами лабораторних приміщень (адміністративні, побутові приміщення тощо).

При роботі зі скляними приладами необхідно:

- захищати руки рушником при зборі скляних приладів або з'єднанні окремих частин їх за допомогою каучуку або гуми; при розламуванні скляних трубок притримувати лівою рукою трубку біля надпилу;

- при закриванні колби, пробірки або іншої тонкостінної посудини пробкою тримати посудину за верхню частину шийки ближче до місця, куди повинна бути вставлена пробка, захищаючи руку рушником;

- оплавляти і змочувати водою кінці трубок і паличок до одягання каучуку; при плавленні кінців трубок і паличок користуватися тримачами.

Щоб уникнути травмування при різанні скляних трубок, складанні і розбиранні скляних приладів додержуються таких заходів безпеки:

- а) скляні, трубки невеличкого діаметра ламають після підрізки їх напилком, попередньо захистивши руки рушником;

- б) при вставленні скляних трубок у гумові пробки або шланги (при складанні приладів) попередньо змочують зовні скляну трубку і внутрішні краї шлангу або отвір у пробці водою, гліцерином або вазеліновою олією. Гострі краї скляних трубок оплавляють. В усіх випадках руки захищають рушником;

- в) збирають скляні прилади і деталі в місцях, обладнаних підкладками (піноуретан, гума та ін.);

- г) при вставленні скляних трубок або термометра в просвердлену пробку останню не впирають в долоню, а тримають за бічні сторони. Трубку або термометр тримають якнайближче до кінця, що вставляється в пробку.

При можливості скляний посуд і скляні частини замінюють пластиковими. Нагріту посудину не можна закривати притертою пробкою, поки вона не охолоне. Нагрівачу рідину в пробірці або інших посудинах їх тримають спеціальними утримувачами так, щоб отвір був спрямований від себе і працюючих поруч.

При перенесенні посудин із гарячою рідиною користуються рушником, посудину при цьому тримають обома руками: однією за дно, а другою за горловину. Великі хімічні склянки з рідиною піднімають тільки двома руками так, щоб відігнуті краї стакана спиралися на вказівні пальці.

При закупорюванні пробками посудин із реактивами враховують їх властивості. Гумові пробки сильно набухають під дією деяких реактивів (спирт, бензол, ацетон, ефір), а під дією галогенів (бром, йод) втрачають еластичність. Такі реактиви краще закупорювати скляними притертими пробками. Луг не можна закупорювати притертою пробкою, тому що карбонати, що утворюються між пробкою і горлом, щільно заклинюють пробку. При переливанні рідин (крім тих, що містять біологічний матеріал) користуються лійкою.

При змішуванні (розведенні) речовин, що супроводжуються виділенням тепла, користуються термостійким хімічним посудом. Нагрівання сильнодіючих отруйних речовин проводять тільки в круглодонних колбах і не на відкритому вогні.

При роботі з кислотами та лугами виконують такі заходи безпеки:

- всю роботу з концентрованими кислотами та лугами проводять у витяжній шафі, користуючись при цьому окулярами, гумовими рукавичками та фартухом; - концентровану кислоту відбирають із посудини тільки за допомогою спеціальної піпетки з грушею або сифоном;

- при приготуванні розчинів кислот спочатку в посудину наливають необхідну кількість води, а потім помалу додають кислоту. Забороняється додавати воду в кислоту;

- при приготуванні розчинів лугів наважку лугу опускають у велику широкогорлу посудину, заливають необхідною кількістю води і старанно перемішують. Шматки лугу варто брати тільки щипцями. Щоб запобігти

розігріванню розчину, при приготуванні розчинів лугів, посуд попередньо поміщають у водяну баню;

- розбивання великих шматків їдкого лугу на дрібні роблять користуючись захисними фартухом і рукавичками, у спеціально відведеному місці, при цьому розбиті шматки накривають бельтингом або іншим матеріалом;

