МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМ.С.З.ҐЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

Кафедра екології та захисту довкілля

Допускається до захисту

"_____"_____2025 р.

Зав. кафедри_____

(підпис)

к.б.н., доцент П.Р.Хірівський

наук. ступ., вч. зв. (ініціали та прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістр

(освітній-ступінь)

на тему «Екологічний стан верхів'я ріки Дністер в умовах техногенного навантаження та розробка природоохоронних заходів»

Виконав студент групи Еко- 62

Спеціальності 101 «Екологія»

Михалків Владислав Ігорович

Керівник Юрій КОРІНЕЦЬ_____

Консультант Юрій КОВАЛЬЧУК_____

Дубляни 2025 року

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування

Факультет агротехнологій та екології
Кафедра екології
Освітньо-кваліфікаційний рівень «магістр»
Спеціальності 101«Екологія»

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідувач кафедри_____
. к.б.н., доцент П.Р.Хірівський
"_____"_____2024р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студента
Михалків Владислав Ігорович

1.Тема роботи: «Екологічний стан верхів'я ріки Дністер в умовах техногенного навантаження та розробка природоохоронних заходів»_____
Затверджена наказом по університету № ___ від "_ _" _____2015р.
2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи _10 грудня 2025 року
3.Вихідні дані для дипломної роботи Літературні джерела, картографічні матеріали, матеріали польових, лабораторно-аналітичних досліджень.
4.Перелік питань, які необхідно розробити (наводиться зміст, який містить пункти і підпункти усіх розділів)_____
ВСТУП_____
1. КОМПЛЕКСНА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХІВ'Я РІКИ ДНІСТЕР
1.1. Природно-кліматична характеристика регіону
1.2. Гідрографічна сітка місцевості
2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
2.1. Природні та штучні радіонукліди
2.2. Важкі та легкі природні радіонукліди
2.3. Радіонукліди техногенного походження
2.4. Радіаційне забруднення рослинного та ґрунтового покриву
2.5. Біогеохімічні властивості техногенних радіонуклідів
2.6. Гідрохімічне забруднення водотоків
3. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТУ
3.1. Відбір тест-об'єктів
3.2. Вимірювання активних радіонуклідів
3.3. Гамма-спектрометричний аналіз
3.4. Вимірювання гідрохімічного забруднення
4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБРУДНЕНЬ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
4.1. Радіонуклідне забруднення ґрунтів Вовчанського лісництва
4.2. Вміст радіонуклідних елементів у грибах

4.3. Вміст радіонуклідних елементів у лікарських рослинах
4.4. Вміст радіонуклідів у деревині сосни
4.5. Гідрохімічні показники забруднення поверхневих вод
5. ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ У ВЕРХІВ'Ї ДНІСТРА
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ
6.1. Попередження травматизму
6.2. Виробнича санітарія і гігієна праці
6.3. Протипожежна профілактика
6.4. Надання першої допомоги при нещасних випадках
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

5. Перелік графічного матеріалу (подається конкретний перерахунок аркушів з вказуванням їх кількості) Схеми, таблиці, рисунки

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,4, 5	Корінець Ю.Я.,доцент кафедри екології та біології			
6	Ковальчук Ю.О. доцент кафедри інженерної механіки			

7. Дата видачі завдання 10 вересня 2024 р.

Календарний план

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання
1	Написання вступу та розділів Базисна екологічна карта верхів'я Дністра, Фізико-хімічне забруднення природного середовища	10.09.24-29.11.24	
2	Написання розділів Об'єкти дослідження та методи експерименту, Характеристика забруднень природного середовища, Природоохоронні заходи у верхів'ї Дністра	10.12.24-20.03.25	
3	Написання розділу Охорона праці, формування висновків та списку літературних джерел	20.03.25-01.11.25	

Студент _____
(підпис)
Керівник кваліфікаційної роботи
роботи_____Ю.Я.Корінець
(підпис)

УДК 504.3.054 (477.83)

Екологічний стан верхів’я ріки Дністер в умовах техногенного навантаження та розробка природоохоронних заходів. Михалків В.І. – Кваліфікаційна робота. Кафедра екології та захисту довкілля. – Дубляни, ЛНУВМБ ім. С.З. Ґжицького, 2025.

75 с. текст. част., 11 табл., 3 рис., 31 джерело літератури.

В кваліфікаційній роботі розглядається фізико-хімічне забруднення верхів’я р. Дністра. Подається природно-кліматична характеристика регіону та його гідрографічна сітка. Окремо розглядається радіонуклідне забруднення, їх види та їх біохімічні властивості. Досліджено гідрохімічні показники водотоків. Проаналізовано причини і джерела фізико-хімічного забруднення верхньої течії Дністра.

Приводяться природоохоронні заходи у верхів’ї Дністра

Розроблено питання охорони праці.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

1. КОМПЛЕКСНА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХІВ'Я РІКИ ДНІСТЕР 9

1.1. Природно-кліматична характеристика регіону 9

1.2. Гідрографічна сітка місцевості 13

2. ФІЗИКО-ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА 17

2.1. Природні та штучні радіонукліди 17

2.2. Важкі і легкі природні радіонукліди 18

2.2.1. Важкі природні радіонукліди 19

2.2.2. Легкі природні радіонукліди 21

2.3. Радіонукліди техногенного походження 22

2.4. Радіаційне забруднення рослинного та ґрунтового покриву 23

2.5. Біогеохімічні властивості техногенних радіонуклідів 25

2.6. Гідрохімічне забруднення водотоків 26

3. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТУ 29

3.1. Підбір тест-об'єктів 29

3.2. Вимірювання активних радіонуклідів 30

3.3. Гамма-спектрометричний аналіз 31

3.4. Вимірювання гідрохімічного забруднення 34

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБРУДНЕНЬ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА 44

4.1. Радіонуклідне забруднення ґрунтів Вовчанського лісництва 44

4.2. Вміст радіоактивних елементів у грибах 46

4.3. Вміст радіаційних елементів у лікарських рослинах 52

4.4. Вміст радіонуклідів у деревині сосни 55

4.5. Гідрохімічні показники забруднення поверхневих вод 56

5. ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ У ВЕРХІВ'Ї ДНІСТРА 59

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ 63

6.1. Попередження травматизму 63

6.2. Виробнича санітарія і гігієна праці 66

6.3. Протипожежна профілактика 68

6.4. Надання першої допомоги при нещасних випадках 68

ВИСНОВКИ 72

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ 73

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах техногенний вплив на природне середовище невпинно зростає внаслідок інтенсивної та нерідко нераціональної господарської діяльності. Техногенне навантаження відображає рівень соціально-економічного освоєння території та масштаби забруднення довкілля. Воно охоплює характеристики розвитку промисловості, аграрного сектору, будівництва, транспорту, структуру землекористування і демографічний тиск.

Однією з найгостріших екологічних проблем в Україні залишається забруднення довкілля, яке проявляється у надмірному накопиченні хімічних речовин або енергії понад фонові чи допустимі рівні. Воно пов’язане з техногенним залученням у природні процеси сполук, не притаманних природним екосистемам. Наслідки антропогенної діяльності призводять до зміни властивостей усіх компонентів навколишнього середовища, що негативно позначається на житті суспільства й, особливо, на здоров’ї людей.

Україна взяла на себе міжнародні зобов’язання у сфері охорони довкілля, сталого розвитку та вирішення соціально-екологічних проблем, що підкреслює важливість вивчення стану її природних ресурсів.

Особливу увагу привертає верхня течія Дністра, де екологічна ситуація суттєво погіршилась через надмірні та часто неконтрольовані рубки лісів, меліоративні роботи та руйнування прибережних (маргінальних) зон. Інтенсифікація сільського господарства зумовила порушення природних екосистем, зміну структури землекористування, скорочення площ лісів і природних лук, розширення ріллі та розвиток ерозійних процесів. Вирубування лісів нерідко здійснювалось без оцінювання екологічних наслідків.

Ресурси прісних вод у басейні Дністра є недостатніми, спостерігається тривала тенденція до обміління річок. Підземні води, захищені лесоподібними відкладами, характеризуються підвищеною мінералізацією, а незахищені

горизонти – забрудненням, переважно внаслідок сільськогосподарської діяльності. Значний внесок у погіршення стану довкілля мають низька ефективність або відсутність очисних споруд, розорені заплавні території та застосування мінеральних добрив на прибережних землях.

Найвагоміші види забруднень у регіоні – фізичні та хімічні; актуальним залишається питання радіонуклідного забруднення, а також накопичення радіонуклідів у грибах, ягодах, деревині й лікарських рослинах, що мають важливе значення в харчуванні населення та народній медицині.

Верхів'я Дністра зазнає також значного рекреаційного навантаження, що додатково підсилює актуальність дослідження фізико-хімічного стану його вод та прилеглих екосистем.

Мета роботи. Комплексно оцінити сучасний екологічний стан верхів'я річки Дністер в умовах техногенного навантаження, визначити основні чинники його погіршення та розробити науково обґрунтовані природоохоронні заходи, спрямовані на зниження антропогенного впливу й покращення якості водних та прилеглих екосистем.

Об'єкт дослідження. Природне середовище та водні ресурси верхів'я річки Дністер як цілісна екологічна система.

Завдання дослідження:

1. Здійснити аналіз природних і антропогенних факторів, що визначають формування екосистеми верхів'я Дністра.
2. Оцінити рівень радіонуклідного забруднення територій та дослідити накопичення радіонуклідів у грибах, деревині й лікарських рослинах.
3. Дослідити фізико-хімічний стан води та характер забруднення у верхів'ях річки Дністер.
4. Розробити комплекс природоохоронних заходів, спрямованих на мінімізацію техногенного навантаження та відновлення екологічної рівноваги.

1. КОМПЛЕКСНА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВЕРХІВ'Я РІКИ ДНІСТЕР

1.1. Природно-кліматична характеристика регіону

Дністер — друга за довжиною річка України та головна водна артерія Молдови. Його витоки розташовані у Карпатах на висоті близько 760 м над рівнем моря, в районі Верховинського вододільного хребта, який розмежовує басейни Дністра та Дунаю. Початок річки знаходиться неподалік села Вовче Самбірського району Львівської області. У верхів'ях Дністер спочатку прямує на північ, а згодом — на південний схід, перетинаючи територію Західної України, Поділля, потім Республіку Молдову і, зрештою, впадаючи в Дністровський лиман Чорного моря поблизу Одеси.

Кристалічний фундамент регіону залягає на значній глибині (7–10 км). Його перекривають складчасті товщі флішу крейдового та третинного віку — морські осади, представлені пісковиками, сланцями, мергелями, вапняками й аргілітами. Товщина флішу у верхів'ях Дністра досягає 5–7 км (зокрема в районі села Лімна). За будовою фліш поділяється на Скибову та Кросненську структурно-фаціальні зони, умовна межа між якими простягається лінією Радич – Лосинець – Шум'яч – Лімна.

Поверх крейдових і палеогенових порід залягають незначні за потужністю четвертинні (плейстоценові) елювіально-делювіальні відклади неморського походження. Гірські породи верхів'їв Дністра є малотривкими і легко руйнуються під дією води, вітру та температурних коливань, що зумовлює інтенсивний перебіг процесів денудації.

Корисні копалини регіону визначаються його геологічною будовою. Найціннішими є поклади нафти, видобуток якої розпочався ще у 1874 році в селі Лімна. Поблизу Розлуча виявлено озокерит, що свідчить про тривале — понад мільйон років — природне виходження нафти. У 1992 році у районах сіл Бережок і Лопушанка пробурені свердловини дали приплив природного

газу (4–5 тис. м³ на добу), однак наразі вони законсервовані. Поряд із селами Шум’яч і Розлуч знайдено невеликі родовища вапняку, придатного для випалу вапна, а біля Лімни та Лопушанки — поклади глини для цегельного виробництва.

Регіон також багатий на мінеральні води, сформовані в гіпсоглинистій товщі соленосних відкладів. Їх умовно поділяють на два основні типи:

- гідрокарбонатні натрієво-кальцієві (подібні до вод «Нафтуся») — відомі джерела поблизу Розлуча та Лімни;
- гідрокарбонатно-хлоридні натрієві, содові (аналогічні водам «Боржомі») — також виявлені в районі Розлуча.

Рельєф регіону зумовлений його геологічною будовою та етапами розвитку поверхні в неогеновий і плейстоценовий час (26–2 млн років тому). Хребти Верхньодністровських Бескидів мають симетричну структуру. Їх внутрішню частину замикає хребет Магури Лімнянської (Розлуцький), протяжністю понад 20 км, з вершинами Вінець (891 м), Розлуч (933 м), Теркаловська (878 м), Хмиловате (806 м) та найвищою точкою — Магурою Лімнянською (1022 м). У селі Лімна цей хребет перетинає поперечна долина Дністра. Нижче за течією від Лімни починається Бескидський відрізок річки.

Клімат території — типовий гірський, помірний, з рисами переходу від морського до континентального. Радіаційний баланс становить 45,0–47,5 ккал/см² на рік, що дещо нижче за середні значення через значну хмарність. Сонячного сяйва тут на 15% менше, ніж на рівнинних ділянках, а влітку навіть на 20–30%. З висотою радіаційний баланс зменшується, що зумовлює вертикальну кліматичну зональність. Опади перевищують випаровування приблизно вдвічі.

Над територією регіону проходять усі типи повітряних мас Європи: арктичні, полярні (морські й континентальні), а також тропічні. Переважає морське повітря з Атлантики, яке взимку приносить відлиги та снігопади, а влітку — прохолоду і рясні опади. Континентальні та тропічні маси спричиняють різкі підвищення температур. Арктичні маси взимку викликають

морози та ясну погоду, а влітку — прохолодні періоди з ґрунтовими заморозками.

Вітровий режим визначається переважанням західних вітрів, але рельєф істотно впливає на їхню швидкість і напрям, формуючи місцеві гірсько-долинні потоки. В холодний період можливі фенові явища. Найбільш вітряними є листопад і грудень; сильні пориви нерідко спостерігаються й навесні, досягаючи 40 м/с і спричиняючи вітровали.

Температура повітря залежить від висоти: з підняттям на кожні 100 м вона знижується влітку приблизно на 0,6 °С, а взимку — на 0,4 °С. Середньорічна температура становить 5,2–5,6 °С; на висоті 1000 м — близько 3,0 °С. Найтеплішим місяцем є липень (15,2–16,0 °С), найхолоднішим — січень (–6,1 до –6,6 °С).

Весняні заморозки можливі до середини червня, а осінні — вже з початку вересня. Середня тривалість безморозного періоду становить 123–130 днів (у різні роки — від 101 до 148 днів). Ґрунт промерзає на глибину близько 12 см, а максимальне промерзання сягає 27 см, що пов’язано зі значною товщиною снігового покриву.

Річна кількість опадів у верхів’ї Дністра змінюється відповідно до висоти місцевості та становить від 768 до 1063 мм. Найбільша їх частина припадає на літній період — 363 мм, тоді як найменша — на зимовий сезон (112 мм). У теплу пору року (квітень–жовтень) спостерігається випадіння 65–80 % річної норми опадів. Найвологішим місяцем є липень — близько 130 мм, а найсухішим — лютий (близько 40 мм).

Для весни та літа характерні короткочасні, але інтенсивні зливи, під час яких кількість опадів може наближатися до середньомісячних значень. У холодний період року (листопад–березень) випадає 171–401 мм опадів, переважно у вигляді снігу, внаслідок чого формується значний сніговий покрив: 90–91 см, а в знижених формах рельєфу — 36–40 см.

