

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

100-річчю ДДАЕУ присвячується

Т. В. АНАНЬЄВА

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

ПРАКТИКУМ

ОЛДІПЛУС

2021

Рецензенти:

Шугуров О. О. – доктор біол. наук, старший наук. співр., професор (кафедра загальної біології та водних біоресурсів Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара);

Ушакова Г. О. – докторка біол. наук, професорка (кафедра біохімії та фізіології Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара);

Зайцева І. А. – кандидатка біол. наук, доцентка (кафедра садово-паркового мистецтва та ландшафтної дизайну Дніпровського державного аграрно-економічного університету)

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Дніпровського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 4 від 23 грудня 2021 року)*

Ананьєва Т. В.

А64 Моніторинг довкілля. Практикум : навч. видання. / Т. В. Ананьєва. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – 172 с.

ISBN 978-966-289-592-6

У посібнику вміщені завдання для проведення практичних і лабораторних занять з дисципліни «Моніторинг довкілля», спрямованих на формування у здобувачів вищої освіти знань та навичок щодо основних аспектів організації системи моніторингу, спостереження за станом навколишнього середовища на підставі відповідних методичних рекомендацій та інструкцій; застосування існуючих методів вимірювання параметрів довкілля для визначення його якості та відхилення від чинних нормативів; використання отриманих результатів для оцінки стану окремих об'єктів довкілля.

Навчальний посібник складений у відповідності до тематичного плану курсу, передбаченого робочими програмами дисципліни «Моніторинг довкілля», і призначений для здобувачів вищої освіти першого бакалаврського рівня ДДАЕУ за освітніми професійними програмами «Екологія», «Технології захисту навколишнього середовища», «Водна інженерія та водні технології».

УДК 504.064(076)

ISBN 978-966-289-592-6

© Т. В. Ананьєва, 2021

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕДМОВА..... | 6 |
| РОЗДІЛ 1 ПРАКТИЧНИЙ КУРС ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ» | 8 |
| Практична робота № 1 Передумови створення системи моніторингу довкілля та її удосконалення | 8 |
| Практична робота № 2 Фактори, індикатори та показники, які досліджуються в системі моніторингу довкілля | 11 |
| Практична робота № 3 Оцінка забруднення атмосферного повітря | 16 |
| Практична робота № 4 Розв'язок типових задач щодо визначення забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами..... | 21 |
| Практична робота № 5 Ерозія ґрунту та заходи боротьби з нею..... | 25 |
| Практична робота № 6 Принципи організації спостережень за рівнем хімічного забруднення ґрунтів | 28 |
| Практична робота № 7 Показники якості води для проведення моніторингу водних об'єктів | 32 |
| Практична робота № 8 Види програм спостережень за якістю води..... | 37 |
| Практична робота № 9 Регіональний моніторинг поверхневих вод басейну ріки | 41 |
| Практична робота № 10 Розрахунок і оцінка винесення нутрієнтів поверхневим стоком у водні об'єкти | 44 |
| Практична робота № 11 Агроекологічний моніторинг в інтенсивному землеробстві | 48 |

| | |
|--|-----------|
| Практична робота № 12 Екологічні проблеми застосування засобів хімічного захисту рослин | 52 |
| Практична робота № 13 Радіаційний моніторинг | 56 |
| Практична робота № 14 Особливості організації фонового моніторингу | 59 |
| РОЗДІЛ 2 ЛАБОРАТОРНИЙ КУРС ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ» | 62 |
| Лабораторна робота № 1 Техніка безпеки робіт при проведенні польових і лабораторних моніторингових досліджень | 62 |
| Лабораторна робота № 2 Гідрометеорологічна служба України | 68 |
| Лабораторна робота № 3 Розрахунок інтегральних показників рівня забруднення атмосферного повітря | 77 |
| Лабораторна робота № 4 Визначення кількості вихлопних газів автотранспорту протягом доби | 82 |
| Лабораторна робота № 5 Організація спостережень і контролю за забрудненням ґрунтів важкими металами | 90 |
| Лабораторна робота № 6 Визначення сумарного показника забруднення сільськогосподарських ґрунтів важкими металами | 93 |
| Лабораторна робота № 7 Оцінка рівня забруднення ґрунтів автомобільним транспортом | 98 |
| Лабораторна робота № 8 Агроекологічне районування Дніпропетровської області | 103 |
| Лабораторна робота № 9 Методика оцінювання якості води відповідно до Водного кодексу України | 109 |

| | |
|--|------------|
| Лабораторна робота № 10 Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями | 115 |
| Лабораторна робота № 11 Методика вибору та оцінки джерел централізованого водопостачання | 121 |
| Лабораторна робота № 12 Визначення показників жорсткості та мінералізації води кондуктометричним методом | 124 |
| Лабораторна робота № 13 Аналіз впливу виробництва на водні об'єкти | 127 |
| Лабораторна робота № 14 Вимірювання радіаційного фону території | 132 |
| Лабораторна робота № 15 Оцінювання стану навколишнього середовища за наявністю та різноманітністю лишайників | 138 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 142 |
| ДОДАТКИ | 143 |

ПЕРЕДМОВА

У сучасних умовах глобального погіршення якості довкілля та зміни клімату особливого значення набуває визначення оперативних та довготривалих змін показників навколишнього середовища та прогнозування їх тенденцій у майбутньому. Курс «Моніторинг довкілля» формує базові знання з контролю стану довкілля та вимірювання основних його параметрів в обсязі, необхідному для вивчення професійних дисциплін та для використання в обраній професії.

Метою викладання навчальної дисципліни «Моніторинг довкілля» є формування у майбутніх фахівців теоретичних знань, умінь та практичних навичок, спрямованих на засвоєння основних сучасних концепцій здійснення моніторингу навколишнього природного середовища на локальному, регіональному, національному та глобальному рівнях; ведення кадастрів природних ресурсів, обліку об'єктів, що шкідливо впливають на стан довкілля, прогнозування стану довкілля на перспективу, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для проведення природоохоронних заходів.

В результаті вивчення даної дисципліни у здобувачів вищої освіти формуються знання та навички щодо основних аспектів моніторингу довкілля, будови основних компонентів систем моніторингу, особливостей вимірювання основних параметрів довкілля, проектування систем моніторингу, вміння використовувати нові знання для оцінки стану довкілля та прогнозування його змін. Змістом набутих умінь є спостереження за станом навколишнього середовища на підставі відповідних методичних рекомендацій та інструкцій, використання отриманих результатів для оцінки стану окремих об'єктів довкілля; застосування існуючих методів вимірювання параметрів довкілля для визначення його якості та відхилення від чинних нормативів; використання отриманих знань для розробки управлінських рішень з метою покращення якості довкілля; опанування відповідною термінологією для спілкування з науковцями і фахівцями у відповідних галузях.

Предметом вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля» є принципи створення і функціонування системи моніторингу; принципи узгодженості нормативно-правового та організаційно-методичного забезпечення сумісності технічного, інформаційного і програмного забезпечення складових частин системи моніторингу; принципи своєчасності і систематичності спостережень за станом довкілля в зоні дії техногенних об'єктів, отримання, комплексності оброблення та використання екологічної інформації, що знаходиться і зберігається в системі моніторингу; формування знань та умінь, необхідних майбутньому фахівцеві для роботи в регіональних і національних природоохоронних службах України, у регіонах, де екологічна ситуація залишається вкрай складною, навантаження на природне середовище зростає, а забруднення і виснаження природних ресурсів продовжує загрожувати здоров'ю населення, екологічній безпеці та економічній стабільності держави.

РОЗДІЛ 1

ПРАКТИЧНИЙ КУРС

ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

«МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ»

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

ТЕМА: Передумови створення системи моніторингу довкілля та її удосконалення

Мета роботи: Ознайомитись з особливостями і наслідками взаємодії суспільства і природи, науковими засадами здійснення і вдосконалення системи моніторингу навколишнього природного середовища.

Теоретичний матеріал

Необхідність створення системи моніторингу з'явилась у зв'язку із прогресуючим наростанням антропогенного впливу на природне середовище в результаті взаємодії суспільства і природи.

Для цього процесу характерні три основні стадії, які вважаються етапами розвитку глобальної системи «суспільство – природа»:

- *функціонально незамкнена система* (від виникнення людського суспільства до епохи пізнього палеоліту) – слабкі антропогенні впливи ще не викликали змін у навколишньому природному середовищі;
- *функціонально-частково замкнена система* продовжувалась приблизно 40 тис. років (від епохи пізнього палеоліту до середини ХХ століття). На цій стадії вже почала проявлятися зворотна реакція природного середовища на антропогенні впливи, але відчутних для людства негативних наслідків ще не спостерігалось;
- *функціонально-замкнена система* (із середини ХХ століття до наших днів), коли значний антропогенний вплив на природу створив реальну загрозу виникнення невідворотних глобальних процесів, які спроможні зробити навколишнє природне середовище непридатним для подальшого розвитку цивілізації та самого існування людського суспільства.

У цілому весь період, що охоплює першу та другу стадії, характеризувався тим, що запаси і природне відтворення природних ресурсів значно перебільшували потреби суспільства.