- концентровані кислоти і луги виливають у раковину після попередньої їх нейтралізації; - бутлі з кислотами, лугами й іншими їдкими речовинами переносять удвох у спеціальних ящиках (кошиках) або перевозять на спеціальному візку, попередньо перевіривши цілісність тари;

- при кип'ятінні кислотних і лужних розчинів не можна щільно закривати посуд (пробірки і колби) пробкою до повного їх охолодження;

- при митті посуду хромовою сумішшю запобігають попаданню її на шкіру, одяг, взуття. При роботі з легкозаймистими речовинами (ефір, бензин, бензол, ацетон, спирт і ін.) дотримуються таких вимог:

- усі роботи проводяться у витяжній шафі при включеній вентиляції, вимкнених газових пальниках і нагрівальних електроприладах відкритого типу; - нагрівання легкозаймистих речовин проводять у витяжній шафі на піщаній або водяній бані з закритим електронагрівом.

Категорично забороняється:

- доручати проведення робіт із вогнебезпечними речовинами недосвідченому співробітнику;

- під час роботи в приміщенні запалювати сірники, палити, включати прилади, при роботі яких може виникнути іскра;

Після закінчення роботи із шкідливими речовинами необхідно:

- привести в порядок робоче місце;

- залишки шкідливих речовин здати на зберігання;

- старанно вимити руки з милом, рот прополоскати водою.

Категорично забороняється збереження в лабораторії несправних або розбитих апаратів зі ртуттю. При роботі з БПА, реактивами заборонено торкатися обличчя, рота, носу, очей руками. При роботі з БПА виконують такі вимоги: -

працюють з БПА користуючись інструментом (петлею, пінцетом, ножицями тощо). Забороняється торкатися досліджуваного матеріалу руками; - перед використанням посуду, піпетки, обладнання, шприци і т. ін. повинні бути перевірені на цілісність і справність; - усі технічні маніпуляції проводять таким чином, щоб уникнути виникнення аерозолів; - пробки матраців, флаконів, пробірок відкривають тільки над полум'ям пальника. БПА вносять в посудини так, щоб не інфікувати горловину і посудини. Краї отворів посудин прожарюють над полум'ям пальника і закривають пробками. Забороняється переливання рідких культур і матеріалу, що досліджується; - при піпетуванні користуються піпетками з грушами, дозаторами або автоматичним обладнанням. Кінець піпетки завжди повинен бути нижче рівня рідини в посудині або рідина з піпетки повинна стікати по внутрішній стінці посудини; - обов'язкова наявність ватної пробки у тупому кінці піпетки, що дозволяє уникнути можливості контамінації; - інфекційний матеріал не слід перемішувати шляхом піпетування, а також з силою виприскувати з піпетки; - центрифугування проводиться спеціально підготовленим персоналом. Якщо в процесі центрифугування розбивається пробірка, що вміщувала БПА, центрифугу відключають від мережі, знезаражують і очищають забруднені місця; - всі роботи, що можуть супроводжуватися випадковими прямими контактами з кров'ю, сироваткою, інфекційним матеріалом або зараженими тваринами, виконують у гумових рукавичках.

4.4 Вимоги безпеки до лабораторних приміщень та обладнання для наукових досліджень поведінки ¹³⁷Cs

Вся продукція, що була вироблена на забруднених в результаті аварії територіях, повинна використовуватися при наявності сертифікату про її радіаційну якість (додаток 1), який є обов'язковим супроводжуючим документом.

Сертифікат на продукцію, що виробляється, видається тільки на основі результатів досліджень атестованої лабораторії.

Атестація розповсюджується на лабораторії (підрозділи, центри), результати вимірів яких використовуються для оцінки радіаційного стану харчової сировини та продуктів харчування.

Офіційне визнання дослідницької лабораторії на право одержання сертифікату посвідчується атестатом, зареєстрованим у Міністерстві у справах захисту населення від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. За точність і достовірність результатів вимірювань, що видаються, атестована лабораторія несе відповідальність згідно з чинним законодавством.

Атестат на право проведення сертифікаційних робіт видається на строк до 3-х років. По закінченні строку дії атестата він може бути подовжений. За необхідністю може бути проведена інспекційна перевірка лабораторії, за результатами якої строк дії атестата може бути продовжений, або призначена нова атестація.