Суттєвим кліматичним чинником є хмарність. Найбільш хмарна погода характерна для зимових місяців, а мінімальна хмарність спостерігається

влітку. За багаторічними кліматичними показниками, кількість хмарних днів у середньому становить 179 днів на рік.

Велика кількість опадів у поєднанні з відносно низькими температурами зумовлює високий рівень вологості повітря. У період із листопада по березень відносна вологість сягає 90 %, тоді як у літні місяці зменшується й у денні години становить 70–75 %. Із підняттям висоти вологість повітря зростає. До негативних кліматичних явищ належать літні гради, сильні або тривалі дощі, весняні заморозки та, зрідка, посухи.

Ґрунтовий покрив території чітко відповідає висотній зональності. До відміток близько 1200 м н. р. м. у межах лісового поясу переважають бурі гірсько-лісові ґрунти (буроземи), що сформувалися на елювіальних і елювіально-делювіальних відкладах, утворених унаслідок вивітрювання флішу. Ці ґрунти містять 3–7 % гумусу, а під мішаними лісами — до 10–15 %; мають кислу реакцію середовища (pH 4,0–4,5) та значний вміст сполук алюмінію.

Рослинний покрив району формувався з участю гірських видів, що мігрували зі Середньої Європи, а також рівнинних видів, зокрема лучних трав. Давнє і щільне заселення території спричинило суттєву вирубку лісів і трансформацію їхнього видового складу: майже повністю зникли дуб, явір, ясен та окремі інші породи.

За вертикальною поясністю в Карпатах виділяють такі рослинні пояси:

- передгірський (до 450–500 м),
- гірсько-лісовий (450–500 до 1250–1400 м),
- субальпійський (1250–1400 до 1800 м),
- альпійський (вище 1800 м).

Витоки Дністра розташовані на висоті приблизно 760 м, що відповідає гірсько-лісовому поясу.

У навколишніх лісових масивах, особливо поблизу населених пунктів, домінують хвойні насадження — ялиново-ялицеві ліси, оскільки бук був майже повністю винищений. На віддалених схилах гір збереглися мішані

ялицево-смерекові ліси, що входять до складу Держлісфонду. У трав'яному покриві зустрічаються підбілик альпійський, нечуй-вітер, зеленчук жовтий, купина кільчаста, дріоптерис остистий, ожина лісова, чорниця, квасениця поряд із маренкою запашною, розхідником звичайним та чоловічою папороттю. На лісосіках переважають зарості малини та ожини.

Лучна рослинність представлена кострицею червоною, мітлицею тонкою, кострицею лучною та біловусом стиснутим. На бідніших ґрунтах поширені біловусники, де біловус становить основу травостою; ці угруповання характеризуються низькою кормовою цінністю. На полонинах біловусники також є домінантними та часто поєднуються з заростями ялівцю козацького чи чорничниками. Останні становлять одну з найпоширеніших формацій. Біловусники вирізняються однорідним сірувато-зеленим забарвленням.

Ліси багаті на ягоди з високими харчовими й лікувальними властивостями, зокрема на суниці, чорниці, малину й ожину. Також трапляється велика кількість їстівних грибів — білі, опеньки, сироїжки, лисички, маслюки тощо.

Основною лісоутворюючою породою є смерека — швидкоростуча та високопродуктивна деревна порода, деревина якої широко використовується в будівництві та целюлозно-паперовому виробництві. Другою за значенням є ялиця, яка слугує як будівельною деревиною, так і паливом для місцевого населення.

У селах уздовж річки біля житлових садиб ростуть явір, ясен, граб, липа, верба, калина, а також різні види фруктових дерев і кущів.

1.2. Гідрографічна сітка місцевості

Річка Дністер бере свій початок на південно-західному схилі хребта Розлуч на висоті близько 760 м над рівнем моря. На початковій ділянці, протягом приблизно 7 км, річка протікає широкою поздовжньою Турківською

долиною, аж до центру села Вовче.

Дністер є найбільшою річкою північних мегасхилів Українських Карпат. Його загальна довжина становить 1362 км, із яких лише 350 км лежать у межах Карпат. Площа басейну річки сягає 72 100 км², з них 22 000 км² припадає на карпатську частину. Витік Дністра розташований на північно-західному схилі гори Розлуч (понад 900 м н. р. м.), неподалік села Вовче Самбірського району Львівської області. На південь від його витоку знаходяться витоки Сану, а на схід — Стрия.

Від витоку до міста Самбора річка тече глибокою улоговиною, обмеженою крутими скелястими берегами. У Передкарпатті Дністер приймає численні притоки, і від міста Галича перетворюється на широку, повноводну ріку, придатну для судноплавства. Найбільшими його карпатськими притоками є Бистриця, Клодниця, Стрий з Опором, Бережниця, Свіча, Болохівка, Сивка, Лімниця та Луква — це водні артерії з високою водністю.

У верхів'ї Дністер характеризується швидкою течією — до 4 м/с, із великим падінням русла (від 100 до 20 м/км). Після виходу на передгір'я долина річки значно розширюється, місцями заболочується. У Молдові річка зарегульована греблею Дубосарської ГЕС, вище якої створене водосховище довжиною 120 км. Через недостатньо ефективний рибохід значна частина риб, зокрема осетрові, не можуть піднятися до верхів'їв на нерест.

Гідрологічний режим Дністра істотно змінений антропогенними чинниками. Масштабні вирубки лісу у басейні призвели до порушення структури стоку. У межах Карпат на річці розташовано понад 20 населених пунктів.

Найважливіші притоки Дністра:

Стрий - це найбільша карпатська притока Дністра. Довжина річки — 230 км, площа басейну — 3055 км². Формується двома витоками: біля підніжжя Бескиду неподалік гори Станеш (1150 м н. р. м.) та на північному схилі Верецького перевалу. На ділянці до злиття з річкою Яблунька Стрий має характер гірської річки: кам'янисте русло, водоспади, урвисті береги,

швидкість течії — 1–6 м/с. Після впадіння Опору русло розширюється до 150 м, з’являються заплави, а за водністю ріка майже дорівнює Дністру в місці їх злиття. Головні притоки Стрия: Опір, Жижава, Становка, Тейсарівка.

Свіча. Починається в Горґанах на висоті понад 1150 м. Довжина річки — 107 км, площа басейну — 1493 км². До впадіння притоки Мізунки Свіча має типові риси гірської річки з кам’янистим порожнистим дном. Після злиття з річкою Сукель течія уповільнюється, дно стає піщаним та мулистим, а перед впадінням у Дністер річка формує заболочені ділянки.

Лімниця. Бере початок на північних схилах Горган у вигляді кількох витоків. Площа басейну — 2430 км², довжина — 122 км. Падіння русла коливається від 100 до 10 м/км, швидкість течії у верхів’ї перевищує 2 м/с. Приймає понад 20 приток; найбільша — Чечва (58 км).

Бистриця. Утворюється злиттям двох річок:

- Солотвинська Бистриця (84 км, басейн 795 км²),
- Надвірнянська Бистриця (93 км, басейн 1585 км²).

Обидві витікають із північних схилів Горган на висоті понад 1300 м і мають гірський характер русла. Після впадіння річки Ворони Бистриця набуває рис рівнинної річки.

Інші елементи гідромережі. На межі між селами Вовче й Жукотин на Дністрі знаходиться невеликий водоспад. Нижче розташоване село Бережок (правий берег), а біля села Лімна річка різко повертає на північ, прорізаючи Розлуцький хребет, що є наслідком перехоплення Прадністра в результаті зворотної ерозії.

Серед дрібних приток найбільшою є річка Ленева (7 км), яка бере початок на горі Магура Лімнянська та тече Турківською поздовжньою долиною. У Лімні Дністер приймає також притоку Лехнева та, рухаючись на північ, перетинає Розлуцький хребет. Вище за течією річка приймає притоку Мшанець (Мшанець — Головецько). Нижче Розлуча бере початок річка Ясениця і в районі Лопушанки — Хомини впадає в Дністер.

Ширина річки на верхній ділянці становить 10–15 м, течія помірно

швидка, середні витрати води — близько 2 м³/с. Поздовжній профіль русла рівний, оскільки річка протікає у м'яких відкладах. Пороги та водоспади зустрічаються рідко, природні озера відсутні.

Гідрологічні особливості. Сучасна річкова мережа регіону сформувалася наприкінці нижнього четвертинного періоду (близько 2 млн років тому) унаслідок процесів зворотної ерозії, коли Дністер і Стрий перехопили верхів'я давніх допливів Прасяну. Завдяки значній кількості опадів та більш-менш рівномірному їх розподілу регіон характеризується високою забезпеченістю поверхневими водами. Середня густота гідромережі становить до 0,5 км/км².

Живлення Дністра є переважно ґрунтово-дощовим:

- дощове — 50 %,
- снігове — 35 %,
- підземне — 15 %.

Взимку річка живиться переважно талими водами внаслідок частих відлиг та підземним припливом, навесні — дощовими й сніговими водами, а влітку та восени — майже виключно дощовими. Річка характеризується стабільним водним режимом, який визначається кількістю опадів та їх сезонністю. Повені можуть виникати у будь-який час року, але найчастіше — навесні (через танення снігу) та влітку (унаслідок тривалих дощів). Найбільші витрати води припадають на весняний період — 39 %, найменші — на зимовий — 18 %.

Льодовий покрив на річці нестійкий. У теплі зими Дністер може майже не замерзати. Льодоутворення зазвичай починається наприкінці листопада або на початку грудня, а скресання відбувається наприкінці лютого — на початку березня. У деякі роки через часті відлиги річка кілька разів замерзає та скресає.

2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1. Природні та штучні радіонукліди

Радіонукліди поділяють на природні та штучні, однак цей поділ має умовний характер. Це пов’язано з тим, що деякі ізотопи, які формуються в природних процесах, можуть синтезуватися й штучно. Наприклад, тритій здатний утворюватися як у природних умовах, так і під час реакцій поділу чи синтезу ядер, спричинених техногенними процесами. Інший важливий радіонуклід — Sr-90 — може виникати в навколишньому середовищі внаслідок спонтанного поділу U-238, хоча ймовірність такого утворення надзвичайно низька. Тому штучні радіонукліди часто називають ізотопами антропогенного походження.

Природні радіонукліди. У біосфері Землі наявні понад 80 природних радіоізотопів, які поділяють на дві великі групи: *первинні* та *космогенні*. Первинні, у свою чергу, класифікують на дві категорії.

1. **Перша група** охоплює 43 радіонукліди, що належать до трьох радіоактивних сімейств (рядів). Їхні періоди піврозпаду варіюють від 3×10^{7} років (Po-212) до $1{,}41\times10^{10}$ років (Th-232). Через значну атомну масу ці ізотопи також називають важкими природними радіонуклідами. Відомо, що колись у природі існував і ряд Np-237 із періодом піврозпаду $2{,}14\times10^{6}$ років, але всі його природні ізотопи вже розпалися; нині вони отримуються виключно штучно.

2. **Друга група** включає 24 довгоживучі ізотопи (із періодами піврозпаду від $1{,}3\times10^{8}$ до $1{,}4\times10^{10}$ років), що належать до таких хімічних елементів, як K, Ca, Rb, Sn та ін. (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Природні радіонукліди

Радіо-нуклід	Вміст у природ. елементі, %	$T_{1/2}$ років	Тип роз-паду	Радіо-нуклід	Вміст у пирод. елеме-нті, %	$T_{1/2}$ років	Тип розпаду
^{40}K	0,118	$1,28*10^{9}$	β-	^{128}La	0,089	$1,1*10^{11}$	β-
^{50}V	0,24	$6*10^{15}$	β-	^{144}Nd	23,87	$2,4*10^{15}$	α
^{87}Rb	27,85	$5*10^{10}$	β-	^{150}Nd	5,60	$>10^{16}$	α
^{48}Ca	0,185	$1,1*10^{18}$	β-	^{142}Ce	11,07	$5*10^{16}$	α
^{113}Cd	12,26	$1,3*10^{15}$	β-	^{176}Lu	2,60	$3*10^{10}$	β-
^{113}In	4,23	Стаб.		^{180}Ta	0,0123	$>10^{13}$	β-
^{96}Zr	2,8	$3,6*10^{17}$	β-	^{147}Sm	15,07	$1,1*10^{11}$	α
^{124}Sn	5,98	$2*10^{17}$		^{187}Re	62,93	$4*10^{10}$	β-
^{123}Sb	42,75	$1,3*10^{16}$		^{190}Pt	0,0127	$6*10^{11}$	α
^{115}In	95,77	$6*10^{14}$	β-	^{l80}w	0,135	$1,1*10^{15}$	α
^{130}Te	34,49	$8*10^{20}$	β-	^{209}Bi	100	$2*10^{18}$	α
^{123}Te	0,87	$1,2*10^{13}$	Е.з.	^{192}Pt	0,78	$>10^{15}$	α

Е.з. - електронне захоплення.

2.2. Важкі та легкі природні радіонукліди

Природні радіонукліди додатково класифікують на важкі та легкі. До важких відносять ізотопи, що входять до трьох природних радіоактивних рядів — U-235, U-238 і Th-232 (схема розпаду ряду U-238 наведена на рис. 2.1). Усі інші природні радіоізотопи належать до групи легких.

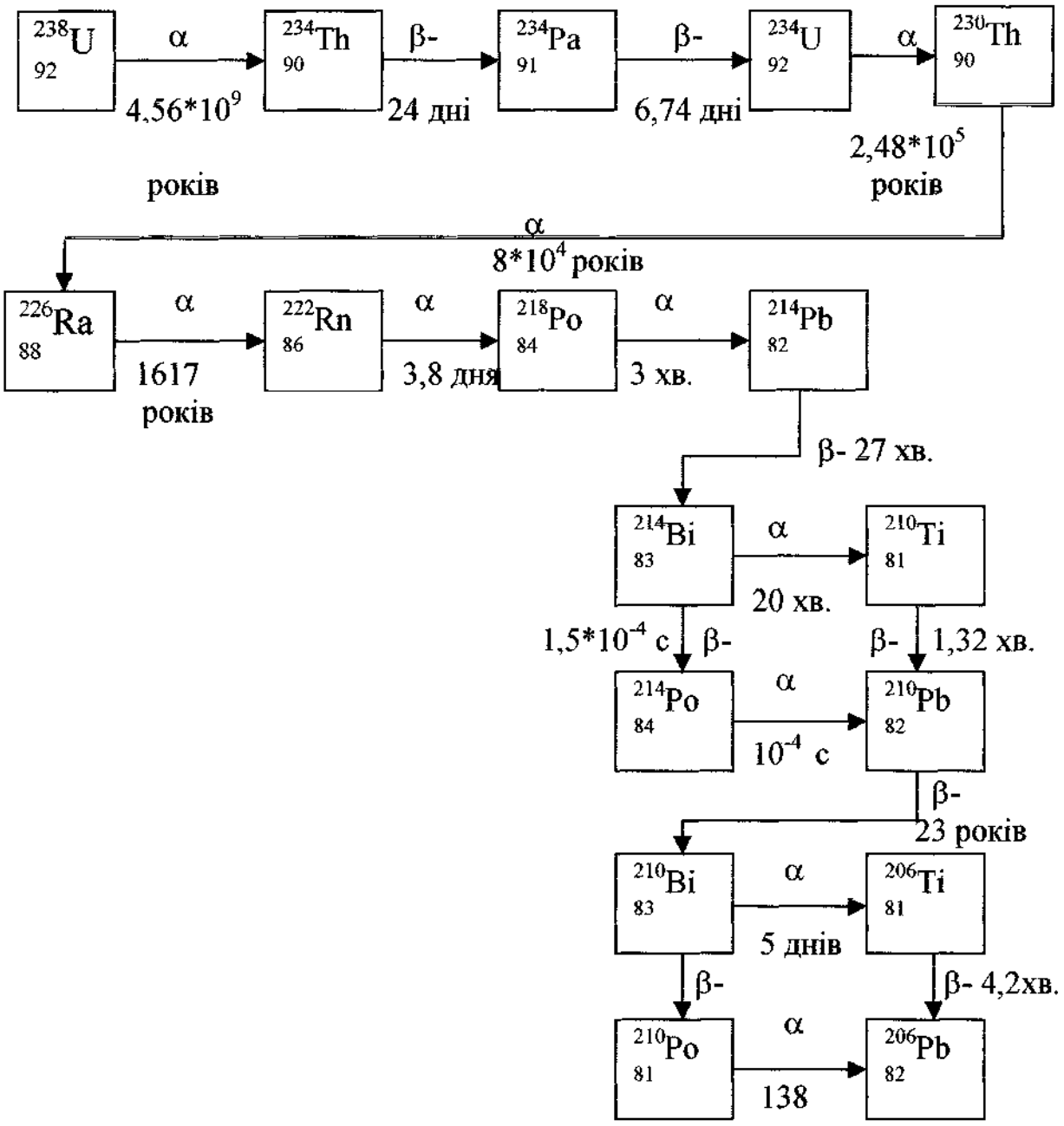

Рис. 2.1. Радіоактивний ^{238}U ряд

2.2.1. Важкі природні радіонукліди

Уран

Природний уран є сумішшю трьох радіоактивних ізотопів — U-234, U-235 і U-238, причому останні два є материнськими нуклідами відповідних

радіоактивних рядів. Найбільше радіологічне та токсикологічне значення має U-238 ($T_{1/2}$ = 4,5×10⁹ років, α-випромінювач з енергією 4,18 МеВ). Ізотопний склад природного урану такий:

• U-238 — 99,28%,

• U-235 — 0,71%, • U-234 — 0,06%.