Таким чином, починаючи із середини ХХ століття, почалася сучасна екологічна криза, яка набула глобального, загальносвітового значення, тому що виникла небезпека руйнування умов життєзабезпечення людства та функціонування біосфери в цілому. В останні десятиріччя спостерігається зменшення концентрації стратосферного озону, а над полярними областями виникли так звані «озонові дірки». Ця тенденція викликає особливе занепокоєння, оскільки озонний шар має властивість поглинати жорстку ультрафіолетову радіацію, яка згубно діє на живі організми.

Людство йде до вичерпання багатьох видів мінеральної сировини, чистої прісної води. Доступну сировину, згідно з багатьма прогнозами, буде вичерпано до 2100 року, а органічне паливо – ще раніше, тому виникають проблеми забезпечення мінеральними та енергетичними ресурсами. Створення потужних гідроелектростанцій (ГЕС) призводить до вилучення надто великих площ сільськогосподарських угідь, а будівництво нових атомних електростанцій викликає обурення громадськості у зв'язку з потенційною загрозою аварій і, як наслідок, можливими катастрофічними наслідками.

Екологічна ситуація, що склалася в останні десятиріччя, обумовила інтенсивний пошук шляхів та методів зменшення негативних наслідків втручання людини у функціонування природних екосистем. Для отримання необхідних уявлень щодо реального стану на перспективу та цілеспрямованого управління його якістю на початку 70-х років ХХ століття на конференції ООН з охорони навколишнього середовища (Стокгольм, 5–16 червня 1972 р.) було запропоновано організувати систему повторних спеціальних спостережень за станом навколишнього природного середовища у просторі та часі за спеціально підготовленою програмою. Тоді вперше з'явився термін «моніторинг» (від англ. *monitoring* – той, що спостерігає, наглядає, нагадує). Означене визначення системи моніторингу було запропоновано Р. Манном.

Наукові засади здійснення системи моніторингу в умовах колишнього СРСР було розроблено І. П. Герасимовим та Ю. А. Израеєм.

Відповідно до їх концепцій систему моніторингу, у порівнянні з первинним визначенням за Манном, було доповнено важливим елементом, а саме, урахуванням антропогенних факторів впливу на зміни стану навколишнього природного середовища.

З часів свого утворення, в міру ускладнення екологічних проблем, система моніторингу докільця незмінно удосконалювалась та трансформувалась. Цей процес продовжується і по цей час. Відповідно до визначення моніторингу за Р. І. Манном основною метою системи моніторингу є проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища. У подальшому, з появою нових завдань, система моніторингу ускладнювалась шляхом включення допоміжних елементів – аналізу та оцінки змін стану навколишнього природного середовища під впливом антропогенних та природних чинників, прогнозу стану на короткострокову та довгострокову перспективи, розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень з метою покращання стану навколишнього природного середовища.

Нижче приведено декілька визначень поняття «моніторинг», в яких простежуються етапи удосконалення системи моніторингу.

Моніторинг (за Р. І. Манном) – це система повторних спостережень одного чи більше елементів навколишнього природного середовища у просторі та часі з визначеними цілями у відповідності до задалегідь підготовленої програми.

Моніторинг (за Ю. А. Израелем та І. П. Герасимовим) – система спостережень, яка дозволяє виявити зміни стану біосфери під впливом людської діяльності.

Моніторинг навколишнього (навколо людини) середовища (за М. Ф. Реймерсом) – слідування за станом навколишнього природного середовища та попередження про критичні ситуації, шкідливі або небезпечні для здоров'я людей та інших живих організмів.

Державний моніторинг довкілля (відповідно до Положення КМУ «Про державну систему моніторингу довкілля» від 30 березня 1998 р. № 391) – це система спостережень, збору, обробки, передачі, збереження, аналізу й оцінки інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розробка науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Хіг роботи:

Письмово дайте розгорнуті відповіді на запитання:

1. Які три етапи розвитку системи «природа – суспільство» можна виділити?
2. Назвіть час, коли екологічна криза набула глобального значення та основні проблеми, що складають найбільшу небезпеку для навколишнього природного середовища.
3. Коли та за яких обставин вперше з'явився термін «моніторинг»?
4. Внаслідок яких обставин відбувалось удосконалення визначення «моніторинг»?
5. Дайте визначення терміну «моніторинг» за М. Ф. Реймерсом.
6. Дайте сучасне визначення державного моніторингу довкілля.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

ТЕМА: Фактори, індикатори та показники, які досліджуються в системі моніторингу довкілля

Мета роботи: Ознайомитись з найбільш важливими факторами впливу і показниками стану навколишнього природного середовища, які досліджуються в системі моніторингу біосфери.

Теоретичний матеріал

При здійсненні моніторингу стану біосфери необхідно організувати досить представницьку мережу спостережень (вимірювань) за найбільш важливими факторами впливу і показниками стану навколишнього природного середовища. В залежності від конкретної задачі моніторингу ці фактори і показники можуть бути різними.

При визначенні індикаторів та показників шукають компроміс між достовірністю і доступністю інформації. При цьому втрати інформації мають бути мінімальними, а сам показник повинен забезпечувати:

- інформативність, реальність і можливість практичної реалізації;
- спрощення інформації таким чином, щоб допомогти уповноваженим особам приймати обґрунтовані рішення, а громадськості – зрозуміти проблему.

Показники слугують для узагальнення інформації, отриманої в процесі добору та аналізу даних моніторингу. Більшість екологічних показників слід розглядати у нерозривному взаємозв'язку між собою. Як правило, показники розробляють для:

- допомоги у виробленні оптимальної екологічної політики;
- порівняння країн та регіонів;
- вивчення зв'язку з діяльністю промисловості, причинно-наслідкових зв'язків та синергізму;
- формування розуміння проблеми.

Критерії вибору показників повинні враховувати і їх політичне значення. В Європейській агенції з навколишнього середовища виділяють п'ять типів інтегральних показників.

Описові показники (А). Наприклад, частка органічного землеробства всіх сільгоспугіддях, %.

Показники виконання (В) – показники, що характеризують хід виконання намічених цілей (викиди парникових газів).

Показники ефективності (С) – показники, що характеризують екологічну ефективність, наприклад, рівень викидів на одиницю ВВП.

Показники політичної ефективності (D) – показники, що характеризують зв'язок змін навколишнього середовища з політичними заходами (реагування).

Сумарні показники добробуту (Е) – показники, що характеризують розвиток суспільства, наприклад, показники сталого розвитку.

Виходячи з основних задач системи моніторингу довкілля, необхідно, насамперед знаходити фактори, які призводять до найбільш серйозних, довгострокових змін у навколишньому середовищі (і джерела таких збурень), а також виявляти елементи біосфери, найбільш чутливі до таких збурень, або критичні ключові елементи, пошкодження яких може призводити до загибелі екосистем.

На першій нараді з моніторингу в Найробі (1974 р.) було розроблено метод, вибрано критерії та визначено пріоритетність різних забруднювальних речовин (табл. 2.1). Знайдені пріоритети було розбито на вісім класів (чим вищий клас, тобто менший його порядковий номер, тим вищий пріоритет) з визначенням середовища і типу програми вимірювань («І» імпактний, «Р» регіональний, «Б» базовий і «Г» глобальний моніторинг).

Необхідно відмітити, що визначення пріоритетів для підсистем моніторингу при вирішенні різних задач може призвести до різних результатів для одного і того ж фактора збурення. Наприклад, збитки від збільшення CO₂ в атмосфері для деяких екосистем незначні, а в багатьох випадках збільшення CO₂ навіть корисне – воно сприяє збільшенню продуктивності рослин. З іншого боку, накопичення CO₂ призводить до парникового ефекту і можливих змін клімату з різними негативними наслідками для біосфери.

Таблиця 2.1

Класифікація забруднювачів за класами пріоритетності (Ізраель, 1984)

| Клас | Забруднювальна речовина | Середовище | Тип програми |
|------|--|----------------------------|-----------------|
| 1 | Діоксид сірки, завислі частинки. Радіонукліди (⁹⁰ Sr + ¹³⁷ Cs) | Повітря Їжа | I, P, B I, P |
| 2 | Озон | Тропосфера, стратосфера | I B |
| | ДДТ та інші хлорорганічні сполуки | Біота | I, P |
| | Кадмій та його сполуки | Їжа, вода | I |
| 3 | Нітрати, нітрити Оксиди азоту | Питна вода, їжа Повітря | I I |
| 4 | Ртуть та її сполуки | Їжа, вода | I, P |
| | Свинець | Повітря, їжа | I |
| | Діоксид вуглецю | Повітря | B |
| 5 | Оксид вуглецю | Повітря | I |
| | Нафтовуглеводні | Морська вода | P, B |
| 6 | Фториди | Свіжа вода | I |
| 7 | Азбест | Повітря | I |
| | Арсен (миш'як) | Питна вода | I |
| 8 | Мікротоксини | Їжа | I, P |
| | Мікробіологічні зараження | Їжа | I, P |
| | Реакційноспроможні забруднення | Повітря | I |

Якщо говорити про спостереження за територіями, то найвищий пріоритет мають міста та зони, з яких беруть питну воду. Серед середовищ вищий пріоритет мають атмосферне повітря та вода

прісних водойм (особливо малопроточних). Для *повітря* найважливішими інгредієнтами є пи́л, оксиди сірки, вуглецю та азоту, важкі метали, бенз(а)пірен, тапестициди. Для *води* – біогенні продукти, феноли та нафтопродукти. Серед *джерел забруднень* найвищий пріоритет мають автомобільний транспорт, ТЕС, підприємства кольорової металургії тощо.