Умовами, які забезпечують лабораторії можливість провадити сертифікаційні дослідження, є наявність:

а) санітарного паспорта, який був виданий установами Держсаннагляду (СЕС) у відповідності з діючими «Основними санітарними правилами роботи з радіоактивними речовинами та іншими джерелами іонізуючих випромінювань»;

б) обладнання, що відповідає вимогам для проведення випробувань у заявленій області;

в) міжвідомчих методик, необхідних для проведення заявлених випробувань;

г) необхідної кількості спеціалістів;

д) системи гарантій забезпечення достовірності вимірів (калібровочних зразків та зразків для порівняння, документів Держперевірки та т. ін.).

При атестації поряд з технічною компетентністю може бути визнана і незалежність лабораторії при наявності у неї юридичного статусу та відсутності фінансового або іншого тиску на співробітників.

В залежності від масштабів і типу аварії основними дозоутворюючими біологічно значимими радіонуклідами у відновлюваний період можуть бути або окремі гамма-випромінювачі (наприклад, цезій-137, -134), або бета-випромінювачі (наприклад, стронцій-90). Можливі аварії окремих видів виробництв з лідируючими в утворенні доз альфа-випромінювачами, або повним спектром біологічно значимих радіонуклідів. Оскільки найбільш можливим біологічно значимим забруднювачем у випадку аварії є гамма-випромінювачі, у цьому документі їм приділяється найбільша увага.

Для ідентифікації гамма-випромінюючих радіонуклідів і визначення їх питомої і об'ємної активності повинні використовуватися тільки гамма-спектрометричні установки на базі напівпровідникових або сцинтиляційних детекторів з захисною камерою.

Для зниження фону детектора його необхідно поміщати в захисну камеру довільної форми, яка виготовлена із свинцю, сталі або чавуну. Захист повинен бути цільним. Взагалі використовуються стандартні свинцеві блоки типу «хвіст ластівки» завтовшки 50 мм.

Об'єм та геометрія зразка, що вимірюється, повинні відповідати об'єму калібровочного зразка, але не більше 1 дм³. Використання геометрії «Маріnelі» об'ємом більше 1 дм³ не рекомендується.

Підготовка спектрометричної установки до роботи провадиться у відповідності з технічними вимогами, вказаними в інструкції по експлуатації конкретного типу комплекту.

Після необхідного часу прогріву установки обов'язково провадиться перевірка працездатності установки по калібровочних зразках, які необхідні для заявленого в атестаті класу робіт.

Прийнятна мінімальна активність установки, що детектується (МДА), у системі контролю не повинна перевищувати 20 Бк, при відносній похибці вимірювань не більше 30% та часу вимірювання не більше 20 хвилин [16].

ВИСНОВКИ

Основним джерелом надходження радіонуклідів на територію України стала аварія на Чорнобильській АЕС. Радіаційного ураження зазнала величезна територія господарських угідь. Цей фактор змінив екологічну ситуацію і умови життєдіяльності населення та товаровиробників. Щільність забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr перевищувала допустимі значення, що вплинуло на виробництво радіаційно чистої сільськогосподарської продукції.

В результаті аналізу радіаційного забруднення території України виявлено, що найбільше постраждали території Українського Полісся. Рівненська область на першому місці за площею забруднення, а Житомирська за кількістю радіонуклідів у ґрунтах. Виявлено також нерівномірність та плямистість забруднення території, різниця в щільності радіоактивного забруднення населених пунктів або угідь, що межують між собою може досягати в десятки більше разів. Тому для того аби забезпечити виготовлення продукції з мінімальним вмістом радіоактивних речовин на забруднених територіях слід забезпечити власників територій та угідь конкретними даними щодо рівня забруднення ґрунтів та їх екологічних властивостей.