Торій

Природний торій включає чотири α-випромінюючі ізотопи — Th-232, Th-230, Th-228 та Th-227, а також два β-випромінювачі — Th-234 і Th-231. Основна частина природного торію представлена Th-232 (>99,9%), тоді як вміст Th-228 за умов радіоактивної рівноваги становить близько 1,37×10⁻⁸%. Поведінка Th-232 у довкіллі значною мірою визначається його високою концентрацією в ґрунтовому покриві.

Радій

У природі зустрічаються чотири ключові ізотопи радію — Ra-226, Ra-228, Ra-223 і Ra-224. Ізотоп Ra-226 характерний тим, що не утворює власних мінералів, а перебуває у складі різних природних утворень у розсіяному стані. Серед важких радіонуклідів саме Ra-226 має найбільшу здатність до міграції в ґрунтовому середовищі.

Полоній

Природний полоній представлений сімома ізотопами, з яких лише Po-210 є відносно довгоживучим ($T_{1/2}$ = 138,4 доби). Po-210 — α-випромінювач з енергією 5,29 МеВ. Його концентрація в земній корі становить близько 2×10⁻¹⁴%. Типові вмісти Po-210 у природній і техногенній сировині: • апатит — 30 Бк/кг, • фосфорний пил — 480 Бк/кг, • нітроамофоска — 10 Бк/кг.

Свинець

Природний свинець містить чотири стабільні ізотопи (Pb-204, Pb-206, Pb-207, Pb-208) та чотири радіоактивні. Найважливішим серед них є Pb-210 — продукт розпаду Rn-222, який в ґрунті перебуває в радіоактивній рівновазі з Ra-226.

Радон

Найпоширенішими радіонуклідами радону є Rn-222 та, у меншій кількості, Rn-220. Rn-222 ($T_{1/2}$ = 3,825 доби) — газоподібний продукт розпаду Ra-226. Середня концентрація Rn-222 у приземному шарі повітря становить близько 25,9 Бк/м³. Rn-220 (торон) утворюється при розпаді Ra-224. Хоча як інертні гази вони менш активно включаються в ґрунтові процеси, їхній внесок у зовнішнє опромінення біоти та людини є суттєвим.

2.2.2. Легкі природні радіонукліди

Тритій

Тритій — єдиний радіоактивний ізотоп водню ($T_{1/2}$ = 12,34 року), маса — 3,025 а.о.м. Розпадається з випромінюванням β-частинок дуже малої енергії (0,0186 МеВ). Утворюється в атмосфері під дією космічних променів на атоми N, O і Ar. Розподіл природного тритію:

• світовий океан — 65%,

• поверхня суші та біосфера — 27%.

Антропогенний тритій надходить у довкілля під час роботи ядерних реакторів, переробки відпрацьованого ядерного палива, а також унаслідок ядерних і термоядерних випробувань. Близько 99% природного тритію існує у формі тритійованої води (H_3HO).

Вуглець

Природний вуглець представлений двома стабільними ізотопами — C-12 (98,89%) і C-13 (1,108%). Основний радіонуклід — C-14, що формується як природним шляхом (космічне випромінювання), так і антропогенно. Загальний запас космогенного C-14 у біосфері оцінюється приблизно у $8{,}5\times10^{18}$ Бк.

Калій

У природі існують три ізотопи калію: стабільні K-39 і K-41 та радіоактивний K-40. K-40 — β-випромінювач (1,32 МеВ), $T_{1/2} = 1{,}28\times10^{9}$ років;

продуктом його розпаду є Ca-40. У кожному грамі природного калію міститься близько 27 Бк К-40.

К-40 є одним із ключових природних радіонуклідів у ґрунтах, рослинності та продуктах сільськогосподарського виробництва. Його поведінка визначається формами калію в ґрунті:

• калій ґрунтового розчину (K_r),

• обмінний калій (K_oб),

• важкообмінний калій ($K_{v.o.}$),

• калій ґрунтових мінералів (K_m).

Відповідно до А.П. Виноградова, ґрунтова радіоактивність переважно залежить від вмісту радіонуклідів у материнській породі. Найвищі рівні природної радіоактивності характерні для ґрунтів, сформованих на кислих магматичних породах, а максимальна концентрація калію спостерігається в глинистих ґрунтах.

Середній вміст калію в магматичних породах становить:

• кислі — $3{,}9\times10^{4}$%,

• середні — $2{,}7\times10^{4}$%,

• основні (базальти) — $0{,}9\times10^{4}$%,

• ультраосновні — $0{,}6\times10^{4}$%.

2.3. Радіонукліди техногенного походження

Надходження техногенних радіонуклідів у біосферу пов’язане з різними видами діяльності людини. За походженням їх поділяють на три основні групи.

Перша група охоплює радіоактивні продукти поділу, які утворюються під час реакцій розщеплення ядер U-238, U-235, Pu-239 та ін. Джерелами потрапляння цих радіонуклідів у довкілля є випробування ядерної зброї, робота підприємств ядерно-паливного циклу та функціонування атомних електростанцій.

До другої групи належать радіонукліди наведеної активності. Вони формуються внаслідок реакцій взаємодії елементарних частинок з ядрами стабільних елементів, що входять до складу конструкційних матеріалів реакторів, теплоносіїв або корпусів ядерних боєзарядів.

Третя група представлена радіоактивними трансурановими елементами (Np, Pu, Am, Cm тощо), що виникають в ядерно-енергетичних установках або під час ядерних вибухів у результаті повторних ядерних реакцій та подальшого радіоактивного розпаду надважких ядер. Ці елементи переважно є альфа-активними, характеризуються високою радіотоксичністю, тривалими періодами напіврозпаду та відсутністю природних аналогів.

Техногенні радіонукліди з періодом напіврозпаду $T_{1/2} < 10\ 000$ років містяться в ґрунтах у вкрай малих концентраціях. Тому їх поведінка в ґрунтових системах суттєво залежить від хімічних властивостей носіїв — ізотопних і неізотопних. Важливим фактором, що визначає закріплення, міграцію та трансформацію радіонуклідів у ґрунті, є фізико-хімічна форма, в якій вони надходять у навколишнє середовище.

2.4. Радіаційне забруднення рослинного та ґрунтового покриву

Забруднення рослинності. Здатність рослинного покриву затримувати радіоактивні аерозолі визначається ступенем їх дисперсності, будовою та масою рослин, а також метеорологічними умовами — швидкістю вітру, кількістю опадів і вологістю повітря під час випадань. У зонах помірного клімату трав’яний покрив утримує близько 25% радіоактивних випадань, що потрапляють на поверхню землі. Значна частина цих радіонуклідів згодом змивається дощем, здувається вітром або втрачається разом із біогенним опадом у процесі росту рослин. Через 1–3 тижні після випадань у надземній масі рослин залишається не більше половини від первинно затриманої кількості. Лише 2–10% довгоживучих радіонуклідів можуть проникати в тканини рослин і переміщуватися в захищені їх частини. У період активних

атмосферних випадань до 90% забруднення врожаю зумовлене саме прямим осіданням на рослини.

Динаміка радіоактивних речовин у ґрунті. Особливістю радіоактивного забруднення ґрунтів є те, що кількість антропогенних радіонуклідів за масою надзвичайно мала. Вони не змінюють основних властивостей ґрунту — його природного радіонукліду складу, поживного балансу та родючості. Обмежувальним фактором є нормативні рівні вмісту радіонуклідів у продукції рослинництва. Тому ключовими показниками стають їх концентрація у ґрунті, ступінь біодоступності, вертикальний розподіл у профілі та швидкість самоочищення орного шару.

У разі постійного надходження радіонуклідів їх динаміку у ґрунтовому профілі описують рівнянням балансу:

$$dS/dt = P – (W \cdot Cw + g \cdot Cg + Mv \cdot Cv + Ya + J \cdot S),$$

де

S — густина забруднення (Бк/кг),

P — надходження радіонуклідів на одиницю площі (Бк/м²·добу),

Cw, Cg, Cv — концентрація радіонуклідів у воді поверхневого стоку, ґрунтовому стоку та рослинній біомасі,

w, g — об’єм поверхневого та ґрунтового стоку (л/м²·добу),

Mv — вилучення рослинної біомаси,

Ya — інтенсивність вторинного перенесення з атмосфери,

J — постійна радіоактивного розпаду.

Після припинення випадінь ґрунт стає головним джерелом надходження радіонуклідів у рослини, хоча інтенсивність цього процесу значно нижча. Ґрунтовий шлях забруднення рослин має значення переважно для радіонуклідів із довгими періодами напіврозпаду — Sr-90, Ru-106, I-129, Cs-137, Ce-144, Ra-226, Th-232, U-238.

Незалежно від хімічної природи радіонуклідів та ступеня вивченості їхніх властивостей у системі «ґрунт — рослина», можна виокремити низку

загальних закономірностей, що визначають умови їх переходу в рослини та оцінити вплив факторів, які обумовлюють цю міграцію.

2.5. Біогеохімічні властивості техногенних радіонуклідів

Проникнення довгоживучих техногенних радіонуклідів у рослини характеризується значною варіабельністю: від надзвичайно низьких коефіцієнтів (для Pu-239 — тисячні частки) до досить високих (для Zn-65 — десятки одиниць). Це зумовлено тим, що кожен радіонуклід може надходити в ґрунт у різних фізико-хімічних формах.

У більшості випадків радіонукліди потрапляють у ґрунтове середовище у рухомих, легкодоступних формах:

– разом із поливними водами;

– при надходженні підземних вод, збагачених Ra, Th, U;

– у вигляді атмосферних випадань аерозолів і газів, що викидаються підприємствами атомної промисловості;

– як складова глобальних радіоактивних випадань після ядерних вибухів.

Однак трапляються ситуації, коли радіонукліди надходять у важкодоступних, малорухомих формах — у складі золи кам’яного вугілля, силікатних частинок або оплавлених мінеральних структур. Деякі радіонукліди проявляють різні ступені окиснення залежно від ґрунтових умов, що спричиняє істотні зміни їх біодоступності.

Прикладом є U-238:

– в окиснювальних умовах перебуває у шестивалентній формі та добре поглинається рослинами;

– у відновному середовищі переходить у чотиривалентний стан, у якому його засвоєння різко обмежене.

Подібні властивості притаманні й Pu-239, який у ґрунті може перебувати як у формі іонів $PuO2^{2+}$, Pu^{3+}, Pu^{4+}, так і в складі стійких органічних комплексів.

До важливих радіонуклідів техногенного походження належать також ізотопи, що виникають під час нейтронної активації стабільних елементів — Fe-55, Fe-59, Co-60, Zn-65 тощо.

Багато довгоживучих радіонуклідів (C-14, Sr-90, I-129, Cs-137) мають природні хімічні аналоги. Потрапивши у ґрунт, вони змішуються з великою масою природних елементів і мігрують разом із ними. Унаслідок цього в усіх компонентах біосфери вони розподіляються аналогічно до стабільних ізотопів відповідних елементів.

2.6. Гідрохімічне забруднення водотоків

Україна належить до найбільш водозабезпечених держав Європи. Для оцінювання гідрохімічного стану верхів'я Дністра було проведено аналіз вод за вмістом компонентів азотної групи (амонію, нітратів, нітритів), мінералізації, кисневого режиму та фосфатів.

Запах води визначається наявністю летких органічних сполук, які потрапляють у водойми природним шляхом або зі стічними водами. Залізо присутнє у водах і може накопичуватися внаслідок природних геохімічних процесів.

Концентрації амоній-іону залежать від сезонності. Навесні вони мінімальні через активний фотосинтез фітопланктону, влітку зростають, що зумовлено посиленням мікробного розкладу органічних речовин. Восени й узимку підвищення вмісту амонію пояснюється переважанням процесів мінералізації за низької інтенсивності біологічного засвоєння.

Найвищі концентрації амонію у поверхневих водах зазвичай пов'язані з:

– надходженням стоків із тваринницьких комплексів;

– змивом зі сільськогосподарських угідь після внесення аміачних добрив (аміачні води, рідкий аміак, хлориди або сульфат амонію).

Підвищений уміст амонію у питній воді негативно впливає на живі організми, сприяючи порушенням роботи серцево-судинної системи, обміну

речовин, а також може мати мутагенний ефект.

У водах також фіксуються нітрати, які є одними із найбільш небезпечних для людини. Перевищення їх концентрації понад 50 мг/л у питній воді призводить до розладів кровотворної системи дітей та молодняку тварин. Тривале надходження нітратів навіть у невеликих дозах негативно впливає на метаболізм. Оскільки нітрати входять до складу побутових і тваринницьких стоків, вони є інформативним показником бактеріального забруднення підземних вод.

Надходження нітратів у воду можливе двома шляхами:

1. у готовому вигляді — при вилуговуванні нітратних добрив атмосферними опадами;
2. унаслідок окиснення амоній-іонів у ґрунті та водному середовищі.

У підземних водах, де переважають окисні умови, амоній окиснюється до нітриту:

$2\ NH_4^+ + 3\ O_2 \rightarrow 2\ NO_2^- + 2\ H_2O + 4\ H^+$,

який згодом перетворюється на нітрат:

$2\ NO_2^- + O_2 \rightarrow 2\ NO_3^-$.

Амоній та нітрит — це проміжні, нестійкі форми азоту в окисному середовищі, а нітрат — кінцевий та найстабільніший продукт. Нітрати добре мігрують у водоносних горизонтах, слабко сорбуються ґрунтами й поступово накопичуються в підземних водах.

Додатковим джерелом нітратного забруднення є приватні господарства, де гноївка часто зберігається без належної ізоляції, поблизу річок. Проте такі джерела можна легко виявити й усунути, якщо забезпечити відповідний рівень екологічної поінформованості населення.