Моніторинг охоплює спостереження за джерелами і факторами антропогенного впливу – хімічними, фізичними (випромінювання, механічні дії) та біологічними, а також за ефектами, які викликають різні дії у навколишньому середовищі, в першу чергу за реакцією біологічних систем. Особливо поширеними вважаються *інтегральні* показники стану природних систем.

Інтегральними показниками, які характеризують зміни в екологічній рівновазі, вважають такі:

- збалансованість біологічної продуктивності (відношення первинної біологічної продуктивності до вторинної);
- швидкість утворення біологічної продукції (відношення біопродуктивності до загальної біомаси);
- інтенсивність кругообігу біогенних речовин.

При організації спостережень за зміною стану екосистем необхідно, в першу чергу, приділяти увагу можливим порушенням і перебудовам в умовах ведення лісового господарства, землеробства та тваринництва.

Для здійснення моніторингу антропогенних змін природного середовища необхідно визначити найбільш представницькі види ознак і відгуків в екосистемі. Для цього необхідно вивчити характер відгуків елементів біосфери на збурення як за допомогою натурних, так і лабораторних експериментів, математичного моделювання та аналізу результатів польових спостережень.

Нижче наведено деякі правила підбору показників для контролю за станом біологічних систем:

- необхідно відбирати показники, що належать тільки до процесів з гомеостатичними механізмами;
- необхідно надавати перевагу показникам, які характеризують неспецифічний відгук на збурювальний фактор;
- необхідно надавати перевагу інтегральним показникам.

Проведені дослідження свідчать, що основну частку забруднень атмосферного повітря (до 85%) становлять діоксид сірки, пи́л, оксид вуглецю та оксиди азоту. Решта припадає на частку специфічних речовин, пов'язаних з роботою окремих галузей промисловості. Вони присутні у повітрі відносно невеликої кількості населених пунктів, де розміщені такі підприємства. До таких речовин відносять сірковуглець, хлор, сірководень, аміак, сполуки фтору, вуглеводень. Під час моніторингу необхідно передбачати також проведення вимірювань, які характеризують стан середовища (мутність атмосфери, рН водного середовища), спостереження за рядом гідрометорологічних величин, достатніх для інтерпретації питань переносу, розсіювання та міграції забруднювальних речовин, сонячної радіації (в тому числі ультрафіолетового випромінювання).

Значною проблемою є забруднення повітря великих міст бенз(а)піреном – у деяких містах максимальні концентрації досягають 0,4–0,7 мкг/м³. Особливе місце займають важкі метали – концентрації свинцю в повітрі багатьох міст досягають значних величин (до 4,5 мкг/м³).

Основним джерелом забруднення відкритих водойм суші є стічні води різних промислових підприємств, стоки комунальних господарств міст та поверхневі сільськогосподарські стоки. У воді річок, озер та водосховищ спостерігаються нафтопродукти, феноли, залізо, мідь, цинк, важкі метали та інші шкідливі речовини.

Хіг роботи:

Письмово дайте розгорнуті відповіді на запитання:

1. Назвіть критерії вибору показників для моніторингу довкілля.
2. Назвіть основні забруднювачі довкілля та дайте їх класифікацію за класами пріоритетності.
3. Які показники вважають інтегральними?
4. Якими правилами користуються для підбору показників контролю за антропогенними зрушеннями у біологічних системах?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

ТЕМА: Оцінка забруднення атмосферного повітря

Мета роботи: ознайомитися з поняттями забруднення атмосфери, ефектом сумарної дії домішок у атмосфері, гігієнічними нормативами допустимого вмісту (ГДК, ОБРД, ГДЗ) забруднюючих речовин та порядком оцінки забруднення атмосферного повітря, згідно Державних санітарних правил охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) із змінами і доповненнями (Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 23 лютого 2000 року № 30).

Теоретичний матеріал

Атмосфера – це зовнішня газова оболонка Землі, механічна суміш різних газів, водяної пари та твердих (аерозольних) часточок. Атмосферне повітря необхідне для дихання живих організмів, використовується в технологічних процесах горіння та плавлення як сировина для отримання O_2 , N_2 , CO , інертних газів. Атмосфера є середовищем для розміщення газоподібних відходів виробництва. Під дією атмосферних опадів, сонячної радіації та в результаті переносу повітряних мас атмосферне повітря позбавляється від сторонніх домішок. Цей процес називається *самоочищенням атмосфери*.

Забруднення атмосфери – це змінення складу атмосфери в результаті попадання в неї домішок.

Домішка в атмосфері – це розсіяна в атмосфері речовина, яка не міститься в її постійному складі. Оскільки домішки в атмосфері можуть перетворюватись, їх можна умовно розділити на первинні та вторинні.

За дією на організм людини забруднення атмосфери поділяють на *фізичне та хімічне*.

Визначення антропогенного впливу на повітряне середовище

Для кількісної оцінки вмісту домішки в атмосфері використовується поняття *концентрації* – кількості речовини, що вміщується в одиниці об'єму повітря, доведеного до нормальних умов.

Якість атмосферного повітря – це сукупність його властивостей, яка визначає ступінь дії фізичних, хімічних і біологічних

факторів на людей, рослинний і тваринний світ, а також на матеріали, конструкції та навколишнє середовище в цілому. Якість атмосферного повітря може вважатися задовільною, якщо вміст домішок в ньому не перевищує гранично допустимих концентрацій (*ГДК*). *ГДК* – це максимальна концентрація домішки в атмосфері, яка при наявності періодичного впливу на організм людини або впливу протягом всього життя не чинить на нього і на навколишнє середовище в цілому прямої чи непрямой дії, включаючи віддалені наслідки.

Під *прямою дією* розуміють нанесення організму людини тимчасової подразнюючої дії, яка викликає відчуття запаха, кашлю, головного болю. При накопиченні в організмі шкідливих речовин вище певної дози можуть виникати патологічні зміни окремих органів або організму в цілому. Під *непрямою дією* розуміють такі зміни в навколишньому середовищі, які не впливаючи шкідливо на організм людини, погіршують звичайні умови існування: вражаються зелені рослини, збільшується кількість туманних днів та ін.

Основним *критерієм* встановлення нормативів *ГДК* для оцінки якості атмосферного повітря є *вплив* забруднюючих повітря домішок на організм людини. Для оцінки якості атмосферного повітря встановлено дві категорії *ГДК*: середньодобова (*ГДК_{с.д.}*) і максимально разова (*ГДК_{м.р.}*).

ГДК_{с.д.} – це концентрація забруднювача в повітрі, котра не справляє на людину опосередкованої шкідливої дії при цілодобовому вдиханні. Її встановлено для попередження загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та іншого впливу речовини на організм людини. Речовини, які оцінюються за цим нормативом, мають здатність тимчасово чи постійно накопичуватися в організмі людини.

ГДК_{м.р.} – основна характеристика небезпеки шкідливої речовини – це концентрація забруднювача в повітрі (населених місць), що не викликає рефлекторних реакцій в організмі людини (відчуття запаха, світлової чутливості, біоелектричної активності головного мозку). За цим нормативом оцінюються речовини, які мають запах або впливають на інші органи чуттів людини.

Речовини, для котрих не визначені *ГДК* населених місць, оцінюються за *орієнтовним безпечним рівнем діяння (ОБРД)* – це максимальна концентрація забруднюючої речовини, яка визнається

орієнтовно безпечною при діянні на людину та приймається як тимчасовий гігієнічний норматив допустимого вмісту речовини в атмосферному повітрі населених місць. ОБРД встановлюється на основі короточасних досліджень за відповідною методикою та вводиться в дію після затвердження Головним державним санітарним лікарем України на обмежений термін.

Нормативи ГДК для атмосферного повітря є дійсними для всієї території України (табл. 3.1). Визначені в інших країнах ГДК можуть відрізнятись в більший чи менший бік. Для зон санітарної охорони курортів, місць розміщення санаторних комплексів та будинків відпочинку ГДК визначено на 20% меншими, ніж для житлових районів.

Таблиця 3.1

ГДК найбільш розповсюджених речовин

| Назва забруднюючої речовини | ГДК _{с.д.} , мг/м ³ | ГДК _{м.р.} , мг/м ³ | Клас небезпечності |
|-----------------------------|---|---|--------------------|
| Пил | 0,15 | 0,5 | 3 |
| Двооксид сірки | 0,05 | 0,5 | 3 |
| Оксид вуглецю | 3,0 | 5,0 | 4 |
| Двооксид азоту | 0,04 | 0,2 | 2 |
| Оксид азоту | 0,06 | 0,4 | 3 |
| Сірководень | – | 0,008 | 2 |
| Фенол | 0,003 | 0,01 | 2 |
| Аміак | 0,04 | 0,2 | 4 |
| Формальдегід | 0,003 | 0,035 | 2 |

Деякі речовини при одночасній присутності в атмосферному повітрі мають односпрямовану дію, тобто ефект *сумарної дії*. В таких випадках при оцінюванні якості атмосферного повітря повинна виконуватись наступна умова:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (3.1)$$

де C_1, C_2, \dots, C_n – концентрація кожної речовини, які мають ефект сумарної дії, мг/м³;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації цих речовин.