Розглядаючи радіаційний стан районів Рівненської області, у 2006 та 2019 видно певні зміни. Згідно з положеннями НРБУ/ ДР-97 території, забруднені Cs-137 до 1 Кі/км^2 , вважають умовно чистими, звідси висновок, що відбувається тенденція зниження радіоактивного забруднення. Так як радіаційне забруднення плямисте і нерівномірне, можливі відхилення і різниця показників, але у досліджуваних точках відхилень від норми не виявлено.

Для моніторингу агроекологічних особливостей вирощування зернових культур в зоні радіоактивного забруднення слід спиратися на рівні забруднення ґрунтів сільськогосподарських угідь, вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у зернових культурах (зерно, солома), а також коефіцієнтів переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини. При проведенні аналізу даних було виявлено, що значення коефіцієнтів переходу ^{137}Cs зернові культури (озима пшениця, жито, овес) мають найменше серед досліджуваних культур. Зокрема, щоб вирощувати якісну сировину з найменшим

значенням зв'язування ^{137}Cs найкраще підійде чорнозем. Також, особливістю вирощування зернових культур на забруднених територіях, що в першу чергу необхідно проведення спеціальних обробок ґрунту (якщо він з часу аварії не оброблявся) переміщення забрудненого шару на глибину, утворення ґрунтових екранів над ним, фрезування дернового шару, використання меліорантів та вапнякових речовин, сапропелів, мінеральних добрив з рекомендаціями для конкретних умов співвідношенням азоту, фосфору та калію, біопрепаратів, мікродобрив, проведення водних меліорацій. Вказані технології та заходи водночас зі зменшенням переходу радіонуклідів у рослини, будуть сприяти родючості та врожайності культур.

Найбільш ефективним для зменшення питомої активності радіоцезію в кінцевому продукті є помол зерна на борошно вищого сорту, що дає кратність, зменшення до 1,7 раз. Для виготовлення безпечної продукції потрібно мати якомога повнішу інформацію про властивості ґрунтів і щільність поверхневого забруднення з метою оптимального використання ресурсів під час проведення контрзаходів, що потребує наукового супроводу.

На різних типах ґрунтів, які відрізняються за рівнем вмісту радіонуклідів спостерігаються різні коефіцієнти їхнього переходу у зернові культури. Високі показники вмісту ^{137}Cs у ґрунтах $1,4 \text{ Кі/м}^2$, що перевищують допустимі рівні спостерігаються у с. Лютинськ Дубровицького району про те коефіцієнти переходу його у соломку ячменю є не значні. На такому типі ґрунту як чорноземи щебенюваті середньозмиті і дернові щебенюваті ґрунти на елівії щільних карбонатних порід легкосуглинкових у с. Головин Костопільського району в зоні Полісся було зафіксовано найвищі коефіцієнти переходу ^{137}Cs – $175,68 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$ та ^{90}Sr – $11,73 \text{ Бк/кг:кБк/м}^2$.

За щільністю забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr Кі/км^2 ґрунти на моніторингових ділянках можна вважати умовно чистими, за винятком у с. Лютинськ Дубровицького району, де вмісту ^{137}Cs у ґрунтах $1,4 \text{ Кі/м}^2$. Відповідно до цього значення ця ділянка є зоною посиленого контролю.

Загалом перевищень вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у зернових культурах немає, окрім питомої активності соломи ячменю 65 Бк/кг при допустимій нормі 50 Бк/кг у с.Головин Костопільського району.