Концентрації хлоридів і сульфатів у природних водах регламентуються нормативами (ГОСТ). Хоча ці солі завжди присутні у водних екосистемах, їх надлишок може спричиняти розлади травлення.

Проведені дослідження показали, що всі виміряні біохімічні показники не перевищують гранично допустимих концентрацій.

3. ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1. Відбір тест-об’єктів

Відбір ґрунтових проб здійснюється відповідно до методичних рекомендацій з оцінки радіаційного стану населених пунктів у зонах радіоактивного забруднення з середньою густиною Cs-137 до 5 Кі/км², затверджених Українською міжвідомчою комісією радіаційного контролю (УМКРК).

Проби відбирають із урахуванням результатів вимірювання потужності дози гамма-випромінювання. Місця забору проб мають бути розташовані на відстані не менше двох висот навколишніх об’єктів (будинки, дерева) та не менше 20 м від доріг.

Відбір здійснюється методом «конверта» зі стороною 5 м. Точки забору наносять на карту-схему. Для відбору використовується пробовідбірник із відомою площею на глибину до 0,2 м. Об’єм кожної проби становить близько 2500 см³ і формується з не менше ніж 5 окремих уколів, об’єднаних у один пакет. Кожна проба має паспорт із зазначенням її характеристик.

Перед гамма-спектрометричним аналізом пробу висушують до повітряно-сухого стану, подрібнюють, перемішують і зважують з точністю до 1 г. Під час підготовки видаляють органічні домішки, камінці та інші сторонні матеріали.

Пробу поміщають у вимірювальну посудину (посудина Марінеллі) та встановлюють на детектор у свинцевому захисному блоці. Обробка спектра передбачає:

1. Пошук піків повного поглинання (ППП) та визначення їх центрів і відповідних енергій;
2. Визначення площі ППП, тобто кількості гамма-квантів заданої енергії;

3. Ідентифікацію ізотопів за енергіями гамма-квантів для визначення якісного складу проби;

4. Використання таблиці радіонуклідів у пам’яті ЕОМ для розрахунку квантового виходу кожної групи зареєстрованих гамма-квантів.

3.2. Вимірювання активних радіонуклідів

Радіометр «Бета» призначений для контролю β-активного забруднення води, харчових продуктів та різних поверхонь.

У ньому як детектор використовується газорозрядний лічильник СТБ-10. При потраплянні іонізуючих частинок у робочий об’єм лічильника виникає електричний розряд, що формує імпульси пропорційно інтенсивності випромінювання. Кількість імпульсів відображається на цифровому рідкокристалічному індикаторі.

Для зменшення впливу зовнішнього β- та γ-випромінювання на результати вимірювань детектор і проби розміщують у свинцевому захисному будиночку. Радіометр може використовуватися у двох режимах:

1. Без свинцевого захисту — для контролю забруднення поверхонь;
2. Із свинцевим захистом — для контролю харчових продуктів.

При роботі з будиночком захисна сітка та кришка не використовуються. Кювету заповнюють дистильованою водою. Встановивши час вимірювання t = 1000 с, визначають кількість відліків N та швидкість відліку n. Фонові відліки вимірюють через 2 години.

Для харчових продуктів пробу подрібнюють і насипають у кювету, яку встановлюють у нижній частині будиночка. При експозиції t = 1000 с фіксують значення N. Відносна статистична похибка визначається за різницею між кількістю відліків проби та фону (N − Nф). Відносно статистична похибка вимірювань ($N-N_{ф}$,) оцінюється згідно формули:

$$n = \frac{2 * \sqrt{N + \text{N} - \text{Nф}}}{\text{N} - \text{Nф}}$$

Якщо відомі загальна швидкість відліку n та швидкість відліку фону nф, розрахунок проводиться за формулою:

$$n = \frac{2 * \sqrt{\frac{n}{t} - \frac{n_\phi}{t_a}}}{n - n_\phi}$$

Питома активність β-активних радіонуклідів без врахування К-40 визначається за формулою:

$A_м = K_a(n - n_ф - n_к)$

де K_a — коефіцієнт активності; n — загальна швидкість відліку; nф — швидкість відліку фону; nк — швидкість відліку природного радіонукліду К-40.

Вклад К-40 враховується, якщо питома активність знаходиться у межах 10^{-9} – 10^{-7} Кі/кг. Якщо ж активність перевищує 10^{-7} Кі/кг, вплив К-40 можна знехтувати.

3.3. Гамма-спектрометричний аналіз

Напівпровідниковий гамма-спектрометр складається з детектора, спектрального тракту (системи перетворення, формування та підсилення сигналу, який індукується зареєстрованим гамма-квантом), багатоканального амплітудного аналізатора імпульсів, пристрою вводу-виводу для обробки даних та системи блоків живлення. Блок-схема спектрометра представлена на рис. 3.1.

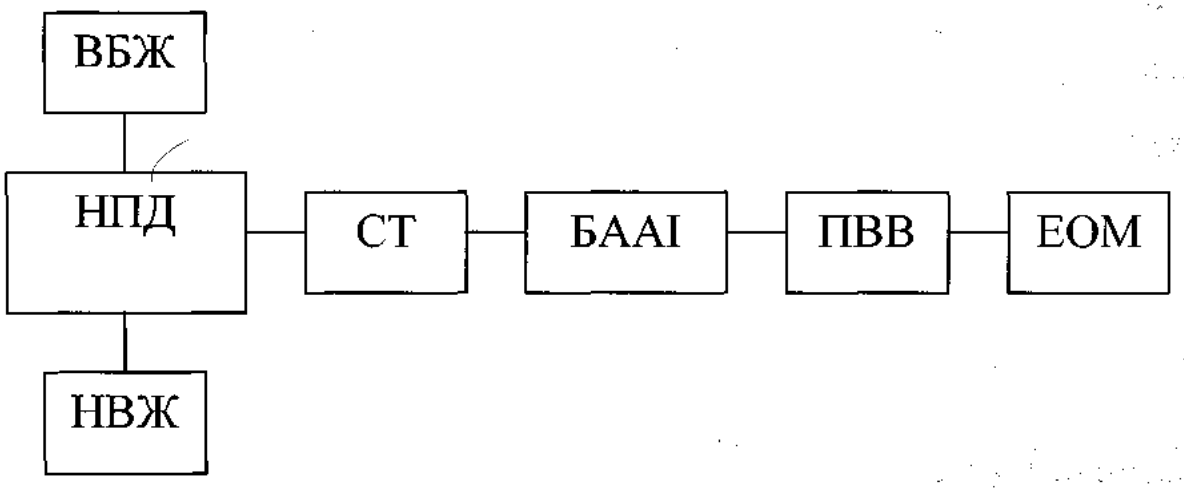

Рис.3.1. Блок-схема гамма-спетрометра.

Напівпровідниковий детектор (НПД) перетворює енергію іонізуючого випромінювання на електричний сигнал, амплітуда якого пропорційна енергії поглинутих гамма-квантів. Основні вимоги до детектора: мінімальний рівень шумів і пропорційність електричного сигналу енергії поглиненого випромінювання.

Спектральний тракт (СТ) забезпечує перетворення та підсилення сигналу з детектора, формуючи його у вигляд, придатний для багатоканального амплітудного аналізатора імпульсів (БААІ). СТ складається з попереднього та спектрометричного підсилювачів.

Багатоканальний амплітудний аналізатор імпульсів (БААІ) розподіляє імпульси за амплітудою по каналах, відповідаючи за візуальне відображення спектра іонізуючого випромінювання під час набору та обробки даних. Вимоги до БААІ: сталість ширини каналу по всьому робочому діапазону, висока температурна та часова стабільність.

Пристрій вводу-виводу (ПВВ) забезпечує взаємодію оператора з аналізуючою системою, дозволяє передавати і отримувати інформацію у зручному вигляді.

Система живлення складається з низько- (НВЖ) та високовольтного (ВБЖ) джерел.

Керування процесом через ЕОМ дає можливість автоматично проводити набір та обробку енергетичних спектрів. Для обробки спектральних даних використовують спеціальні програмні пакети, що забезпечують:

1. Автоматичний та ручний набір спектрів (реальний та живий час експозиції);
2. Калібрування спектра за енергією та ефективністю;
3. Пошук піків та визначення їх параметрів;
4. Ідентифікацію радіоізотопів за енергіями гамма-квантів;
5. Контроль фонового випромінювання та його врахування при розрахунку активностей;
6. Облік часових змін сигналу для дослідження короткоживучих елементів та створення бібліотеки ізотопів.

Гамма-спектрометричний аналіз проб проводився на спектрометричному комплексі СУ-01Ф. Детектором слугував германій-літієвий дрейфовий детектор ДГДК з чутливістю 120 мм для гамма-квантів енергії 1332 кеВ (Co-60). Енергетичне розділення для гамма-квантів 661 кеВ становило 2,5 кеВ. Зовнішнє гамма-випромінювання екранувалося свинцевим блоком товщиною 50 мм.

Набір спектра проводився у режимі живого часу, з використанням посудини Марінеллі об’ємом 1 л, час набору спектра перевищував 10 000 с. Калібрування ефективності реєстрації гамма-квантів виконано за допомогою зразкових проб ВНДІФТРВ.

Обробка спектрів здійснювалась програмним пакетом АКІ (НВЦ «Атомприладсервіс»), який дозволяє автоматизувати виділення та ідентифікацію піків повного поглинання, розрахунок питомих активностей Ai окремих радіонуклідів та інтегральної активності проби ґрунту, а також визначення густини поверхневого забруднення Pi конкретним ізотопом.

Формули для розрахунку активності та густини поверхневого забруднення:

$A_i N_i / \varepsilon_i q_i tm$

де Ni — кількість гамма-квантів певної енергії, зареєстрованих детектором за час t;

εi — абсолютна ефективність реєстрації гамма-квантів для даної геометрії;

qi — квантовий вихід;

m — маса проби.

$Pi = 2,7*10^{-n} AiM/mSn$ [Кі/км^2]

де M — загальна маса відібраної проби;

S — площа пробовідбірного пристрою;

n — кількість окремих уколів (індивідуальних проб).

3.4. Вимірювання гідрохімічного забруднення

Визначення хімічного споживання кисню (ХСК) у поверхневих та стічних водах проводиться відповідно до методики КНД 211.1.4.021-95. Методика базується на окисленні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді, калієм двохромовокислим у кислому середовищі при кип’ятінні. Для підвищення ефективності окислення органічних сполук до проби додають каталізатор — сірчанокисле срібло. Частина калію двохромовокислого відновлюється окислюваними речовинами, а залишок визначається титруванням амоній-залізо(II) сірчанокислим.

Отримані значення ХСК вважають приблизною мірою теоретичного споживання кисню. Повнота окислення органічних речовин у більшості випадків досягає 90–100 %. Метод досить чутливий до заважаючих факторів, наприклад, до вмісту хлоридів. При концентрації хлоридів понад 1 г/дм³ їх вплив нейтралізують сульфатом ртуті(II), доданим у кількості, що перевищує у 15 разів вміст хлоридів.

Для нейтралізації впливу сульфідів у пробу додають калій двохромовокислий і невелику кількість концентрованої сірчаної кислоти (5 см³) та залишають суміш на кілька хвилин у холодному місці для окислення

легко окислюваних речовин і сірчаних сполук (меркаптанів, органічних сульфідів і дисульфідів).

Тривалість аналізу: одне визначення займає близько 3 годин, серія з 6 проб — близько 5 годин.

Умови зберігання проб: проби зберігають при 3–4 °С і визначають не пізніше ніж через добу після відбору. Для консервування додають 1 см³ концентрованої сірчаної кислоти на 1 дм³ проби. Термін зберігання консервованих проб — 5 діб.

Обладнання та реактиви:

- аналітичні терези з точністю 0,0002 г (ГОСТ 24104);
- електричні печі, лабораторні штативи, скляні колби та піпетки (10–20 см³, 2-го класу точності, ГОСТ 29169);
- бюретки 25 см³ (ГОСТ 29251), циліндри 100 см³, колби 1000 см³ 2-го класу точності (ГОСТ 1770);
- воронка Бюхнера та порцеляновий шпатель (ГОСТ 9147);
- знезолені фільтри (ТУ 6-09-1678);
- дистильована вода (ГОСТ 6709);
- калій двохромовокислий (ГОСТ 4220),
- оксид ртуті (ГОСТ 5230),
- концентрована сірчана кислота (ГОСТ 4204),
- сірчанокисле срібло (ТУ 6-09-3703),
- натрій гідроксид (ГОСТ 4328),
- калій фталевокислий (ТУ 6-09-4433),
- глюкоза (ГОСТ 6038),
- активоване вугілля (ТУ 6-16-3075).

Підготовка робочих розчинів:

1. **Розчин калію двохромовокислого**: 12,258 г висушеного $K_2Cr_2O_7$ (2 год при 105 °С) розчиняють у невеликій кількості дистильованої води в 1 дм³ мірній колбі та доводять до позначки. Молярна концентрація розчину 0,0417 моль/дм³ (еквівалент С = 0,250 моль/дм³).

2. **Індикаторний розчин ферроїну**: 1,50 г 1,10-фенантроліну моногідрату та 0,70 г 7-водного сульфату заліза(II) розчиняють у дистильованій воді до 100 см³.

3. **Розчин N-фенілантранілової кислоти**: 12 см³ 0,1 моль/дм³ NaOH розчиняють та доводять до 250 см³ дистильованою водою.

4. **Розчин амоній-заліза(II) сірчанокислого**: 98,0 г речовини зважують з точністю 0,1 г, розчиняють у 1 дм³ дистильованої води, додають 20 см³ концентрованої сірчаної кислоти та після охолодження доводять до позначки.

Концентрацію розчину калію двохромовокислого встановлюють для кожної серії визначень: 10 см³ розчину розводять до 100 см³ води, додають 10 см³ концентрованої сірчаної кислоти, охолоджують і титрують розчином амоній-заліза(II) сірчанокислого з індикатором (2–3 краплі ферроїну або 5 крапель N-фенілантранілової кислоти).

Підготовка сульфату ртуті(II): 145 см³ дистильованої води змішують з 16 см³ концентрованої сірчаної кислоти, додають 30 г оксиду ртуті(II), перемішують, додають 1 г активованого вугілля та фільтрують. Фільтрат періодично очищують від кристалів сульфату порцеляновим шпателем. Отриману сіль сушать при 300–400 °C до сипкого стану та зберігають у темній склянці.

Контроль якості дистильованої води

Якість дистильованої води суттєво впливає на точність вимірювань ХСК і БСК. Перевірку води проводять за допомогою холостих проб, кип’ячених і некип’ячених. Якщо різниця витрати амоній-заліза(II) сірчанокислого перевищує 0,5 см³, це свідчить про забруднення дистильованої води. У такому випадку воду повторно переганяють з підкисленого розчину калію двохромовокислого або перманганату калію.

Перед фільтруванням проби паперові фільтри промивають гарячою дистильованою водою та першу порцію фільтрату (приблизно 250 см³) відкидають, щоб уникнути впливу фільтруючого матеріалу на результати. Не

рекомендується фільтрувати воду, що містить леткі або легко окислювані речовини; у таких випадках застосовують відстоювання, а для аналізу відбирають верхній прозорий шар.

Контрольне визначення

Для перевірки чистоти реагентів і точності методу аналізують 10 см³ стандартного розчину калію фталевокислого, теоретичне споживання кисню якого становить 500 мг/дм³. Аналіз вважається задовільним, якщо результат контрольного визначення не менше 96 % від теоретичного значення. Контрольні вимірювання проводять при приготуванні нової серії реактивів.