Перелік речовин, які мають ефект сумарної дії, постійно доповнюється та на сьогодні відома 51 група речовин односпрямованої дії.

Правила оцінки забруднення атмосферного повітря

Оцінка фактичного або прогнозного (розрахункового) рівня забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом співставлення показника забруднення (ПЗ) однією речовиною або сумарного показника забруднення ($\Sigma ПЗ$) сумішшю речовин з показником гранично допустимого забруднення (ГДЗ). Допустимим визнається рівень, що не перевищує ГДЗ.

Показник гранично допустимого забруднення (ГДЗ) атмосферного повітря – відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць, який характеризує інтенсивність та характер сумісного діяння всієї сукупності присутніх у ньому шкідливих домішок. ГДЗ розраховується для кожного випадку на основі визначених експериментально та затверджених у встановленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії (K_{kd}) за формулою:

$$ГДЗ = K_{kd} \times 100\%, \quad (3.2)$$

де $K_{kd} = \sqrt[n]{n}$, n – число речовин присутніх у повітряному середовищі, для яких офіційно не встановлено характер комбінованої дії.

Показник фактичного або прогнозного забруднення атмосферного повітря однією речовиною розраховується за формулою:

$$ПЗ = \frac{C}{ГДК} \times 100\%, \quad (3.3)$$

де ПЗ – показник забруднення,

C – фактична або прогнозна концентрація конкретної речовини, мг/м³;

ГДК – значення гранично допустимої концентрації цієї речовини, мг/м³.

Сумарний показник забруднення ($\Sigma ПЗ$) сумішшю речовин розраховується за формулою:

$$\Sigma ПЗ = \sum \frac{C_1}{ГДК_1 \times K_1} + \frac{C_2}{ГДК_2 \times K_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n \times K_n} \times 100\%, \quad (3.4)$$

де $\Sigma ПЗ$ – сумарний показник забруднення,

Σ – знак суми,

C_1, C_2, \dots, C_n – значення фактичних або прогнозних концентрацій речовин, що входять до складу суміші (у мг/м³),

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – значення гранично допустимих концентрацій відповідних забруднюючих речовин, що входять до складу суміші (у мг/м³),

K_1, K_2, \dots, K_n – значення коефіцієнтів, які враховують клас небезпечності відповідної речовини (табл. 3.2):

Таблиця 3.2

Значення розрахункових коефіцієнтів в залежності від класу небезпечності забруднюючої речовини

| Клас небезпечності | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| Коефіцієнт | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення показників забруднення (*ПЗ*) їх нормативного значення (*ГДЗ*) і включає визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) та ступеню його небезпечності (безпечний, слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) згідно з табл. 3.3:

Таблиця 3.3

Оцінка забруднення атмосферного повітря за кратністю перевищення показників забруднення (*ПЗ*) їх нормативного значення (*ГДЗ*)

| Рівень забруднення | Ступінь небезпечності | Кратність перевищення <i>ГДЗ</i> | Процент* випадків перевищення <i>ГДЗ</i> |
|--------------------|-----------------------|----------------------------------|--|
| Допустимий | Безпечний | < 1 | 0 |
| Недопустимий | Слабо небезпечний | > 1–2 | > 0–4 |
| Недопустимий | Помірно небезпечний | > 2–4,4 | > 4–10 |
| Недопустимий | Небезпечний | > 4,4–8 | > 10–25 |
| Недопустимий | Дуже небезпечний | > 8 | > 25 |

*Примітка: графа 4 таблиці використовується у випадках оцінки результатів лабораторних досліджень фактичного забруднення атмосферного повітря.

Для досягнення допустимого рівня вмісту шкідливих домішок в атмосферному повітрі (який не буде перевищувати значення *ГДЗ* даної суміші речовин) повинні пропонуватись та здійснюватись заходи, спрямовані на відповідне зниження їх концентрацій. Характер та строки реалізації заходів з охорони атмосферного повітря визначаються у залежності від ступеню небезпечності його забруднення (згідно з таблицею).

Хіг роботи:

1. За матеріалами «Екологічного паспорту Дніпропетровської області» поточного року розрахувати значення сумарного показника забруднення $\Sigma ПЗ$ атмосферного повітря в Дніпрі, Кам'янському, Кривому Розі.
2. Визначити рівень забруднення і ступінь небезпечності атмосферного повітря в промислових містах Дніпропетровської області за кратністю перевищення показників забруднення (*ПЗ*) їх нормативного значення (*ГДЗ*).

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ТЕМА: Розв'язок типових задач

щодо визначення забруднення атмосферного повітря шкідливими викидами

Мета роботи: Навчитися розв'язувати задачі щодо оцінки забруднення атмосферного повітря шкідливими газоподібними викидами промислових виробництв.

Хіг роботи:

Ознайомитися з прикладами розв'язання типових задач щодо забруднення атмосферного повітря промисловими газоподібними викидами і самостійно розв'язати запропоновані задачі.

1. Приклад розв'язання

Визначити кількість викидів золи та незгорілого палива котельнею в атмосферне повітря при спалюванні твердого виду палива за таких умов:

Умови задачі:

| № з.п. | Витрата палива, т/рік | Зольність палива, т/рік | Доля золи палива в викиді | Доля твердих часток, що затримуються в зололовушках, % | Вміст горючих речовин в викиді, % |
|--------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | 56 | 19,6 | 0,9 | 78 | 38 |

Розв'язання:

Для визначення кількості викидів золи та незгорілого палива, використовуємо формулу:

$$M = \frac{(B \cdot A^p)}{100 - G_{yn}} \cdot a_{yn} \cdot (1 - \eta_3),$$

де B – витрата палива,

A^p – зольність палива,

a_{yn} – доля золи палива в викиді

η_3 – доля твердих часток, що затримуються в зололовувачах,

G_{yn} – вміст горючих речовин в викиді.

$$M = \frac{56 \text{ т/рік} \cdot 19,6 \text{ т/рік}}{100 - 38 \%} \cdot 0,9 \cdot (1 - 0,78) = 3,5 \text{ т/рік}$$

Задачі для самостійного розв'язання

Задача 1. Визначити кількість викидів золи та незгорілого палива котельнею в атмосферне повітря при спалюванні твердого виду палива за таких умов:

Умови задачі:

| № з.п. | Витрата палива, т/рік | Зольність палива, т/рік | Доля золи палива в викиді | Доля твердих часток, що затримуються в зололовушках, % | Вміст горючих речовин в викиді, % |
|--------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | 78 | 16,8 | 0,71 | 76 | 46 |

Задача 2. Визначити кількість викидів золи та незгорілого палива котельнею в атмосферне повітря при спалюванні твердого виду палива за таких умов:

Умови задачі:

| № з.п. | Витрата палива, т/рік | Зольність палива, т/рік | Доля золи палива в викиді | Доля твердих часток, що затримуються в зололовушках, % | Вміст горючих речовин в викиді, % |
|--------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | 81 | 15,8 | 0,85 | 55 | 24 |

Задача 3. Визначити кількість викидів золи та незгорілого палива котельнею в атмосферне повітря при спалюванні твердого виду палива за таких умов:

Умови задачі:

| № з.п. | Витрата палива, т/рік | Зольність палива, т/рік | Доля золи палива в викиді | Доля твердих часток, що затримуються в зололовушках, % | Вміст горючих речовин в викиді, % |
|--------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|--|-----------------------------------|
| 1 | 74 | 20,5 | 0,66 | 70 | 31 |

2. Приклад розв'язання

На заводі з вироблення фенолформальдегідних смол утворюються газоподібні викиди об'ємом 9000 м³, що містять формальдегід, концентрація якого після попереднього очищення складає 0,05 мг/м³, ГДК становить 0,035 мг/м³. Який об'єм чистого повітря необхідно додати до промислових газів, щоб концентрація формальдегіду в зоні розсіювання забруднення не перевищувала ГДК_{пр}?

Розв'язання:

Розраховуємо коефіцієнт розведення:

$$Kp = \frac{C}{ГДК} = \frac{0,05}{0,035} = 1,43.$$

Розраховуємо, який об'єм повітря необхідний для розведення промислових газів:

$$Vp = V \times (Kp - 1) = 9000 \times (1,43 - 1) = 3870 \text{ м}^3.$$

Задача 4 для самостійного розв'язання. На заводі з вироблення фенолформальдегідних смол утворюються газоподібні викиди об'ємом 8000 м³, що містять формальдегід, концентрація якого після попереднього очищення складає 0,04 мг/м³, ГДК становить 0,035 мг/м³. Який об'єм чистого повітря необхідно додати до промислових газів, щоб концентрація формальдегіду в зоні розсіювання забруднення не перевищувала ГДК_{мр}?