Отже, важливою умовою успішної організації ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених радіонуклідами територіях і реалізації заходів, що зменшують нагромадження радіоактивних речовин в продукції, є забезпеченість сільськогосподарських підприємств і установ висококваліфікованими фахівцями з проведення радіоекологічного моніторингу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 15 років Чорнобильської катастрофи. Досвід подолання: Національна доповідь України / Під ред. В. В. Дурдинця. – К. : Чорнобильінтерінформ, 2001. – 144 с.
2. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Національна доповідь України. – К.: Атіка, 2006.– 224 с.
3. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього / Національна доповідь України. К.: КІМ, 2011. — 395 с.
4. Distribution of natural and artificial radionuclides in chernozem soil/crop system from stationary experiments/B. Nataša Sarap, M. Milica Rajačić, G. Ivica Đalović at al.//Environmental Science and Pollution Research. — 2016. — V. 23. — Iss. 17. — P. 17761 – 17773.
5. <http://chornobyl.in.ua/wp-content/uploads/map-137Cs-ukraine-19861.jpg>
6. http://globalnauka.com/naukova_ukraina/220.html
7. Б.С. Прістера Загальні принципи виробництва продукції рослинництва/ Б.С. Прістера ,М.І. Шевчук, В.П. Славов, // Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок чорнобильської катастрофи, у віддалений період. — 2007. — С. 71- 72
8. Б.С. Прістера Концептуальні положення ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях та комплексної реабілітації забруднених угідь/ Б.С. Прістера, М.І. Шевчук, В.П. Славов// Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок чорнобильської катастрофи, у віддалений період. — 2007. — С.20-29
9. Б.С. Прістера Основні фактори і джерела іонізуючої радіації/ Б.С. Прістера ,М.І. Шевчук, В.П. Славов, // Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених

- внаслідок чорнобильської катастрофи, у віддалений період. — 2007. — С. 15–20
10. Б.С. Прістера Прогнозування динаміки включення радіонуклідів у харчові ланцюги/ Б.С. Прістера ,М.І. Шевчук, В.П. Славов // Ведення сільськогосподарського виробництва на територіях, забруднених внаслідок чорнобильської катастрофи, у віддалений період. — 2007. — С. 50- 53
 11. Бамбилов Н. Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения / Под ред А. В. Тишковича – Мн. : Наука и техника, 1984. – 175 с.
 12. Ведення сільського господарства на радіоактивно забруднених територіях Житомирської області та їх комплексна реабілітація на 2004–2010 роки: метод. рекомендації. — Житомир: Держ. агрокол. ун-т, 2004. — 121 с.
 13. Вивчення радіоактивного забруднення та його вплив на довкілля та населення Рівненщини, О.Д. Комов, І.В. Гущук, 2016 р.- С.64
 14. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навч. Посібник. – 3-тє вид., - К.: Т-во "Знання", КОО, 2004. – С. 309
 15. Довідник для радіологічних служб Мінсільгосппроду України / Б. С. Прістер, Ю. О. Іванов, В. Г. Гермошенко та ін. – К. : 1997. – 175 с.
 16. Довідник для радіологічних служб мінсільгосппроду України Б. С. Прістер, Ю. О. Іванов, В. Г. Гермашенко, П. Ф. Бондар, \ В. О. Кашпаров, Л. В. Кал'шенко, М. М. Лазарєв, С. М. Лундін, Л. В. Перепелятнікова, Л. М. Романов, О. М. Семенютін, М. Л. Долгий, О. В. Загорулько // — 1997. — С. 18- 19
 17. Довідник для радіологічних служб мінсільгосппродукт України. / Б.С. Прістер, Ю.О. Іванов, В.Г. Гермошенко та ін. – К. : 1997. – 175 с.

18. Долін В. В. Самоочищення природного середовища після Чорнобильської катастрофи; За ред. Е. В. Собоновича; НАНУ, Ін-т геохімії навколишнього середовища. - К.: Наукова думка, 2004. – С. 221
19. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області 2013 // — 2014. — С. 147
20. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області 2019// — 2020. — С. 3-4
21. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області 2019// — 2020. — С. 124
22. Дутов О.І. Радіаційно-екологічні аспекти використання забруднених земель у віддалений період після аварії на Чорнобильській АЕС/О. І. Дутов, В. П. Ландін, А. О. Мельничук, О. І. Гриник // Агроекологічний журнал, 2015, N № 1.-С.115-120
23. Закон України «Про затвердження Державних гігієнічних нормативів "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді"» / Міністерство охорони здоров'я України; Закон від 08.05.2008. Редакція від 15.07.2008-[z0590-08](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-08) Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0845-06#Text>
24. Закон України «Про затвердження Порядку ведення Державного земельного кадастру (додатки 2-57 до Порядку)» / Міністерство охорони здоров'я України; Закон від 17.10.2012. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1051%D0%B1-2012-%D0%BF/ed20121017#Text>
25. Закон України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської [...] / Верховна Рада УРСР; Закон від 27.02.1991 № 791а-ХІІ. Редакція від 19.04.2014, підстава 1170-18. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/791a-12>