Хід визначення ХСК

Для визначення ХСК у діапазоні 5–50 мгО/дм³ застосовують розчини калію двохромовокислого (0,0042 моль/дм³) і амоній-заліза(II) сірчанокислого (0,025 моль/дм³).

1. 20 см³ проби поміщають у колбу зі шліфом для кип’ятіння.
2. Додають 0,4 г сульфату ртуті(II), 0,4 г сірчанокислого срібла, 10 см³ розчину калію двохромовокислого та скляні кульки або пемзу. Суміш перемішують.
3. Потім обережно приливають 30 см³ концентрованої сірчаної кислоти.
4. Колбу обладнують зворотним холодильником і кип’ятять 2 години у витяжній шафі. Рідина повинна залишатися золотисто-жовтою; поява жовто-зеленого забарвлення свідчить про недостатнє окислення, і необхідне коригування розчину.
5. Після охолодження суміш промивають у колбу 25 см³ дистильованої води, додають ще 75 см³ дистильованої води і охолоджують до кімнатної температури.
6. Додають 2–3 краплі розчину ферроїну або 5 крапель N-фенілантранілової кислоти та титрують надлишок калію двохромовокислого розчином амоній-заліза(II) сірчанокислого до зміни кольору індикатора. Кінцевою точкою вважають першу різку зміну забарвлення: для N-

фенілантранілової кислоти — з червоно-фіолетового у смарагдово-зелений, для ферроїну — з зеленого у червонувато-синій.

Холоста проба обробляється аналогічно, використовуючи 20 см³ дистильованої води.

Визначення біохімічного споживання кисню (БСК)

Методика КНД 211.1.4.024-95 визначає кількість кисню (мг/дм³), необхідну для окислення органічних сполук у 1 дм³ води в аеробних умовах протягом інкубації ($БСК_5$ — після 5 діб до появи нітритів у кількості 0,1 мг/дм³).

Підготовка дистильованої води:

- Використовують перегнану воду, не містячу домішок, що впливають на БСК (міді >0,01 мг/дм³, цинку >0,01 мг/дм³, вільного хлору, хлораміну, органіки).
- Воду насичують киснем (аерація) і оберігають від забруднення; ємкості використовують виключно для цих цілей.

Приготування проб для інкубації:

1. У мірну колбу 1 дм³ з сифоном наливають половину об’єму води для розбавлення, додають відміряний об’єм досліджуваної води та доводять об’ємом води до мітки. Колбу закривають і перемішують 15–16 разів перевертанням.
2. Отриману суміш розливають у 7 каліброваних склянок і закривають зрізаними притертими пробками, без бульбашок повітря. Ковпачки заповнюють тією ж водою, перевертають склянки дном догори для видалення повітря, після чого повертають у нормальне положення.
3. Далі готують контрольні склянки лише з водою для розбавлення (або заплідненою мікроорганізмами).

Визначення кисню:

- У одній склянці з досліджуваною водою та одній контрольній одразу визначають розчинений кисень.

- Решту склянок поміщають у термостат при 20 ± 1 °C.
- Через 5, 10, 15, 20, 25 діб (або інші строки за метою дослідження) з термостату вилучають по одній склянці з досліджуваною водою і по одній контрольній та визначають у них концентрацію розчиненого кисню.

Йодометричне визначення кисню

Йодометричний метод базується на реакції розчиненого кисню з гідроксидом марганцю(II) та подальшому титруванні утворених сполук за допомогою йоду.

1. У кисневу склянку, заповнену пробою до верху, додають 2 см³ розчину сірчанокислого марганцю. Піпетку занурюють наполовину, відтуляють верхній кінець і повільно виймають.

2. Іншою піпеткою додають 2 см³ розчину гідроксиду калію або розчину гідроксиду калію з йодидом калію, занурюючи кінчик лише під рівень рідини. Склянку закривають так, щоб не утворювались бульбашки повітря, споліскують горловину водою і перемішують перевертанням до утворення осаду гідроксиду марганцю на дні (10–15 хв).

3. Після випадання осаду додають 10 см³ розведеної (1:4) сірчаної кислоти та 0,15 см³ 4 % розчину сульфамінової кислоти або 40 % розчину сечовини. Склянку закривають і ретельно перемішують.

4. Вміст переливають у колбу для титрування; якщо використано гідроксид калію без йодиду, додають 2 см³ розчину калію йодистого. Склянку споліскують дистильованою водою, зливаючи її у ту ж колбу.

5. Через 5 хвилин йод титрують розчином тіосульфату натрію до світло-жовтого кольору, потім додають 1 см³ розчину крохмалю і продовжують титрування до знебарвлення.

Холостий дослід враховує можливий вплив органічних і мінеральних речовин. Пробу для холостого досліду обробляють так само, як і основну, і визначають витрату тіосульфату. Різницю витрат враховують при розрахунку концентрації кисню у мг/дм³.

Фотометричне визначення нітрит-іонів (реактив Грісса)

Методика КНД 211.1.4.023-95 застосовується для визначення нітритів у прозорих і слабозабарвлених природних та очищених стічних водах у діапазоні 0,03–10 мг/дм³.

1. Фільтрують 200 см³ проби через мембранний або паперовий фільтр ("синя стрічка").

2. Відбирають піпеткою 2,5–25 см³ аліквоти у 50 см³ мірну колбу, додають реактиви і доводять об’єм дистильованою водою до мітки.

3. Через 35–40 хвилин вимірюють оптичну густину в кюветах товщиною 1 см або 5 см при λ = 520 нм (або 510–540 нм на фотоелектроколориметрі).

4. Проводять одночасні вимірювання контрольної проби з 45 см³ дистильованої води та віднімають її значення для градуювання.

Фотометричне визначення загального заліза (ортофенантролін)

Методика КНД 211.1.4.034-95 заснована на утворенні червоного комплексу між іонами Fe^{2+} та 1,10-фенантроліном, що має максимум поглинання при 510 нм. Відновлення Fe^{3+} до Fe^{2+} здійснюють гідроксиламіном. Комплекс стійкий у межах pH 3–9, коефіцієнт молярного поглинання – $1{,}1 \times 10^4$.

1. Відбирають 50 см³ перемішаної або профільтрованої проби (або менший об’єм за необхідності).

2. При наявності органічних речовин, марганцю, нітритів або хрому пробу обробляють 2 см³ концентрованої азотної кислоти та 2 см³ концентрованої сірчаної кислоти, кип’ятять до появи густої білої пари.

3. Охолоджують, розчиняють утворені солі дистильованою водою, додають 1 см³ 10 % розчину гідрохлориду гідроксиламіну і кип’ятять до зменшення об’єму наполовину.

4. При необхідності фільтрують, переносять у 50 см³ мірну колбу, додають 10 см³ ацетатно-амонійного буферного розчину і 2 см³ розчину 1,10-фенантроліну, доводять до мітки дистильованою водою.

5. Розчин ретельно перемішують і витримують 10–15 хв до повного розвитку забарвлення. Одночасно проводять холосте визначення.

6. Світлопоглинання вимірюють при 510 нм у кюветі 10 мм або 50 мм проти дистильованої води.

7. Якщо проба була дуже кислою, після додавання буфера pH коригують до 4,0 концентрованим водним аміаком.

Меркурометричне визначення хлоридів у поверхневих і стічних водах КНД 211.1.4.037-95

Методика застосовується для визначення хлорид-іонів у концентраціях від 15 мг/дм³ і вище. Проби з концентрацією понад 100 мг/дм³ хлоридів перед аналізом розбавляють. Нормативна похибка вимірювання у діапазоні 10–50 000 мг/дм³ не повинна перевищувати 10 % (ГОСТ 27384).

Приготування розчинів:

- **0,05 М розчин хлористого натрію:** 2,9222 г хлористого натрію висушують до сталої маси, розчиняють у невеликому об’ємі дистильованої води та доводять об’єм до 1 дм³.
- **0,2 М розчин азотної кислоти:** 12,7 см³ концентрованої кислоти розводять до 1 дм³ дистильованою водою.
- **Змішаний індикатор:** 0,5 г дифенілкарбазону і 0,05 г бромфенолового синього розчиняють у 5–10 см³ 96 % етилового спирту та доводять об’єм до 100 см³. Зберігають у темній склянці.
- **5 % розчин фосфату натрію:** 6,5 г натрію дігідрофосфату дігідрату розчиняють у 94 см³ води або 5,0 г безводного дігідрофосфату у 95 см³ води.
- **0,025 М розчин нітрату ртуті(II):** 8,12–8,57 г ртуті азотнокислої різного ступеня гідратації розчиняють у невеликій кількості води з 1 см³

концентрованої азотної кислоти та доводять об’єм до 1 дм³. Можна приготувати з оксиду ртуті(II) – 5,5 г у 1 дм³ концентрованої азотної кислоти.

Попереднє вимірювання:

1. Відміряють 100 см³ профільтрованої проби, переносять у колбу для титрування.
2. Додають 0,3 см³ змішаного індикатора.
3. Якщо розчин стає жовтим – по краплях додають 0,1 М розчин гідроксиду натрію до синього забарвлення, потім вводять по краплях 0,2 М розчин азотної кислоти до жовтого кольору, додають ще 1 см³ кислоти та титрують нітратом ртуті(II) до фіолетового забарвлення.
4. Якщо проба синя – без додавання гідроксиду натрію додають 0,2 М азотну кислоту до жовтого кольору.
5. Концентрацію хлоридів попередньо розраховують за формулою:

$C = (V_n - V_0) * M * 35,45 * 1000 / V$

де:

- C – концентрація хлоридів, мг/дм³;
- V_n – об’єм нітрату ртуті(II), см³;
- V_0 – об’єм сліпого титрування, см³;
- M – молярність нітрату ртуті(II);
- V – об’єм проби, см³.

Основне вимірювання:

1. Відміряють необхідний об’єм профільтрованої проби, переносять у колбу для титрування, при необхідності доводять до 100 см³ дистильованою водою.
2. Проводять титрування із застосуванням нітрату ртуті(II), хлористого натрію, перекису водню, фосфату натрію, регулюючи pH до 9–11, кип’ятять 5–7 хв., охолоджують, додають індикатор і проводять титрування до фіолетового забарвлення.

3. Контролюють точність методом 5 повторних титрувань та сліпого визначення.

Гравіметричне визначення сухого залишку **КНД 211.1.4.042-95**

Методика визначає кількість розчинених речовин шляхом випарювання води з 5–1000 см³ профільтрованої проби, висушування залишку при 105 °С протягом 3 годин і зважування на аналітичних терезах. Маса сухої речовини повинна становити 50–500 мг.

Процедура:

1. Пусті порцелянові чашки висушують до сталої маси при 105 ± 2 °С у сушильній шафі.

2. Чашки охолоджують в ексикаторі 30–50 хв та зважують.

3. Процедуру повторюють до досягнення стабільної маси (різниця між послідовними зважуваннями ≤0,0002 г).

Виконання вимірювань сухого залишку

Суху мірну колбу об’ємом 50–100 см³, залежно від очікуваного вмісту солей, заповнюють профільтрованою водою до мітки. Пробу по частинах переливають у підготовлену порцелянову чашку і випаровують на водяній бані до повного висихання. При цьому об’єм води в чашці не повинен перевищувати певного відсотка її місткості.

Після випаровування залишку ретельно витирають зовнішню поверхню чашки фільтрувальним папером, змоченим у розбавленій (1:5) соляній кислоті, споліскують дистильованою водою та сушать на паперовому фільтрі. Потім чашку з сухим залишком ставлять у сушильну шафу, розігріту до 105 °С, і витримують протягом 3 годин. Після охолодження в ексикаторі 30–50 хв чашку швидко зважують з точністю до 0,0002 г.

Повноту висушування контролюють повторним прогріванням протягом 20 хв. Різниця між двома послідовними зважуваннями не повинна перевищувати 0,0002 г.

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАБРУДНЕНЬ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Радіонуклідне забруднення ґрунтів Вовчанського лісництва

Територія досліджуваного Вовчанського лісництва розташована в гірсько-лісовій зоні Східних Карпат. Ґрунти здебільшого щебенево-супіщані та щебенево-глинисті, з низьким вмістом поживних речовин. Відібрано пошарові проби: підстилаючий шар (до 3 см), верхній шар (3–13 см) та середній шар (13–23 см). Окрім того, відібрано пробу для визначення щільності радіонуклідного забруднення шару ґрунту завтовшки до 20 см.

За результатами досліджень (табл. 4.1), щільність забруднення Cs-137 у ґрунтах не перевищує 0,2 Кі/км², що відповідає даним літератури. У ґрунтах цієї території визначено наступні природні радіонукліди: K-40, Bi-212, Bi-214, Ra-226, Tl-208, Pb-212, Pb-214, As-228, а також техногенні Cs-134 та Cs-137, при цьому вміст Cs-134 становить менше 10% від Cs-137.

Таблиця 4.1 - Радіонуклідне забруднення ґрунтів Вовчанського лісництва

Проба ґрунту	Активність нуклідів (Бк/кг)										Щільність забруднення Cs	
	Cs-134	Cs-137	Ac-228	Pb-212	Pb-214	Ra-226	Tl-208	Bi-212	Bi-214	K-40	Кі/км^2	Бк/м^2
№1 г.Ріг (0-3см)	-	40,1	39,0	47,6	25,9	75,8	14,1	29,1	34,3	654	0,003	110
№2 г.Ріг (3-13см)	3,21	9,01	44,8	41,7	20,6	80,5	11,5	35,5	311	604	0,04	1702
№3 г.Ріг (13-23см)	2,16	3,05	40,3	50,9	22,0	64,6	14,2	44,7	28,3	701	0,01	412
№1 Хвойний ліс (0-3см)	-	187	24,7	36,5	-	-	2,88	-	28,1	400	0,05	2210
№2 Хвойний ліс (3-13см)	-	40,2	41,2	40,1	22,7	67,1	12,4	54,8	27,8	628	0,17	7104
№2 Хвойний ліс (3-13см)	-	3,41	31,2	41,8	-	65,4	14,5	-	23,7	582	0,02	767
Хвойний ліс (0-20см)	1,72	33,4	36,0	40,6	21,5	25,5	10,4	30,7	28,1	611	0,13	4640

Аналіз розподілу Cs-137 показав, що близько 80% цього ізотопу міститься в підстилці, приблизно 16–18% – у верхньому шарі ґрунту (3–13 см), решта – на більшій глибині. Найімовірніше, дане забруднення є наслідком аварії на ЧАЕС.

4.2. Вміст радіонуклідних елементів у грибах

Гриби становлять особливу групу організмів, до якої належить близько 100 тис. видів. У лісових екосистемах вони відіграють важливу роль у кругообігу речовин. Особливістю метаболізму грибів є їхня здатність накопичувати значні кількості радіоактивних елементів. Дослідження, проведені у лісах, забруднених викидами з ЧАЕС, показали, що середня концентрація Cs-137 у грибах перевищує її в деревині приблизно в 1000 разів. Багато вчених вважають гриби ефективним індикатором радіоактивного забруднення територій. Особливості біології грибів та харчова цінність деяких видів пояснюють підвищену увагу дослідників до цього компоненту лісової продукції.

Різні види грибів накопичують радіонукліди по-різному. Так, за даними німецьких дослідників, за вмістом сумарного радіоцезію гриби розташовуються у наступному порядку зростання: свинушка – польський гриб – хрящ-молочник – гірчак – моховик – жовтобурий – маслюк зернистий – маслюк звичайний. Різниця у рівнях забруднення деяких видів може сягати одного порядку.