3. Приклад розв'язання

Визначити витрату газоповітряної суміші в викидах в атмосферу за умов:

| № з/п | Швидкість руху газової суміші, м/с | Діаметр устя джерела викиду, м |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 20 | 0,5 |

Розв'язання:

Визначаємо витрату газоповітряної суміші в викидах в атмосферу за формулою:

$$V_{T_0} = w_0 \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_{T_0} = 20 \text{ м/с} \cdot \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = 3,925 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Задачі для самостійного розв'язання

Задача 5. Визначити витрату газоповітряної суміші в викидах в атмосферу за умов:

| № з/п | Швидкість руху газової суміші, м/с | Діаметр устя джерела викиду, м |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 15 | 0,3 |

Задача 6. Визначити витрату газоповітряної суміші в викидах в атмосферу за умов:

| № з/п | Швидкість руху газової суміші, м/с | Діаметр устя джерела викиду, м |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 12 | 0,4 |

Задача 7. Визначити витрату газоповітряної суміші в викидах в атмосферу за умов:

| № з/п | Швидкість руху газової суміші, м/с | Діаметр устя джерела викиду, м |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 13 | 0,5 |

Запитання для самоперевірки:

1. Назвати газовий склад атмосфери.
2. Що розуміють під якістю атмосферного повітря?
3. Що таке максимально разова (*ГДК_{м.р.}*) і середньодобова (*ГДК_{с.д.}*)?
4. Що таке ефект сумарної дії?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ТЕМА: Ерозія ґрунту та заходи боротьби з нею

Мета роботи: Ознайомитися явищем ерозії як причиною деградації ґрунту, та заходами, що необхідно вживати для запобігання її розвитку.

Теоретичний матеріал

Ґрунт є невід'ємною, найважливішою складовою частиною біосфери. Він є глобальним нагромаджувачем сонячної енергії, основою життя на Землі. Але у зв'язку з нераціональним веденням сільськогосподарства у багатьох регіонах нашої планети руйнування ґрунтового покриву досягло катастрофічних розмірів. За останній час в світі втрачено понад 2 млрд га сільськогосподарській угідь, вирубуються ліси, деградують пасовища, руйнується гумусовий шар ріллі. Особливо гостро ця проблема постала для українських чорноземів – найродючіших ґрунтів, які забезпечують найбільшу врожайність сільськогосподарських культур.

Деградація ґрунту – це поступове погіршення властивостей ґрунту, яке супроводжується зменшенням вмісту гумусу, порушенням ґрунтової структури і зниженням родючості.

Основними причинами зниження родючості чорноземів є:

1. Водна і вітрова ерозія.
2. Зменшення запасів органічних речовин.
3. Переуцільнення ґрунту, погіршення водного режиму і підтоплення ґрунтів.
4. Ґрунтові посухи.
5. Несбалансоване використання мінеральних добрив.
6. Нераціональна експлуатація зрошувальних систем.
7. Засолення ґрунтів.
8. Забруднення токсичними речовинами і радіонуклідами.

Ерозія («роз'їдання», лат.) – це різноманітні і поширені явища руйнування і знесення ґрунту і пухких порід потоками води і вітру (за Л. І. Прасоловим).

Водна ерозія – це сукупність процесів руйнування ґрунту і формування наносів під впливом і внаслідок стікання зливових і талих вод.

При *вітровій ерозії* (дефляції) відбуваються одночасно три процеси: винесення, транспортування і відкладення еолового (вітрового) матеріалу, який складається з тонких часток верхнього шару ґрунту. Вітрова ерозія спостерігається у формі пильних або чорних бур в степових районах та піщаних – на Поліссі. Вона завдає великої шкоди сільському господарству. Чорні бурі призводять до руйнування верхніх шарів ґрунту, видування насіння та сходів. Дрібні частки ґрунту або піску, що пересуваються біля поверхні землі, зсікають і засипають посіви, утворюють наноси землі та піску біля самих незначних перешкод. Пилі бурі в Степу бувають раною весною, коли посіви озимих ще не досить розвинулись, а площі, призначені під ярі культури, не покриті рослинністю, що захищає ґрунт від вітру.

В Україні водної і вітрової ерозії зазнають 12 та 19 млн га відповідно. В Дніпропетровській області еродовані землі складають 43,5% площі сільськогосподарських угідь (табл. 5.1). За останні 30 років вони збільшилися на 180 тис. га, що становить 6,4% від всієї орної площі. У теперішній час прийнята така класифікація категорій змитості (еродованості): слабо змиті ґрунти (втрати гумусу в шарі

0–5 см становлять 10–20%), середньозмиті (20–50%), сильнозмиті (понад 50%).

Ерозію ґрунту на більшій частині території України слід вважати основним каналом втрат ресурсів родючості, оскільки щорічна інтенсивність змивання у багатьох районах досягає 30–40 т/га, а в багатководні роки на посівах просапних культур, висіяних уздовж схилу, може зростати до 150–300 т/га. На дефляційно небезпечних землях у роки з пиловими бурями зноситься шар ґрунту завтовшки 3–5, а інколи до 10–15 см, що відповідає 360–1800 т/га дрібнозему (табл. 5.2).

Таблиця 5.1

Розподіл еродованих ґрунтів на схилах різної крутості у Дніпропетровській області (тис. га)

| Крутизна схилів, градуси | Площа еродованих ґрунтів під оранкою | | | |
|--------------------------|--------------------------------------|------------------|---------------------|-------------------|
| | Разом | у тому числі: | | |
| | | слабо еродованих | середньо еродованих | сильно еродованих |
| 0-1 | 89,0 | 87,0 | 1,8 | 0,2 |
| 1-2 | 438,4 | 424,0 | 14,0 | 0,4 |
| 2-3 | 266,2 | 222,8 | 40,9 | 2,5 |
| 3-5 | 91,1 | 36,0 | 52,2 | 5,3 |
| 5-7 | 15,1 | 2,8 | 7,8 | 4,5 |
| більше 7 | 4,1 | 0,3 | 1,7 | 2,1 |

Таблиця 5.2

Шкала для оцінки інтенсивності ерозії ґрунтів

| Інтенсивність втрат ґрунту внаслідок ерозії за рік, т/га | Оцінка ерозії |
|--|---------------|
| Менше швидкості ґрунтоутворення, приблизно 2–3 | Відсутня |
| Більше швидкості ґрунтоутворення, але менше 6 | Слабка |
| 6–12 | Середня |
| 12–24 | Сильна |
| 24–60 | Дуже сильна |
| Більше 60 | Катастрофічна |

Одним з найважливіших підходів у боротьбі з ерозією ґрунтів є правильна організація території, введення ґрунтозахисних сівозмін з відповідним набором культур. При землевпровадженні схили крутістю 5–14° з середньо- і сильнозмитими ґрунтами виділяються

під ґрунтозахисні сівозміни. Під сади відводяться такі ж схили, але з менш змитими ґрунтами. Ділянки з вимоїнами і окремими ярами намічаються під постійне залуження та залісення, на непридатних для сільського господарства прияружних, міжяружних ділянках, на крутих схилах річкових долин і в ярах створюються лісові насадження.

При нарізуванні полів сівозмін на схилах крутістю понад 2° їх треба розмішувати довгими боками впоперек схилу або вздовж горизонталей. Це дозволяє мати довші гони і проводити всі процеси обробітку ґрунту та посів культур впоперек схилу. Лісові захисні смуги як правило, розмішують впоперек схилів, щоб створити умови для затримання стоку вод і попередження ерозії ґрунтів.

Одним з радикальних засобів боротьби з ерозією є утворення полезахисних смуг, залісення непридатних для сільськогосподарського користування піщаних та інших земель, а також утворення паркових і присадибних насаджень і садів. Лісосмуги в зимовий період затримують сніг на полях, а літом сприяють боротьбі з ґрунтовою і повітряною посухою.

Хід роботи

У письмовій формі відповідати на питання:

1. Що таке деградація ґрунту?
2. Які існують види ерозії ґрунту?
3. Як оцінюється кількісно інтенсивність ерозії ґрунтів?
4. Які заходи треба вживати для боротьби з ерозією?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6

ТЕМА: Принципи організації спостережень за рівнем хімічного забруднення ґрунтів

Мета роботи: Ознайомитися з основними задачами ґрунтового моніторингу, змінами ґрунтового середовища, вимогами до відбору проб ґрунту для дослідження забруднень.

Теоретичний матеріал

Встановлення нормативів вмісту хімічних речовин в ґрунті з урахуванням шкідливого впливу цих речовин на здоров'я людини ускладнюється тим, що основна кількість хімічних речовин з ґрунту надходить в організм людини не прямим шляхом, а харчовими ланцюжками: ґрунт–рослина–людина, ґрунт–рослина–тварина–людина, ґрунт–вода–людина, ґрунт–атмосферне повітря–людина.

Негативні наслідки антропогенного забруднення ґрунтів (ЗГ) вже виявляються на регіональному і навіть глобальному рівнях. Тому розробка програм спостережень за рівнем хімічного ЗГ, тобто система спостережень і оцінок стану ґрунтів внаслідок антропогенного забруднення, є вельми актуальною. Задачі спостережень за станом ґрунтів містять: 1) реєстрацію сучасного рівня хімічного ЗГ, виявлення географічних закономірностей і динаміки тимчасових змін ЗГ в залежності від розташування і технологічних параметрів джерел забруднення; 2) оцінювання можливих наслідків ЗГ і прогнозування тенденцій зміни хімічного складу ґрунтів у найближчому майбутньому; 3) обґрунтування складу і характеру заходів з регулювання можливих негативних наслідків в результаті ЗГ і заходів, спрямованих на докорінне поліпшення стану вже забруднених ґрунтів; 4) забезпечення зацікавлених організацій інформацією про рівень ЗГ.