26. Закон України «Про статус і соціальний захист громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи» Верховна Рада УРСР; Закон від 28.02.1991 № 796-ХІІ. Редакція від 01.01.2013, підстава 5062-17 – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/796-12>
27. Звіт про стратегічну екологічну оцінку стратегії розвитку рівненської області на період до 2027 року.
28. Иванов Ю. А. Динамика мобильных форм цезия-137 выпадений аварийного выброса ЧАЭС в почвах / Ю. А. Иванов, Н. А. Лоцилов, Н. А. Орешич // Проблемы с.-х. радиологии. – 1992. – № 2. – С. 43-56.
29. Корнеев Н. А. Основы радиозкологии сельскохозяйственных животных / Н. А. Корнеев, А. Н. Сироткин. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 208 с.
30. Лико С.М., Портухай О.І. Вплив агрофізичного стану гідроморфних ґрунтів Полісся на міграцію радіонуклідів. Монографія. – Рівне: РДГУ, 2015. – 167 с.
31. Маргулис У.Я. Атомная энергия и радиационная безопасность. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – С. 224
32. Методика комплексного радіаційного обстеження забруднених внаслідок Чорнобильської катастрофи територій (за винятком території зони відчуження). – К. : Атіка-Н, 2007. – 60 с.
33. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення/ За ред. Яцука І.П. Балюка С.А.-Київ, 2013.- 104с.
34. Методичні рекомендації по відбору зразків ґрунту для радіоізотопного аналізу при обстеженні сільгоспугідь / М. О. Лоцилов // — 1997. — С. 18- 19
35. Особливості виносу ^{137}Cs зерновими та зернобобовими культурами в умовах Житомирського Полісся / В.П. Ландін, Л.А. Райчук, І.К.

- Швиденко, В.П. Ткачук, В.В. Гуреля,/ Вісник аграрної науки // — 2007. — С. 59
36. Особливості радіоактивного забруднення агроecosystem Полісся України у віддалений період після аварії на ЧАЕС / М. І. Дідух, В. П. Славов // Агроecological журнал. - 2016. - № 1. - С. 51–59. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2016_1_10
37. Радиационно-ecological aspects of using contaminated lands in the remote period after the accident at the Chernobyl AЭС / А.И. Дутов, В.П. Ландин, А.А. Мельничук, О.И. Гриник // Агроecological журнал. — 2015. — № 1. — 115–120с.
38. Радіоеcological safety of agricultural and forest ecosystems in the remote period after the accident at the ЧАЕС / О. І. Фурдичко // Агроecological журнал. - 2016. - № 1. - С. 6–14.
39. Радіологічний стан територій, віднесених до зон радіоактивного забруднення (у розрізі районів) / за ред. В. І. Холоші – К., 2008 р. – 49 с.
40. Рівненщина та Чорнобильська аварія. 30 років потому. Комов О. Д. , Гушук І. В. - 2016
41. Чоботько Г.М. Формування дози внутрішнього опромінення населення Українського Полісся внаслідок споживання харчових продуктів лісового походження/Г. М. Чоботько, Л. А. Райчук, Ю. М. Пісковий, І. І. Ясковець // Агроecological журнал, 2011, № 5. — С.37-42
42. Чорнобиль. Зона відчуження / Під. ред. В. Г. Бар'яхтара. – К. : Наукова думка, 2001. – 547 с.
43. Юшкевич О. О. Гальмівний вплив радіаційного забруднення на розвиток сільськогосподарських підприємств: 30 років після аварії на ЧАЕС / О. О. Юшкевич // Інноваційна економіка. - 2016. - № 5-6. - С. 61-69. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/inek_2016_5-6_13