Дослідження, проведені в зоні відчуження ЧАЕС (де щільність радіаційного забруднення ґрунту варіює від 150 до 3200 кБк/м²), показали, що до концентраційних видів грибів слід віднести свинушку тонку, польський гриб та деякі види моховиків.

Таблиця 4.2 - Особливості накопичення Cs-137 їстівними грибами

різних видів

Вид	Питома актив-ність Cs-137, Бк/кг	Коефіцієнт переходу	Коефіцієнт накопичення
Підосичник	25176+554	18±5	1,3+0,3
Лисичка	2247±918	17+4	1,1±0,3
Маслюк зернистий	6909±1468	46±6	5,4±1,2
Підберезник	8478+1348	54±9	4,9±1,2
Хрящ-молочник оливково-чорний	1368+184	12+1	1,3±0,2
Хрящ-молочник повстистий	10493+2188	86±4	7,9+0,2
Моховик жовто-бурий	6108+1760	45+10	5,1±1,8

Аналіз наявних даних свідчить про значні розбіжності у накопиченні Cs-137 різними видами грибів, що пояснюється сильною залежністю від екологічних та радіологічних особливостей місць відбору зразків. Для виявлення чітких закономірностей надходження Cs-137 у плодові тіла необхідно мінімізувати вплив цих змінних факторів. Такі дослідження були проведені на Подільській агролісомеліоративній науково-дослідній станції.

Вони виконувалися маршрутним методом: відбиралися зразки грибів та відповідні проби ґрунту. У сирих зразках грибів та повітряно-сухих зразках ґрунту визначали питому активність Cs-137, на основі чого розраховували коефіцієнти переходу та накопичення. Коефіцієнт переходу визначався як відношення питомої активності Cs-137 у сирих грибах (Бк/кг) до питомої активності радіонуклідів у ґрунті (кБк/кг).

Вплив видових особливостей на накопичення Cs-137 досліджували для грибів, відібраних у свіжих суборах, за щільності радіоактивного забруднення ґрунту від 74,1 до 185 кБк/м². Було відібрано такі види грибів: підосичник (червоноголовець), лисичка, маслюк зернистий, підберезовик, хрящ-молочник оливково-чорний та повстистий, моховик жовто-бурий. Результати наведені у

таблиці 4.2. Дисперсійний аналіз показав, що всі показники статистично достовірно залежать від видів грибів.

Значні відмінності у характері накопичення Cs-137 дозволили класифікувати досліджені гриби за величиною коефіцієнта поглинання.

До першої групи грибів із незначним накопиченням Cs-137 віднесено хрящ-молочник оливково-чорний; до другої групи зі середнім ступенем накопичення – лисичку та підосичник; до третьої групи з високим ступенем накопичення – моховик жовто-бурий, маслюк зернистий та підберезник; до четвертої групи, яка концентрує радіоцезій, – хрящ-молочник повстистий.

Аналіз особливостей накопичення Cs-137 їстівними грибами різних видів у однакових лісорослинних умовах і при близьких значеннях щільності радіоактивного забруднення ґрунту дозволяє зробити такі висновки:

1. Вміст Cs-137 у плодових тілах грибів значною мірою визначається їх біологічними особливостями, пов’язаними з видовими відмінностями. Усі гриби, незалежно від виду, здатні концентрувати Cs-137 і можуть суттєво впливати на внутрішнє опромінення людини при споживанні.

2. За величиною коефіцієнта переходу Cs-137 із ґрунту в плодові тіла грибів у свіжих суборах Українського Полісся досліджувані види розташовуються у наступному порядку: хрящ-молочник оливково-чорний → лисичка → підосичник → моховик жовто-бурий → маслюк зернистий → підберезник → хрящ-молочник повстистий.

Радіоактивне забруднення грибів також залежить від вологості та родючості ґрунту у місцях їх збору. Дані Центрального Полісся показують, що вміст цезію в плодових тілах грибів одного виду у вологих суборах перевищує такий у свіжих суборах у 3–7 разів.

Узагальнення різних досліджень свідчить, що рівні накопичення Cs-137 у плодових тілах грибів значною мірою залежать від лісорослинних умов. Як і для багатьох інших компонентів лісових фітоценозів, для грибів спостерігається підвищення коефіцієнтів переходу Cs-137 у плодові тіла за умови зростання трофності та зменшення вологості ґрунту.

Порівняння накопичення Cs-137 у грибах, зібраних на ділянках із різним рівнем радіоактивного забруднення, підтверджує, що підвищення концентрації радіонукліду в ґрунті призводить до збільшеного його надходження у плодові тіла. Дослідження у типовому для Полісся середовищі свіжих та вологих суборів показали, що питома активність Cs-137 у таких поширених грибах, як білі гриби, сироїжки та свинушки, статистично значимо залежить від рівня радіоактивного забруднення території.

На жаль, більшість досліджень обмежувалися лише описом характеру цієї залежності. Для вивчення математичних закономірностей було проведено аналіз вмісту Cs-137 у польських грибах Центрального Полісся. Плодові тіла та зразки ґрунту відбирали у свіжих суборах на ділянках із щільністю радіоактивного забруднення ґрунту від 37 до 555 кБк/м². Корелятивний аналіз показав високу ступінь лінійного зв’язку між цими показниками (коефіцієнт кореляції 0,97 ± 0,02), що дозволило провести регресійний аналіз і побудувати рівняння:

$$Y=\exp(a+b*x)$$

де Y – питома активність Cs-137 у плодових тілах грибів, Бк/кг; x – щільність радіоактивного забруднення ґрунту Cs-137, кБк/м²; a = 8,74 ± 0,14; b = 0,006 ± 0,01.

Результати свідчать, що питома активність Cs-137 у плодових тілах польського гриба експоненційно зростає зі збільшенням рівня радіоактивного забруднення ґрунту. Дані наведено в таблиці 4.3.

При розрахунку коефіцієнтів накопичення та переходу Cs-137 різними видами грибів враховувалося, що грибниця переважно розташована у підстилці. Тому для обчислень брали питому активність та щільність забруднення верхнього підстилаючого шару ґрунту. Результати наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.3 - Забруднення радіонуклідами грибів

Гриби	Активність нуклідів (Бк/кг)

	Cs-137	K-40	Bi-214	РЬ-212	РЬ-214	Ac-228	T1-208
Лисички (сухі)	123	1770	82,9	-	-	-	4,22
Рижики (сирі)	1,04	69,8	1,28	-	-	-	0,346
Маслюки (сирі)	20,4	107	2,80	-	-	-	0,443
Лисички (сирі)	-	179	8,62	-	-	24,9	-
Опеньки (сухі)	13,2	2180	5,23	8.12	-	-	1,28
Сироїжки (сухі) Ж	52	1900	25,9	32,4			4,11
Сироїжки (сухі) В	30,2	1190			11,5		0,863
Білі(сухі) В	104	1260	18,6	-	-	-	-
Підосичники (сухі) В	17,7	1010	3,02			30,3	2,01
Сироїжки (сухі) В	12,9	1050	9,02			20,7	7,51
Білі з домішкою інших грибів (сухі) Л		1760	35,5		40,1		22,4
Білі (сухі) В	43,2	1010	7,13	20,3	-	30,1	-
Суміш підберезників і підосичників	225	1150		19,0	8,48		3,57

Примітка: В - відібрано в околі с Вовче; Ж - відібрано в околі с.Жукотин; Л - відібрано в околі с.Лімна.

Згідно з отриманими даними, за здатністю накопичувати радіоцезій гриби з досліджуваної території можна розташувати у порядку спадання:

маслюки → лисички → білі гриби → сироїжки → підберезники → підосичники → опеньки → рижики.

Таблиця 4.4 - Коефіцієнти переходу ($К_п$) та накопичення ($К_н$) радіоцезію в грибах Вовчанського лісництва.

Коефіцієнт	Гриби						
	Лисички	Опеньки	Сироїжки	Білі	Підосичники	Рижики	Маслюки
$К_п$	25,4	3,1	10,5	21,6	4,0	2,1	42,8
$К_н$	3,5	0,5	1,4	3,0	0,5	0,2	5,5

Результати проведені за описаною в 3.2 методиці вимірювань сумарної Р-активності деяких видів грибів, показані в таблиці 4.5. Як видно, сумарна β-активність в найбільш забруднених грибах не перевищує 3770 Бк/кг.

Таблиця 4.5 - Сумарна β-активність деяких видів грибів

Бета-активність	Вид грибів					
	Сироїжки (с.Вовче)	Лисички (с.Вовче)	Опеньки (с.Лімна)	Білі (с.Вовче)	Підберезовики (с.Вовче)	Сироїжки (с.Жукотин)
А, 10^{-8} Кі/кг	5,292	8,27	9,55	5,35	4,53	5,2
А, Бк/кг	1946	3088	3563	2016	1706	1953

Враховуючи, що у грибах присутній широкий спектр радіонуклідів як природного походження (зокрема К-40, радіонукліди Pb, Bi тощо), так і штучного (Cs-137), можна зробити висновок, що вміст як радіоцезію, так і Sr-90 у грибах з території Вовчанського лісництва не перевищує допустимі санітарні норми, встановлені в Україні (ДР-97). Згідно з цими нормами, максимально допустимий вміст Cs-137 у грибах становить 2500 Бк/кг, а Sr-90 — 250 Бк/кг сухої маси. Враховуючи, що активність К-40 у досліджуваних

зразках змінюється в межах 1020 Бк/кг (білі гриби) до 2090 Бк/кг (опеньки) (див. табл. 4.2), можна стверджувати про незначне забруднення грибів радіонуклідами техногенного походження, зокрема Чорнобильського.

Аналіз показав, що вміст радіоцезію в різних видах грибів коливається від 20 до 124 Бк/кг сухої маси, тому такі гриби, відповідно до існуючих норм, можуть вживатися в їжу без обмежень.

4.3. Вміст радіонуклідних елементів у лікарських рослинах

Особливу увагу приділяють забрудненню лікарських рослин. На території Українського Полісся росте близько 60 видів лікарських рослин, занесених до Держфармакопеї, з яких приблизно 30 видів заготовлюються у лісах регіону в промислових масштабах. До аварії на ЧАЕС Полісся було основним районом заготівлі дикорослої сировини, зокрема бруньок сосни звичайної, листя та ягід чорниці, листя брусниці, трави звіробою, трави конвалії, пагонів багна болотного, кори дуба та крушини ламкої. Нині на значних площах Полісся таке збирання заборонено, особливо в найбільш лісистих районах. Це обумовлює актуальність регламентації заготівлі дикорослої лікарської сировини в конкретних екологічних умовах.

Проблема є актуальною й для інших країн Європи. Так, дослідження накопичення Cs-137 лікарськими рослинами в Західній Європі показали значне варіювання концентрацій у різних видах. Наприклад, німецькі радіоекологи визначили, що фіалка триколірна та звіробій звичайний накопичують радіоцезій помірно. Білоруські дослідники виявили інтенсивних накопичувачів Cs-137 серед багна болотного, гірчака водяного перцю, чорниці та брусниці. У Калузькій області Росії максимальне накопичення Cs-137 було зафіксовано у пагонах багна болотного, траві чебрецю, листі брусниці та кореневищах валеріани лікарської.

За інтенсивністю накопичення Cs-137 лікарські рослини можна розподілити на п’ять груп: дуже сильного, сильного, помірного, слабкого та

дуже слабкого накопичення. Середні коефіцієнти переходу Cs-137 з ґрунту в рослини є близькими всередині груп, але суттєво відрізняються між різними групами. Також спостерігаються значні відхилення цих коефіцієнтів у межах одного роду рослин залежно від екологічних умов (зокрема вологості ґрунтів) та року проведення досліджень. Тому чисельні значення коефіцієнтів переходу (КП) для лікарської сировини слід використовувати з урахуванням особливостей конкретного року досліджень.

Таблиця 4.6 - Групи лікарської сировини за інтенсивністю накопичення Cs-137 і середні коефіцієнти переходу

Групи	Види лікарської сировини	Коефіцієнт переходу Г(Бк/кг)/(кБк/м^2)
1	2	3
Дуже сильного накопичення	Плавун булавовидний, спори	123+0,1
	Чага, плодове тіло	118±28
	Чорниця, ягоди	123+17
Сильного накопичення	Чистотіл звичайний, трава	78±13
	Сосна звичайна, бруньки	76+10
	Брусниця, листя	93±13
	Багно болотне, пагони	81+17
	Чорниця, листя	77+5
	Золототисячник малий, трава	60±7
Помірного накопичення	Звіробій звичайний, трава	17±3
	Конвалія звичайна, суцвіття	15+2
	Пижмо звичайне, суцвіття	14+1
	Фіалка триколірна, трава	26±3
	Крушина ламка, кора	14+20
	Мучниця, листя	11+2

Слабкого накопичення	Кропива дводомна, трава	8,5±0,6
	Материнка звичайна, трава	7,5+2,5
	Цмін пісковий, суцвіття	5,3±0,3
	Конвалія звичайна,трава	9,6±0,7
	Дуб черешчатий, кора	7,2±1,2
	Чебрець звичайний, трава	4,5+0,4
	Наперстянка великоквітня, трава	4,3±0,6
	Кропива собача серцевидна, трава	3,8+0,4
	Спориш, трава	2,8±0,5
Дуже слабкого накопичення	Яливець звичайний, шишкоягоди	0,5±0,04
	Валеріана лікарська, кореневища	0,3±0,05
	Татарське зілля, кореневища	0,2+0,03

Вміст радіонуклідів у лікарських рослинах представлений в таб.4.7. Як видно з приведених в ній результатів, в лікарських рослинах Cs-137 не виявлено.

Таблиця 4.7 - Вміст радіонуклідів у лікарських рослинах

Рослини (в сухому стані)	Активність нуклідів (Бк/кг)						
	^{137}Cs	^{40}K	^{214}BI	^{212}PЬ	^{214}PЬ	^{228}Ac	^{208}Tl
Деревій: Стебла Квіти	-	 680 903	 55 19	 35 33,7	40	74,8	 3,4 6,7
Звіробій	-	583	21,5	-	10,9	-	3,82

Таким чином, лікарські рослини, зібрані на території Карпат, можуть використовуватися без обмежень щодо радіологічної безпеки.

4.4. Вміст радіонуклідів у деревині сосни

Було проведено дослідження деревини сосни на вміст гамма-радіонуклідів. Проби відбирали на висоті 1,3 м від ґрунту: зрізали дерево діаметром близько 0,2 м та вирізали з нього заготовку висотою 15 см. Далі на деревообробному верстаті з цієї заготовки виточували зразок за формою та розмірами стандартної посудини Марінеллі об’ємом 1 л.

Результати вимірювань активності радіонуклідів у корі та деревині наведені у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Вміст радіонуклідів у деревини сосни

	Активність, Бк/кг					
	Cs-137	K-40	Bi-214	T1-208	РЬ-212	As-228
Кора (вн.шар)	-	595	72	6,7	49,8	58,6
Кора (зовн.шар)	7,6	108	52	3,0	-	42,1
Деревина	2,1	100	20	3,8	8,5	10

Як і очікувалося, радіоцезій у корі та деревині практично відсутній. Вміст інших радіонуклідів також не перевищує природних фонових рівнів, характерних для навколишнього середовища. Тому така деревина може використовуватися в народногосподарській діяльності без будь-яких обмежень з точки зору радіологічної безпеки.