Виходячи з цих задач, можна виділити такі види спостережень:

- режимні або систематичні спостереження;
- комплексні спостереження, які включають дослідження процесів міграції ЗР в системах: повітря–ґрунт, ґрунт–рослина, ґрунт–вода і ґрунт–донні відкладення;
- вивчення вертикальної міграції ЗР;
- спостереження за рівнем ЗГ у певних пунктах.

Основними задачами ґрунтового моніторингу є:

- вчасне виявлення несприятливих змін властивостей ґрунтового покриву при різних видах його використання;
- сезонний контроль стану ґрунтового покриву (динаміка змін) під сільськогосподарськими культурами для видачі своєчасних рекомендацій;
- оцінювання середньорічних втрат ґрунтів (швидкості втрат ґрунтового покриву в результаті дощової, вітрової й іригаційної ерозії);

- виявлення районів з дефіцитним балансом біогенних елементів, виявлення й оцінювання швидкості втрат гумусу, азоту і фосфору;
- контроль за зміною кислотності і лужності ґрунтів, особливо в районах із внесенням високих доз мінеральних добрив та поблизу великих промислових центрів – джерел підкислення атмосферних опадів;
- контроль за сольовим режимом процесів зрошування ґрунтів, що удобрюються;
- контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами;
- контроль за локальним забрудненням ґрунтів ВМ в зоні впливу промислових підприємств і транспортних магістралей, а також забруднення пестицидами в районах їх постійного використання;
- довгостроковий і сезонний (за фазами розвитку рослин) контроль за вологістю, температурою, структурним станом, водно-фізичними властивостями ґрунтів і вмістом у них елементів живлення рослин;
- оцінювання ймовірної зміни властивостей ґрунтів при проектуванні гідробудівництва, меліорації, упровадженні нових систем землеробства, добрив і т. д.;
- контроль за розмірами і правильністю відчуження орнопридатних земель для промислових і комунальних цілей.

При організації моніторингу ґрунтів необхідно враховувати особливості гідромеліоративного будівництва, до яких відносять:

- великі освоєвані площі території при порівняно малій глибині (потужності) техногенного меліоративного профілю;
- тісну залежність ґрунтово-меліоративних умов території від інженерногеологічних і гідрогеологічних умов;
- практично повну відсутність можливості вибору геологічних умов на територіях, де проводиться меліорація.

При меліоративному освоєнні земель відбуваються три основні групи змін ґрунтового середовища:

- зміни, пов'язані з регулюванням і перерозподілом річкового стоку для гідромеліорації (у результаті осушення природних водойм, затоплення і підтоплення територій, переробки берегів при створенні водойми, акумуляції іригаційних опадів, зміни гідростатичного напору в товщах порід, розвитку явищ напору підземних вод і т. д.);

- зміни, пов'язані з веденням власне зрошувального землеробства (водносольового балансу порід зони аерації, режиму і запасів підземних вод під зрошуваними полями, підтопленням і заболочуванням територій, вторинним засоленням ґрунтів і т. д.);
- зміни, що супроводжують гідромеліорацію, і пов'язані з нею побічно.

В Україні моніторинг ґрунтів регламентується постановами КМ України від 20 серпня 1993 р. № 661 «Положення про моніторинг земель» і від 30 березня 1998 р. № 391 «Положення про моніторинг довкілля».

Загальні вимоги до відбору проб ґрунтів.

Відбір проб здійснюється згідно з ГОСТ 28168-89 «ґрунти. Відбір зразків». Такі методи відбору проб ґрунту застосовують при загальному та локальному забрудненні, біля підприємств-забруднювачів, поблизу автомобільних трас тощо. При загальному забрудненні ґрунтів досліджувані ділянки для відбору зразків ґрунту вибирають за координатною сіткою, вказуючи номер і координати. При локальному забрудненні ґрунтів для визначення досліджуваних ділянок використовують систему концентричних кіл, розташованих на диференційованих відстанях від джерела забруднення, вказуючи номери кіл і азимут місця відбору зразків. При дослідженні забруднень ґрунтів проби відбирають пошарово з глибин 0–5, 0–20, 21–40, 41–60 см залежно від мети дослідження. Крім того визначають розмір досліджуваної ділянки, кількість і вид проб. Максимально допустимі розміри ділянок: в Поліссі – 8 га, лісостеповій зоні – 25 га, в степовій – 40 га. У середньому розмір ділянки дорівнює 25 га. Для визначення в ґрунтах хімічних речовин, а також їх токсичності та мутагенності, розмір ділянки коливається від 1 до 5 га, де відбирають не менше однієї об'єднаної проби, маса якої повинна бути не менше 400 г.

Хіг роботи

У письмовій формі відповіді на питання:

1. Назвіть основні задачі спостережень за станом ґрунтів.
2. Які зміни ґрунтового середовища відбуваються при меліоративному освоєнні земель?
3. Як здійснюється відбір проб при загальному та локальному забрудненні ґрунтів?
4. Які державні документи регламентують моніторинг ґрунтів в Україні?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7
ТЕМА: Показники якості води для проведення моніторингу водних об'єктів

Мета роботи: Ознайомитись з переліком основних показників, за якими оцінюють якість води у поверхневих водоймах.

Теоретичний матеріал

Оскільки не існує єдиного показника, що характеризував би весь комплекс характеристик води, якість води оцінюють на основі системи показників. Показники якості води поділяються на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні й хімічні. Іншою формою класифікації показників якості води є їхній поділ на загальні та специфічні. До загальних відносять показники, характерні для будь-яких водних об'єктів. Наявність у воді *специфічних* показників обумовлено місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт.

До основних *фізичних* показників якості води належать:

- *температура води*. У водних об'єктах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, переносу тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішніх джерел. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Температура води вимірюється в градусах Цельсія (°C);
- *запах* води створюється специфічними речовинами, що надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії компонентів, які втримуються у воді, і *надходження із зовнішніх* (алохтонних) джерел. Запах води вимірюється в балах;
- *прозорість* води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного та мінерального походження, що перебувають у воді у зваженому і колоїдному стані. Прозорість визначає протікання біохімічних процесів, що вимагають освітленості (первинне продукування, фотоліз). Прозорість вимірюється в сантиметрах;
- *кольоровість* води обумовлюється вмістом органічних пофарбованих сполук. Речовини, що визначають кольоровість води,

надходять у воду внаслідок вивітрювання гірських порід, внутрішньої продукційних процесів, з підземних стоків, з антропогенних джерел. Висока кольоровість знижує органолептичні властивості води, зменшує вміст розчиненого кисню. Кольоровість вимірюється в градусах;

- *уміст зважених речовин*. Джерелами зважених речовин можуть слугувати процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, скаламучування донних відкладень, продукти метаболізму та розкладання гідробіонтів, продукти хімічних реакцій і антропогенні джерела. Зважені речовини впливають на глибину проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність гідробіонтів, призводять до замулювання водних об'єктів, викликаючи їхнє екологічне старіння (евтрофування). Вміст зважених речовин вимірюється в грамах на метр кубічний (г/м³), або міліграм на літр (мг/л).

Бактеріологічні показники характеризують забруднення води патогенними мікроорганізмами. До найважливіших бактеріологічних показників відносять: колі-індекс – кількість кишкових паличок в одному літрі води; колі-титр – кількість води в мілілітрах, у якому може бути виявлена одна кишкова паличка; чисельність лактозопозитивних кишкових паличок; чисельність коліфагів.

Гідробіологічні показники дають можливість оцінити якість води за тваринним населенням і рослинністю водойм. Зміна видового складу в гідроекосистемах може відбуватися при такому слабкому забрудненні водних об'єктів, що не виявляється ніякими іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими. Існує кілька підходів до гідробіологічного оцінювання якості води;

- *рівень сапробності*. Сапробність – це ступінь насичення води органічними речовинами. Відповідно до цього підходу водні об'єкти (або їхні ділянки) залежно від умісту органічних речовин підрозділяють на полісапробні, α-мезосапробні, β-мезосапробні й олігосапробні. Найбільш забрудненими є полісапробні водні об'єкти. Кожному рівню сапробності відповідає свій набір *індикаторних організмів-сапробіонтів*. На основі індикаторної значимості організмів і їхньої кількості обчислюють індекс сапробності, за яким визначається рівень сапробності;
- *видова розмаїтість організмів*. Зі збільшенням ступеня забруднення водних об'єктів видова розмаїтість, як правило, знижується. Тому зміна видової розмаїтості є показником зміни якості

води. Оцінювання видової розмаїтості здійснюють на основі індексів розмаїтості (індекси Маргалєфа, Шеннона та ін.);

- оцінка якості води за функціональними характеристиками водного об'єкта. У цьому випадку про якість води судять за величиною первинної продукції, інтенсивністю деструкції й деякими іншими показниками.