4.5. Гідрохімічні показники забруднення поверхневих вод

Поверхневий шар водотоку поблизу села Лімна є чистим. Не спостерігається жодного поверхневого забруднення плаваючими предметами, вода прозора, прісна, без стороннього запаху та без зміни кольору. Результати проведених досліджень наведені у таблиці 4.9. Значення водневого показника

(pH) коливаються в межах 7,65–7,73, що відповідає нормованому діапазону 6,5–8,5.

При використанні води в побутових та господарських цілях на її якість значний вплив мають розчинені солі кальцію та магнію. Так, вода, відібрана у селі Вовче, характеризується середньою твердістю 5,3 мг-екв/л, у селі Жукотин – 5,5 мг-екв/л, а у селі Лімна – 5,6 мг-екв/л. Згідно з ГОСТ 2874-82, загальна твердість води для господарсько-побутового використання не повинна перевищувати 7,0 мг-екв/л.

Концентрація сульфат-іонів становить від 26,6 до 60,8 мг/л при допустимому рівні 500 мг/л (ГОСТ 2874-82), тобто гранично допустимі концентрації не перевищуються.

Таблиця 4.9 - Гідрохімічні показники

	Одиниці виміру	Витік	с Вовче	с.Жуко-тин	с.Лімна
1	2	3	4	5	6
Колір води		Б/к	Б/к	Б/к	Б/к
Запах	бал	0	0	0	0
Прозорість	См	Вище 30	Вище 30	Вище 30	Вище 30
Активна реакція pH		7,65	7,67	7,70	7,73
Лужність	Мг екв/л	5,1	5.2	5,2	5,3
Твердість	Мг екв/л	5,1	5,3	5,5	5,6
Хлориди	Мг/л	15,9	27,80	32,50	40,1
Сульфати	Мг/л	26,6	41,22	51,40	60,80
Кальцій	Мг/л	72,2	80,10	90,20	100,00
Магній	Мг/л	18,2	15,70	14,4	13,2
Натрій+калій	Мг/л	25,0	35,3	45,7	55,5
Гідрокарбонати	Мг/л	311,1	317,2	328,2	340,6

Сума солей	Мг/л	469,0	517,32	562,4	610,2
Сухий залишок	Мг/л	353,0	362,0	368,2	378,0
Іони амонію	Мг/л	0,18	0,26	0,34	0,42
Нітрити	Мг/л	0,040	0,064	0,080	0,094
Нітрати	Мг/л	0,80	0,95	1,0	1,1
1	2	3	4	5	6
Фосфати	Мг/л	0,06	0,12	0,19	0,31
Окислюваність $KMnO_4$	Мг/л	1,80	3,2	5,4	7,0
Розчинений кисень	Мг/л	10,4	9,8	9,4	9,0
$БСК_5$	Мг/л	2,4	3,1	4,3	5,2
Залізо загальне	Мг/л	0,15	0,17	0,19	0,23
ХСК	Мг/л	6,0	6,9	7,5	8,1

До біогенних компонентів вод належать мінеральні сполуки, зокрема азот і залізо. Вони потрапляють у воду переважно внаслідок розпаду органічних решток тварин і рослин, а також разом із комунальними та сільськогосподарськими стоками. У досліджуваних пробах води визначали сполуки азоту (амоній, нітрати, нітрити), залізо та водорозчинний кисень.

Згідно з ГОСТ 2874-82, допустимі концентрації нітритів і нітратів становлять відповідно 0,08 та 40 мг/л. У перевірених водах ці показники не перевищують нормативів, причому вміст нітратів значно нижчий за гранично допустимий. Для води культурно-побутового призначення допустимий рівень амоній-іонів становить 2,0 мг/л. У водах верхів’я Дністра амоній-іони містяться у кількості 0,18–0,42 мг/л, що істотно нижче нормативного значення. Такий рівень забруднення амонієм не становить загрози, проте для підтримання санітарного стану річок-допливів важливо посилити контроль за надходженням стоків із господарств та дотриманням норм внесення амонійних добрив.

Вміст заліза у воді відповідає ГДК (0,3 мг/л) і коливається від 0,15 до 0,23 мг/л. Концентрація розчиненого кисню змінюється від 0 до 14 мг/л у

залежності від сезону та часу доби, при цьому мінімально допустимий рівень – 4 мг/л. У досліджуваних пробах він становив 9,0–10,4 мг/л.

Таким чином, усі показники біогенних речовин і розчиненого кисню знаходяться у межах нормативних значень, а вода придатна для використання. Води верхів'я Дністра за pH, вмістом заліза, амоній-іонів, нітратів і нітритів, а також за показниками БСК і ХСК відповідають стандартам питної води. Завдяки високій здатності Дністра до самоочищення концентрації сульфатів і хлоридів не перевищують ГДК, хоча навіть існуючі рівні можуть становити певну загрозу, зокрема для сульфатів і натрію, оскільки їх підвищення здатне призвести до засолення вод.

5. ПРИРОДООХОРОННІ ЗАХОДИ У ВЕРХІВ'Ї ДНІСТРА

Україна належить до регіонів з відносно низьким водозабезпеченням у Європі. Господарська діяльність людини, що посилюється з кожним роком, негативно впливає на водні ресурси.

Попередження органічного забруднення.

Основними джерелами хімічного та бактеріологічного забруднення поверхневих і підземних вод є сучасне сільське господарство, де широко застосовуються отрутохімікати та мінеральні добрива. Порушення правил їх використання та зберігання створює серйозну небезпеку. Тому важливо суворо дотримуватися встановлених норм внесення добрив і розміщувати сільськогосподарські угіддя на відстані не менше 300 м від водотоків. Також джерелами забруднення є стічні води і рідкі відходи тваринницьких комплексів, які містять високий рівень мінералізації, органічних речовин та патогенних мікроорганізмів.

Стан приватних подвір'їв також має велике значення. Накопичення гною без локалізації поблизу водотоків створює додатковий ризик. Однак такі джерела забруднення можна ефективно локалізувати та нейтралізувати за умови усвідомлення їх важливості кожним господарем.

Екоосвіта.

Необхідно інформувати населення про забруднення вод нітратами та пов'язані з цим ризики, організовувати освітні заходи для попередження механічного забруднення вод та пояснювати важливість дотримання правил охорони навколишнього середовища для здоров'я людей та майбутніх поколінь. Важливо активізувати роботу державних установ щодо контролю якості вод у сільських районах та регулювання стоків і застосування добрив. Громадські організації також можуть брати участь у вирішенні цих проблем.

Особливо актуально вирішення питання внесення органічних добрив у гірських районах. Необхідно створювати добрива, які максимально засвоюються рослинами та не забруднюють ґрунтові води. Для приватних

господарств рекомендується застосовувати пристрої та технології для перетворення біомаси на паливо.

Біоконверсійні технології.

Біомаса, як потужний акумулятор сонячної енергії, може використовуватися для виробництва біогазу або спалюватися як паливо. Пряме спалювання біомаси призводить до утворення піролізних продуктів, що забруднюють атмосферу, тому доцільніше застосовувати біотехнологічне перетворення через ферментативний розклад мікроорганізмами в анаеробних умовах (метанове бродіння для отримання метану, етилова ферментація для етанолу, деполімеризація для виробництва сполук для біогазу).

Біогаз виробляють у реакторах (метантенках) об’ємом від кількох кубометрів до кількох тисяч кубометрів. Реактор забезпечує бродіння субстрату, рівномірне перемішування та підтримання необхідної температури. Газ, що утворюється, надходить до газгольдера, звільняючи об’єм реактора.

Реактори виготовляють із залізобетону, металу або пластмас. Вони повинні бути герметичними, міцними, теплоізольованими та доступними для обслуговування. Найефективнішою є яйцеподібна форма, яка забезпечує кращі умови перемішування та руйнування кірки, хоча її складніше виготовляти із залізобетону. Циліндричні резервуари простіші у виробництві, але мають гірші умови перемішування.

Системи біоконверсії можуть бути проточними (неперервними чи напівнеперервними) або переривчастими. Реактори можуть мати вигляд бродильних камер, горизонтальних резервуарів чи траншей, які викопують у ґрунті з похилим дном. Субстрат підігрівають для забезпечення бродіння, а для запобігання втрат тепла реактори теплоізолюють. У метантенках рідину та тверді речовини перемішують механічними мішалками, струменями рідини або газів бродіння.

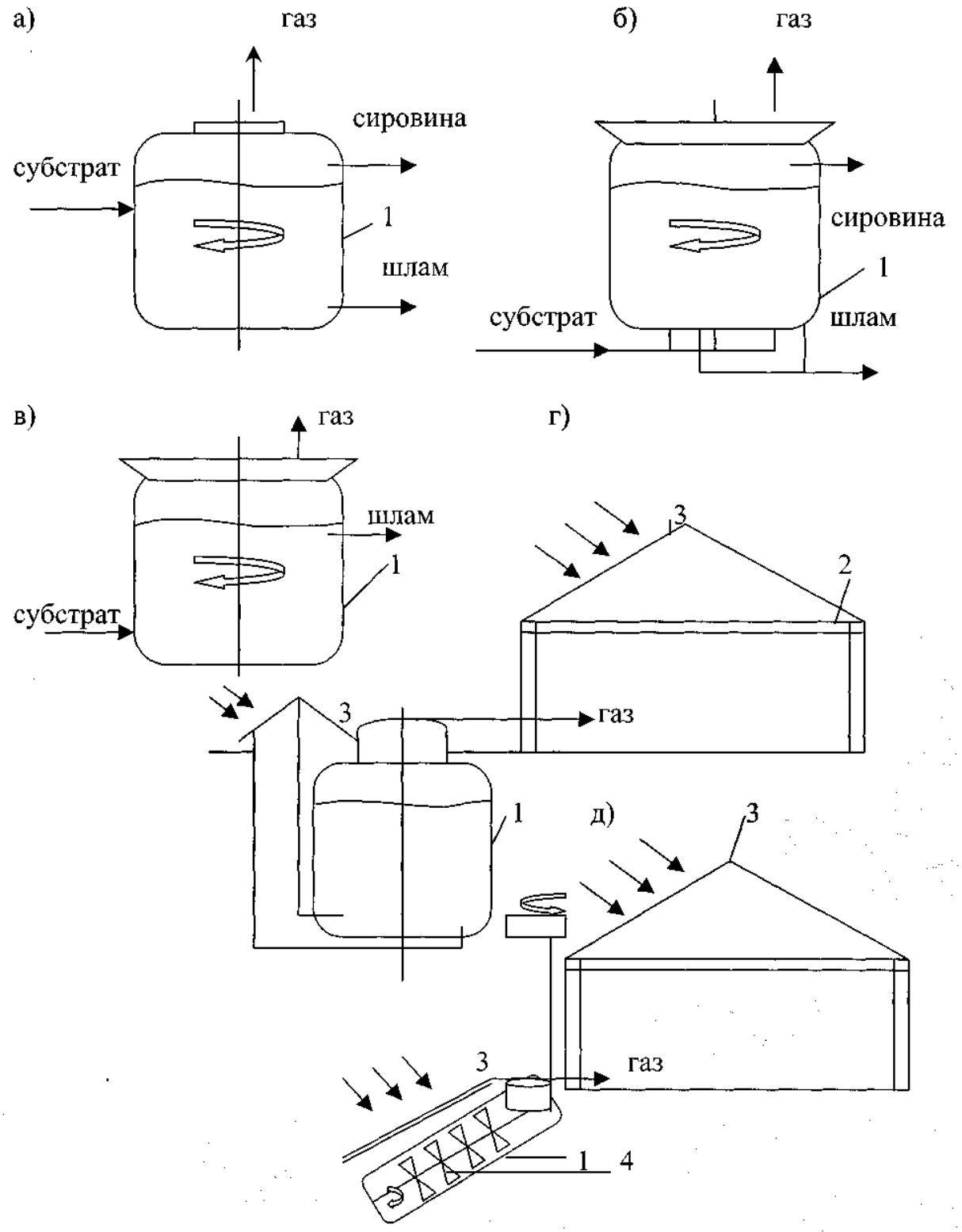

Рис. 5.1. Конверсія біомаси в паливо: а) - схема метатенків; б), в), г) - розміщення метатенків поряд з будівлями; д) - під будівлями; 1 - метатенк; 2 - будівля; 3 - геліоколектор; 4 - мішалка.

Газ, що надходить у газгольдери високого або низького тиску, необхідно очистити від сірководню та видалити вуглекислий газ. Отриманий біогаз може

використовуватися у системах опалення, стандартних водонагрівачах та газових плитах. Застосування біогазу дозволяє вирішити дві важливі проблеми одночасно:

1. Господарі припиняють забруднювати водотоки побутовими стоками, що покращує якість води.

2. Населення перестає вирубувати дерева для отримання палива, використовуючи власний біогаз, що сприяє збереженню лісів і стабілізації гідрологічного режиму верхів’я Дністра.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

6.1. Попередження травматизму

Робота на гамма-спектрометрі пов'язана з використанням різноманітних радіоактивних джерел і тому має проводитись згідно діючих норм радіаційної безпеки. Робота на ПЕОМ також має цілий ряд потенціальних негативних впливів як на фізіологічний, так і на психологічний стан людини.

Крім того, робота на гамма-спектрометрі та на ПЕОМ пов'язана з ризиком ураження електричним струмом та небезпекою виникнення пожежі внаслідок короткого замикання в електричній апаратурі.

До негативних факторів при роботі з ПЕОМ відноситься, в першу чергу, випромінювання електронно-променевої трубки монітора. Крім того, тривала робота з комп'ютером чинить згубний вплив на зорову систему людини, а тривале сидіння в непорушній позі негативно впливає на опорно-руховий апарат. Шкоди завдає також шум вентиляційної системи та інших електроустановок.

Отже, при плануванні робочого місця необхідно враховувати зручність розміщення дисплею, клавіатури та різних допоміжних пристроїв, а також місцезнаходження оператора. Тому при обладнанні робочих місць необхідно дотримуватись таких вимог:

• на дисплеї ставити екранні фільтри, які в кілька разів зменшують інтенсивність випромінювання електронно-променевої трубки та протидіють втомлюваності очей;

• сидіти за 80 см (приблизно на відстані витягнутої руки) від дисплея;

• екран дисплея має бути орієнтований в бік, протилежний до джерел світла (вікон, настільних ламп і т.п.);

• при розміщенні робочого місця поруч з вікном кут між екраном дисплея і площиною вікна повинен становити 100°;

• дисплей не розміщувати безпосередньо під джерелом освітлення або в

притул до нього;

• стіна позаду дисплея має бути освітлена так само, як і його екран;

• відстань від робочого місця кожного оператора до задніх і бокових стінок сусідніх ПЕОМ повинна складати не менше 1,3м;

• висота крісла на робочому місці оператора має бути регульована в межах 0,4-0,5 м;

• клавіатура та миша повинні розміщуватися на столі на відстані 0,3м від краю стола;

• дисплей потрібно розміщувати за клавіатурою, при необхідності встановлювати на підвищення (наприклад, системний блок);

• екран дисплея повинен вільно повертатися в горизонтальній площині на кут 90°, а у вертикальній - на кут 15°.

Виробниче середовище, яке є предметним оточенням людини, повинне суміщати в собі раціональне архітектурно-планувальне рішення, оптимальні санітарні-гігієнічні умови, науково-обумовлений колір.

На даний час діють "Норми і правила радіаційної безпеки України" (НРБУ-97), які є основним державним документом, що встановлює систему радіаційну-гігієнічних регламентів для забезпечення прийнятих рівнів опромінення, як для конкретної людини, так і для суспільства взагалі.

Нормами радіаційної безпеки НРБУ-97 встановлено три категорії осіб, які зазнають впливу іонізуючого опромінення:

1) категорія А (персонал) - особи, які постійно чи тимчасово працюють безпосередньо з джерелами іонізуючого випромінювання;

2) категорія Б (персонал) - особи, які безпосередньо не зайняті роботою з джерелами іонізуючого випромінювання, але у зв'язку з розташуванням робочих місць в приміщеннях та на промислових майданчиках об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями можуть отримувати додаткове опромінення;

3) категорія В - все населення.

Ліміти дози опромінення для різних категорій подані в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Ліміти дози опромінення (мЗв /рік)

	Категорії осіб, які зазнають опромінення		
	А	Б	В
Ліміт ефективної дози	20	2	1
Ліміти еквівалентної дози зовнішнього опромінення:			
для кристалика ока	150	15	15
для шкіри	500	50	50
для костей та стопи	500	50	-

Електричний струм викликає в організмі людини не лише теплову, але й хімічну і механічну дію. Для організму людину небезпечний як змінний, так і постійний струм. Змінний струм промислової частоти 50 Гц є найбільш небезпечний для людини, а струм частотою 500 кГц і більше не викликає небезпеки.

Є два види ураження електричним струмом: електричні травми та електричний удар. Електричними травмами називають часткові ураження організму електричним струмом. Більш небезпечним є електричний удар, при якому уражається внутрішні органи людського організму, в тому числі легені, серце, центральна нервова система. Встановлено, що змінний струм промислової частоти при його величині 100 мА, проходячи через тіло людини може паралізувати протягом 3 с.

Ураження електричним струмом виникає у випадках, коли нехтують елементарними правилами техніки безпеки при роботі з електрообладнанням і електроприладами, при ушкодженні ізоляції та різноманітних аварійних ситуаціях.

Найважливішим при ураженні електричним струмом є швидке вивільнення людини з під дії електричного струму з подальшим і обов'язковим проведенням штучного дихання та зовнішнього масажу серця.

Щоб вивільнити людину з-під струму слід виключити систему і, якщо можливо, закоротити фази за допомогою замикання металічною перемичкою та механічно відтягнути її. При цьому рятувальникам слід пам'ятати про необхідність користування засобами індивідуального захисту (рукавички, боти, гумові палички та інше). Без цього сам рятувальник може потрапити під дію електричного струму. Для вивільнення людини з під дії електричного струму можливе застосування дерев'яних та інших предметів, які за своєю природою є діелектриками. Якщо потерпілий перебуває на висоті, слід вжити заходи, щоб під час вимикання струму і падіння він не отримав механічних ушкоджень.

Прилади повинні мати затиск захисного заземлення за ГОСТом 12.2.007.0-75. Прилади повинні відповідати вимогам безпеки при надійному заземленні. Біля затискача заземлення повинен знаходитись знак заземлення за ГОСТом 12.2.007.0-75.

Заземлення здійснюється під’єднанням до затискача “ ⏚ “надійно заземленого мідного проводу з поперечним розтином 2-3 мм.

При роботі з приладами необхідно пам'ятати, що силові мережі знаходяться під напругою 220 В.

6.2. Виробнича санітарія і гігієна праці

Небезпечна зона визначається перевищенням рівня випромінювання над природним фоном. Якщо рівень фону невідомий, його приймають рівнем 10 мкР/год.

Приміщення засобів індивідуального захисту а також дозиметричний контроль осіб, виходячи із зони, проводиться перед входом в засмічену зону. Доза опромінення не повинна перевищувати 17 мР/добу. Допускається одноразове опромінення дозою до 3 Рентген при умові, що річна доза не перевищує 5 Рентген. При дії на організм дози більше 25 Рентген, працівник

направляється на медичне обстеження. В період перебування в зоні забороняється прийом їжі, рідини, куріння і користуватись косметикою. При порізах і інших механічних пошкодженнях шкіряного покриву, що загрожує попаданням радіоактивної речовини в середину організму, потерпілий повинен терміново покинути забруднену зону і провести обробку шкіряного покриву під наглядом лікаря.

Обов'язковий комплект спецодягу повинен знаходитися в лабораторії. До цього комплекту входять:

1) захисний спецодяг при небезпеці зовнішнього опромінення:

• рукавиці з освинцьованої гуми;

• фартух з освинцьованої гуми;

• захисні окуляри;

2)засоби індивідуального захисту при порушенні герметичності ампули з радіоактивними речовинами:

• комбінезон;

• рукавиці;

• чоботи гумові;

• розпиратори ШБ-1 "Лепесток";

• нарукавники із того ж матеріалу;

• шкарпетки бавовняно-паперові не фарбовані. 3) підсобні засоби:

• інструмент дистанційний типу УД, або інший захват з рукояткою, довжиною не менше 1 м;

• совок з видовженою ручкою;

• мітла, щітка, лом.

6.3. Протипожежна профілактика

Дана лабораторія відноситься до сухих (відносна вологість 50-60%)

приміщень без підвищеної небезпеки. В лабораторії пожежа може виникнути в результаті теплової дії електричного струму (коротке замикання), блискавки чи безвідповідальності обслуговуючого персоналу. Лабораторія характеризується наявністю твердих горючих речовин і матеріалів.

Система запобігання пожежі включає:

1) контроль та профілактика ізоляції;

2) наявність плавких вставок та запобіжників в електронному обладнанні;

3) заземлення;

4) захист від зарядів статичної електрики; Протипожежний захист забезпечують наступні заходи:

а) аварійне відключення і переключення апаратури;

б) вогнегасники вуглецево-кислотного типу ОХ-10 об'ємом 10л. Вогнегасники знаходяться у видних і легкодоступних місцях;

в) система повідомлення - світлова і звукова сигналізація.

Для визначення кількості вогнегасників в лабораторії використовуються протипожежні нормативи. Виробниче приміщення необхідно обладнати одним вогнегасником на 50 м~ площі.

$S = 32$ м^2

N-? $N = 32/50 = 0,8*1$

Приймаємо один вогнегасник марки ОП-10 (вогнегасник порошковий).

6.4. Надання першої допомоги при нещасних випадках

При ураженні електрострумом необхідно негайно обезточити потерпілого,відключивши рубильник чи перерубавши проводи інструментом (кусачками, сокирою), ручки якого мають надійну ізоляцію.

Якщо установку відключити не вдається, необхідно звільнити потерпілого від електроповодки за допомогою сухоі палки чи гумових рукавиць. При звільненні потерпілого необхідно працювати однією рукою.

При всіх випадках ураження електричним струмом необхідно негайно викликати медичну допомогу. До приходу медпрацівника необхідно зробити наступне;

а) якщо потерпілий в свідомості, проте до цього був без свідомості і довгий час знаходився під напругою, йому необхідно забезпечувати повний спокій до прибуття лікаря і подальше спостереження протягом 2 - 3 год., а в випадку неможливості швидко викликати лікаря - терміново відправити потерпілого в лікувальний заклад за допомогою транспортних засобів чи носилок;

б) коли потерпілий без свідомості, але збереглося дихання, його необхідно положити на рівну поверхню, розщипнути одяг, створити потік свіжого повітря, дати понюхати нашатирний спирт, збризнути лице водою, розтерти і зігріти тіло. Якщо потерпілий починає дихати - дуже рідко і судорожно, необхідно зробити штучне дихання;

в) якщо потерпілий не дихає, необхідно зробити штучне дихання і зовнішний масаж серця. Штучне дихання виконують за схемою "рот в рот" чи "рот вніс". При цьому видихати потрібно різко через кожні 5 - 6 с. Перед цим забезпечують прохідність дихальних шляхів, які можуть бути закриті запалим язиком, слизом, кров'ю. Зовнішній масаж серця здійснюється частотою один раз в секунду. Місце натискування під час масажу знаходиться приблизно на два пальці вище м'якого кінця грудини. Надаючи допомогу, потерпілого кладуть на спину і звільняють від одягу. Штучне дихання і зовнішній масаж серця проводять до прибуття швидкоі допомоги.

При отруєнні газом необхідно винести потерпілого з небезпечноі зони, звільнити від одягу, що заважає диханню, проте не створювати переохолодження тіла. При зупинці дихання необхідно зробити штучне дихання.

При попаданні отруйноі речовини в органи травлення потрібно викликати рвоту, а потім дати засоби нейтралізації дії отрути.

Якщо отруйна речовина потрапила на шкіру, необхідно негайно зняти

її. Взалежності від характеру отруйної речовини зняття здійснюється різними способами. Найбільш загальним виявляється зняття отруйної речовини зі шкіри органічним розчинником.

При термічних опіках необхідно застосовувати наступні заходи:

а) у випадку займання одягу на людині необхідно накрити ii ковдрою чи облити водою;

б) при опіках першого ступеня обпечене місце можна присипати двохвуглекислим натрієм (питтєвою содою), крохмалем, тальком чи зробити примочки з свіжоприготовлених розчинів питтєвої соди (двохпроцентний розчин), марганцевокислого калію (5-ти % розчин), кращим засобом для примочок є 96-ти % етиловий спирт;

в) при опіках другого і третього ступеня дозволяється робити тільки примочки із розчину марганцево-кислого калію і накласти суху асептичну пов'язку. Лікування таких опіків проводить медпрацівник.

При хімічних опіках кислоту чи луг, що потрапили на шкіру, необхідно забрати ватним тампоном, промити уражене місце великою кількістю води і обробити нейтралізуючими речовинами;

а) при опіках кислотами (соляною, сірчаною, азотною) - 2-ох %-ним розчином карбонату амонію чи бікарбонату натрію;

б) при опіках лугами - 2-ох %-ним розчином оцтової кислоти (або 1-но %- ним розчином соляної кислоти);

в) при опіках плавинової кислоти - промити великою кількістю води і накласти компрес з пастою, приготовленою з гідриту окису магнію.

Дуже небезпечні хімічні опіки для очей. Попадання в очі органічних розчинників дуже болюче, ураження свинцем, ртуттю, окисом вуглецю, аміаком призводить до погіршення зору, а перекис водню може викликати повну втрату зору. Щоб уникнути ураження очей при роботі з перечисленими сполуками, необхідно користуватися захисними окулярами.

При попаданні в очі речовини видаляють шляхом промивання великою кількістю води.

При незначних порізах рани промивають розчином марганцевокислого калію і змащують краі розчином йоду. Для дезінфекції застосовують 5-ти %-ний розчин перекису водню, а потім місце поранення перев'язують стерильним бинтом.

При глибоких порізах і сильній кровотечі для швидкоі зупинки крові накладають джгут і направляють в лікувальний заклад (джгут не можна тримати більше півтори години, щоб не допустити омертвіння тканини).

При порізах склом необхідно промити рану сильним струменем води, обробити краі рани перекисом водню, забинтувати. Подальшу допомогу надає лікар. Не рекомендується самому видаляти глибокопроникліі осколки скла, так як це може призвести до збільшення поверхневого пораняння.

ВИСНОВКИ

Природно-кліматичні умови регіону верхів’я Дністра визначають особливості місцевої екосистеми. На основі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. Найбільша концентрація Cs-137 спостерігається у верхньому (підстеляючому) приповерхневому шарі ґрунту (близько 80%).
2. Міграційні дослідження Cs-137 показали зменшення його вмісту з глибиною.
3. Рослини з кореневою системою у верхніх шарах ґрунту накопичують більше радіоцезію.
4. У деревині сосни звичайної практично не спостерігається накопичення Cs-137.
5. Вміст Cs-137 у грибах відповідає діючим санітарним нормам України.
6. Гідрохімічні показники водотоків верхів’я Дністра не перевищують нормативів ГДК.
7. Для запобігання погіршенню екологічної ситуації рекомендовано здійснювати природоохоронні заходи: підвищення екологічної освіти населення та впровадження технологій конверсії біомаси в паливо.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрійчук В. А. Екологічний стан басейну річки Дністер. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 212 с.

2. Архипов А. М., Архипов М. П., Городецький Д. В. та ін. Стан радіонуклідів зони відчуження // Бюлетень екологічного стану зони відчуження. 1996. № 1. С. 17–21.

3. Басейн річки Дністер: екологічний стан та проблеми природокористування : монографія / за ред. М. М. Корчака. Чернівці : Рута, 2012. 320 с.

4. Біланюк Л. М., Патика В. П. Біологічна утилізація відходів і осадів стічних вод : монографія. Київ : Наукова думка, 2008. 256 с.

5. Бойчук І. В. Мікологія : підручник. Київ : Либідь, 2003. 350 с.

6. Бондаренко О. С. Вплив промислових підприємств на якість вод Дністра // Водне господарство України. 2016. № 4. С. 25–31.

7. Водогосподарський паспорт річки Дністер. Київ : Держводагентство України, 2013. 145 с.

8. Воробйова О. І. Мікроміцети ґрунтів України : монографія. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2005. 240 с.

9. Гамулька Б. М. Біоконверсія органічних відходів за допомогою вермикультури : навч. посіб. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 180 с.

10. Державні санітарні правила охорони поверхневих вод від забруднення. Київ : МОЗ України, 1999. 56 с.

11. Державний водний кадастр України. Басейн р. Дністер. Розділ «Поверхневі води». Київ : Держводагентство України, 2020. 120 с.

12. ДСТУ 4077–2001. Якість води. Визначення біохімічного споживання кисню (БСК5).

13. ДСТУ 4770.3:2007. Якість ґрунту. Визначення грибної мікрофлори ґрунту.

14. ДСТУ 4808:2007. Якість води. Визначення хімічного споживання кисню (ХСК).

15. Єрмоленко Ю. П. До геоморфологічної характеристики верхів'я Дністра (у межах Стрийсько-Сянської Верховини) // Вісник ЛДУ. 1965. Вип. 33. 120 с.

16. Жукорський О. М. Мікробіологія ґрунтів : навч. посіб. Київ : Академперіодика, 2006. 280 с.

17. Злобін Ю. А. Основи екології. Київ : Лібра, 1998. 248 с.

18. Керівні нормативні документи. Якість вимірювань складу та властивостей об'єкту довкілля та джерел їх забруднення. – Київ, 1997. – 510 с.

19. Ковальчук І. П. Антропогенне навантаження на водні екосистеми Західної України. Львів : Світ, 2009. 256 с.

20. Ковальчук І. П. Гідроекологічний стан малих річок Передкарпаття. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2011. 198 с.

21. Краснов В. П. Радіоекологія лісів Полісся України. Житомир, 1998. 112 с.

22. Краснов В. П., Ірклієнко С. П., Мазепа М. Г. та ін. Накопичення Cs-137 їстівними грибами // Лісовий журнал. № 4. С. 8–10.

23. Кравчук Я. С. Гідрологічний режим верхів'я Дністра в умовах кліматичних змін // Український географічний журнал. 2017. № 2. С. 41–48.

24. Курдіш І. К. Ґрунтова мікробіологія : навч. посіб. Київ : Аграрна наука, 2010. 400 с.

25. Лозняк П. Г. Геоекологія річкових басейнів. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2008. 300 с.

26. Методи мікробіологічного аналізу ґрунту : метод. вказівки. Київ : НУБіП України, 2009. 76 с.

27. Позняк С. П. та ін. Біорізноманіття Карпатського біосферного заповідника. Київ, 1997. С. 80–95.

28. Романенко В. Д. Екологічна гідробіологія. Київ : Либідь, 2001. 300 с.

29. Сташук В. А. Водні ресурси та екологічний стан басейнів річок України. Київ : Інтерпрес, 2010. 320 с.

30. Тирик Я. Турківщина. Львів : ВНТЛ, 2000. 125 с.

31. Третяк А. М. Охорона водних ресурсів України. Київ : Аграрна наука, 2009. 280 с.