Фізичні, бактеріологічні і гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води, хімічні показники можуть бути загальними і специфічними. До загальних хімічних показників якості води відносять:

- розчинений кисень. Основними джерелами надходження кисню у водні об'єкти є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез, а також дощові й талі води, які, як правило, перенасичені киснем. Окисні реакції є основними джерелами енергії для більшості гідробіонтів. Основними споживачами розчиненого кисню є процеси дихання гідробіонтів і окиснювання органічних речовин. Низький уміст розчиненого кисню (анаеробні умови) позначається на всьому комплексі біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті;
- хімічне споживання кисню (ХСК) визначається як кількість кисню, необхідного для хімічного окиснювання органічних і мінеральних речовин, що втримуються в одиниці об'єму води. При визначенні ХСК у воду додається окиснювач – біхромат калію. Величина ХСК дозволяє судити про забруднення води окисненими речовинами, але не дає інформації про склад забруднення. Тому ХСК відносять до узагальнених показників;
- біохімічне споживання кисню (БСК) визначається як кількість кисню, затрачувана на біохімічне окиснювання органічних речовин, що втримуються в одиниці об'єму води, за певний період часу. В Україні на практиці БСК оцінюють за п'ять діб (БСК₅) і двадцять діб (БСК₂₀). БСК₂₀ звичайно трактують як повне БСК (БСК_{повн}), його ознакою є початок процесів нітрифікації в пробі води. БСК також відноситься до узагальнених показників, оскільки воно служить оцінкою загального забруднення води легкоокиснюваними органічними речовинами;
- водневий показник (рН). У природних водах концентрація іонів водню залежить, головним чином, від співвідношення концентрацій вугільної кислоти і її іонів. Джерелами вмісту іонів водню у воді є також гумінові кислоти, наявні в кислих ґрунтах

і, особливо, в болотних водах, гідроліз солей важких металів. Від рН залежить розвиток водяних рослин, характер протікання продукційних процесів;

- азот може перебувати в природних водах у вигляді вільних молекул N₂ і різноманітних сполук у розчиненому, колоїдному або зваженому стані. У загальному азоті природних вод прийнято виділяти органічну і мінеральну форми. Основними джерелами надходження азоту є внутріводоймові процеси, газообмін з атмосферою, атмосферні опади й антропогенні джерела. Різні форми азоту можуть переходити одна в іншу в процесі кругообігу азоту;
- фосфор у вільному стані в природних умовах не зустрічається. У природних водах фосфор перебуває у вигляді органічних і неорганічних сполук. Основна маса фосфору перебуває у зваженому стані. Сполуки фосфору надходять у воду в результаті внутріводоймових процесів, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладеннями й з антропогенних джерел. На вміст різних форм фосфору впливають процеси його кругообігу. На відміну від азоту кругообіг фосфору незбалансований, що визначає його більш низький вміст у воді. Тому фосфор здебільшого виявляється тим біогенним елементом, що лімітує, вміст якого визначає характер продукційних процесів у водних об'єктах;
- мінеральний склад визначається за сумарним умістом семи головних іонів: K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻. Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові й стічні води. З точки зору впливу на людину і гідробіонтів несприятливими є як високі, так і надмірно низькі показники мінералізації води.

До найпоширеніших специфічних показників якості води відносять:

- феноли. Їх уміст у воді, поряд з надходженням з антропогенних джерел, може визначатися метаболізмом гідробіонтів та біохімічною трансформацією органічних речовин. Джерелом надходження фенолів є гумінові речовини, що утворюються в ґрунтах і торфовищах. Феноли впливають на гідробіонтів і погіршують органолептичні властивості води;
- нафтопродукти. До нафтопродуктів відносяться палива, масла, бітуми і деякі інші продукти, що являють собою суміш вуглеводнів різних класів. Джерелами надходження нафтопродуктів

є витоки при їхньому видобутку, переробці та транспортуванні, а також стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів може виділятися в результаті внутріводоймових процесів. Вуглеводні, що входять до складу нафтопродуктів, чинять токсичний і, деякою мірою, наркотичний вплив на живі організми, вражаючи серцево-судинну і нервову системи;

- *ПАР і СПАР.* До поверхнево-активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, що мають різко виражену здатність до адсорбції на поверхні розділу «повітря – рідина». У переважній більшості поверхнево-активні речовини, що потрапляють у воду, є синтетичними (СПАР). СПАР впливають на гідробіонтів і людину, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутріводоймових процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАР відносяться до речовин, що повільно розкладаються;
- *пестициди.* Під пестицидами розуміють велику групу штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, що застосовуються для боротьби з бур'янами, комахами та гризунами. Основним джерелом їхнього надходження є поверхневий і дренажний стік із сільськогосподарських територій. Пестициди мають токсичну, мутагенну й кумулятивну дію, руйнуються повільно;
- *важкі метали.* До найпоширеніших важких металів належать свинець, мідь, цинк. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах.

Хід роботи:

Письмово дайте розгорнуті відповіді на запитання:

1. Дайте визначення основних фізичних показників якості води.
2. Дайте визначення основних бактеріологічних і гідробіологічних показників якості води.
3. Дайте визначення основних хімічних показників якості води.
4. Визначте показники якості води, які відносять до загальних і специфічних.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

ТЕМА: Види програм спостережень за якістю води

Мета роботи: Ознайомитись зі змістом обов'язкової повної і скороченої програм спостережень за якістю води в межах системи державного моніторингу України.

Теоретичний матеріал

Спостереження за якістю води ведуть за визначеними видами програм, які вибирають залежно від категорії пункту контролю.

Періодичність проведення контролю за гідробіологічними і гідрохімічними показниками встановлюють відповідно до категорії пункту спостережень. При виборі програми контролю враховують цільове використання водойми (водотоку), склад стічних вод, що скидаються, вимоги споживачів інформації.

Спостереження за обов'язковою повною програмою на водотоках здійснюють, як правило, сім разів на рік в основні фази водного режиму: під час повені – на підйомі, піку і спаді; під час літньої межени – при найменшій витраті та при проходженні дощового паводка; восени – перед льодоставом, а також під час зимової межени.

Параметри, визначення яких передбачає повна програма спостережень за якістю поверхневих вод за гідрохімічними і гідрологічними показниками, наведені в табл. 8.1.

Таблиця 8.1

Параметри, визначення яких передбачає повна програма спостережень за якістю поверхневих вод за гідрохімічними і гідрологічними показниками

| Параметр | Одиниця вимірювання |
|-------------------------------------|---------------------|
| 1 | 2 |
| Витрати води (на водотоках) | м ³ /с |
| Швидкість течії води (на водотоках) | м ³ /с |
| Рівень води (на водоймах) | м |
| Візуальні спостереження | – |
| Температура | °С |

Закінчення таблиці 8.1

| 1 | 2 |
|--|------------------------------------|
| Колір | градуси |
| Прозорість | см |
| Запах | бали |
| Кисень | мг/дм ³ |
| Діоксид вуглецю | мг/дм ³ |
| Зважені речовини | мг/дм ³ |
| Водневий показник (рН) | – |
| Окиснювально-відновний потенціал (Eh) | мВ |
| Хлориди (Cl ⁻) | мг/дм ³ |
| Сульфати (SO ₄ ²⁻) | мг/дм ³ |
| Гідрокарбонати (HCO ₃ ⁻) | мг/дм ³ |
| Кальцій (Ca ²⁺) | мг/дм ³ |
| Магній (Mg ²⁺) | мг/дм ³ |
| Натрій (Na ⁺) | мг/дм ³ |
| Калій (K ⁺) | мг/дм ³ |
| Сума іонів (Σ) | мг/дм ³ |
| Амонійний азот (NH ₄ ⁺) | мг/дм ³ |
| Нітритний азот (NO ₂ ⁻) та нітратний азот (NO ₃ ⁻) | мг/дм ³ |
| Мінеральний фосфор (PO ₄ ³⁻) | мг/дм ³ |
| Залізо загальне | мг/дм ³ |
| Кремній | мг/дм ³ |
| БПК ₅ | мг O ₂ /дм ³ |
| ХПК | мг O ₂ /дм ³ |
| Нафтопродукти | мг/дм ³ |
| СПАР | мг/дм ³ |
| Феноли (леткі) | мг/дм ³ |
| Пестициди | мг/дм ³ |
| Важкі метали | мг/дм ³ |

У водоймах якість води досліджують при таких гідрологічних ситуаціях:

- взимку при найбільш низькому рівні і найбільшій товщині льоду;
- на початку весняного наповнення водойми; у період максимального наповнення;
- у літньо-осінній період при найнижчому рівні води.

Скорочену програму спостережень за якістю поверхневих вод за гідрологічними і гідрохімічними показниками поділяють на три види. Перша програма передбачає визначення витрати води (на водотоках), рівня води (на водоймах), температури води, концентрації розчиненого кисню, питомої електропровідності та візуальні спостереження. Друга скорочена програма передбачає визначення витрати води (на водотоках), рівня води (на водоймах), температури, рН, питомої електропровідності, концентрації зважених речовин, ХПК, БПК₅, концентрації 2–3 забруднюючих речовин (основних для води в цьому пункті контролю) і візуальні спостереження. Третя скорочена програма передбачає визначення витрати води, швидкості течії (на водотоках), рівня води, температури, рН, концентрації зважених речовин, концентрації розчиненого кисню, БПК₅, концентрації забруднюючих речовин та візуальні спостереження.

Гідрохімічні показники природних вод у пунктах контролю зіставляють з установленими нормами якості води відповідно до мети контролю. Упровадження в систему спостережень за якістю води гідробіологічних методів дозволяє безпосередньо з'ясувати склад і структуру співтовариств гідробіонтів.

Повна програма спостережень за якістю поверхневих вод за *гідробіологічними показниками* передбачає:

- дослідження фітопланктону (чисельність клітин, кількість видів, загальна біомаса, чисельність основних груп, біомаса основних груп, кількість видів у групі, масові види, види-індикатори);
- дослідження зоопланктону (чисельність організмів, кількість видів, чисельність груп, загальна біомаса, біомаса основних груп, кількість видів у групі, масові види і види-індикатори);
- дослідження зообентосу (загальна чисельність, загальна біомаса, загальна кількість видів, кількість груп за стандартною розробкою, кількість видів у групі, кількість основних груп, біомаса основних груп, масові види і види-індикатори);
- дослідження перифітону (загальна кількість видів, масові види, сапробність);
- визначення мікробіологічних показників (загальна кількість бактерій, кількість сапрофітних бактерій, відношення загальної кількості бактерій до кількості сапрофітних бактерій);

- вивчення фотосинтезу фітопланктону і деструкції органічної речовини, визначення співвідношення його інтенсивності до деструкції органічної речовини, вмісту хлорофілу;
- дослідження макрофітів (проективне покриття дослідного майданчика, характер поширення рослинності, загальна кількість і назва домінуючих видів, аномальні ознаки).

Скорочена програма спостережень за якістю поверхневих вод за *гідробіологічними показниками* передбачає дослідження фітопланктону (загальна чисельність клітин, загальна кількість видів, масові види, види-індикатори сапробності); зоопланктону (загальна чисельність організмів, загальна кількість видів, масові види, види-індикатори сапробності); зообентосу (загальна чисельність груп за стандартною розробкою, кількість видів у групі, кількість основних груп, масові види, види-індикатори сапробності); перифітону (загальна кількість видів, масові види, сапробність, частота трапляння).

Хід роботи:

Письмово дайте розгорнуті відповіді на запитання:

1. За якими програмами здійснюються спостереження за якістю води?
2. З якою періодичністю здійснюють спостереження на водотоках за обов'язковою повною програмою?
3. При яких гідрологічних ситуаціях досліджують якість води у водоймах?
4. Які гідробіологічні показники досліджують за повною і скороченою програмами моніторингу?
5. Які забруднюючі речовини визначаються за повною і скороченою програмами моніторингу водних екосистем?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9

ТЕМА: Регіональний моніторинг поверхневих вод басейну ріки

Мета роботи: Ознайомитися з особливостями регіонального моніторингу поверхневих вод.

Теоретичний матеріал

Організація моніторингу поверхневих вод не може спиратися на адміністративний поділ території, котрий не відповідає поділові гідрографічному, тому виконання комплексного оцінювання впливу території басейну ріки, яка перетинає простір кількох областей, природним чином пов'язане з необхідністю прийняття рішень регіонального характеру.

Моніторинг поверхневих текучих вод є системою, яка має за мету отримання, нагромадження й обробку даних про якість ресурсів поверхневих вод та про причини їх забруднення. Завданням регіонального моніторингу рік є також надання інформації, яка б дозволяла оцінити якість текучих вод у межах цього басейну, і можливість на її основі прийняти правильні господарські рішення, пов'язані з використанням вод.

З метою якнайкращого пристосування цілей і завдань регіонального моніторингу до реальної території, на якій він має проводитися, взято до уваги необхідність попереднього висвітлення нижченаведених питань.

1. Характеристика басейну, яка включає:

- опис географічного середовища (геологічна будова, ландшафт, продуктивно-гідрологічні властивості ґрунтів, кліматичні умови з докладним описом атмосферних опадів);
- соціально-економічну характеристику (структуру використання землі, розміщення промисловості, щільність населення);
- типи річкових русел;
- гідротехнічні споруди, меліорацію;
- хімію та біологію поверхневих вод на основі існуючих результатів досліджень.

2. Виявлення існуючих і потенційних зосереджених джерел забруднень:

- кількісно-якісний облік комунальних та промислових скидів;
- характеристика технічних вирішень відводів скидів.

3. *Нагромадження інформації про напрями економічного розвитку регіону (генеральні плани розвитку населених пунктів)*. При розміщенні контрольно-вимірювальних пунктів необхідно взяти до уваги:

- існуючі контрольно-вимірювальні пости якості води;
- розміщення головних джерел забруднень і місць їх скидів у річки;
- економічні потреби регіону.

Головною метою регіонального моніторингу поверхневих вод для басейну вибраної ріки є координація діяльності, здійснюваної в окремих адміністративних одиницях у галузі утворення екологічної інфраструктури і збільшення результативності охорони вод цілого басейну ріки. Спеціальною метою такого моніторингу буде надання інформації про:

- актуальний стан чистоти вод у басейні;
- кількість скинутих до басейну забруднень;
- кількість води в басейні;
- якісно-кількісні зміни цих вод, швидкість змін у зв'язку з реалізованими капіталовкладеннями в охорону вод у межах басейну.

Завдяки цій інформації стане можливо:

- оцінити дії (у контексті капіталовкладень, реалізованих у межах екологічної політики регіону, програми охорони вод і т.п.), здійснити контроль доцільності отримання й використання фінансових засобів на їх реалізацію;
- провести аналізи процесів, що відбуваються в басейні, та створити можливості прийняття регіональних рішень у справі використання поверхневих вод і їх належної охорони;
- передбачити зміни кількості та якості поверхневих вод у басейні;
- оцінити вплив умісту в поверхневих водах і відкладення в донних осадах особливо шкідливих речовин (наприклад, важких металів);

- виявити й оцінити природні та антропогенні процеси і фактори, що впливають на якість вод, – забруднення розосереджені й зосереджені;
- нагромадити дані, які дають можливість визначення стратегії охорони вод і поліпшення їх стану.

Комплексний моніторинг басейну ріки повинен бути доповнений моніторингом стоячих і ґрунтових вод та вивченням донних осадів у річках басейну. Рішення про розширення обсягу досліджень у цих аспектах слід прийняти в процесі моніторингу (залежно від фінансових можливостей і забезпечення приладами).

Необхідно зазначити, що вже перший етап моніторингу басейну ріки має дати можливість:

- об'єктивно оцінити спосіб виконання завдань і ефективність моніторингу вод;
- оцінити відповідність організаційних структур, які реалізують моніторинг середовища, і умов виконання досліджень, нагромадження та оприлюднення результатів вимірів;
- упорядкувати структури і детально визначити обов'язки й компетенції організаційних одиниць, що беруть участь у реалізації моніторингу навколишнього природного середовища.

Хіг роботи:

Письмово дати відповіді на запитання:

1. Які основні завдання регіонального моніторингу водних об'єктів?
2. Які попередні дослідження необхідно провести для організації регіонального моніторингу поверхневих вод?
3. Які питання можливо вирішити на підставі інформації, отриманої в результаті регіонального моніторингу поверхневих вод?
4. Які додаткові дослідження включає комплексний моніторинг басейну ріки?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10

ТЕМА: Розрахунок і оцінка винесення нутрієнтів поверхневим стоком у водні об'єкти

Мета роботи: визначити розрахунковим методом концентрації нутрієнтів і мінеральних речовин (сполук азоту, фосфору і калію) у поверхневому стоці з меліорованих земель, оцінити їх вплив на забруднення водних об'єктів.

Теоретичні відомості

Розрахунки щодо винесення добрив поверхневим стоком виконуються згідно з «Керівництвом за визначенням розрахункових концентрацій мінеральних, органічних речовин і пестицидів у дренажному і поверхневому стоках з меліорованих земель» (2001).

1. Річне винесення сорбованого і розчинного азоту розраховується за формулою:

$$B_N = W \times (K_1 \times N_y + K_2 \times N_0 + K_3 \times N_{II}), \quad (10.1)$$

де B_N – річне винесення азоту поверхневим стоком, кг/га;

W – коефіцієнт, що характеризує частку винесення розчиненого азоту поверхневим стоком з об'єму ґрунтового розчину в орному шарі, = 0,0355;

K_1 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість рухомих форм азоту мінерального добрива після фіксації ґрунтом, засвоєння ґрунтовими мікроорганізмами, газоподібних втрат в атмосферу, винесених з урожаєм сільськогосподарських культур, = 0,02;

K_2 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість рухомих форм азоту органічного добрива після фіксації ґрунтом, засвоєнням ґрунтовими мікроорганізмами, газоподібних втрат в атмосферу, винесених урожаєм сільськогосподарських культур, = 0,0002;

K_3 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість рухомих форм азоту орного шару ґрунту після фіксації ґрунтом, засвоєння ґрунтовими мікроорганізмами, газоподібних втрат в атмосферу, винесення урожаєм сільськогосподарських культур, = 0,07;

N_y – норма внесення азотного мінерального добрива = 68 кг/га;
 N_0 – норма внесення органічного добрива = 40 т/га;
 N_{II} – вміст мінерального азоту в орному шарі ґрунту = 161 кг/га.

2. Концентрація нітратів і амонійного азоту в поверхневому стоці визначається за формулами:

$$C_{(NO_3)} = (4,5 \times B_N \times I) / V_{nc}, \quad (10.2)$$

$$C_{(NH_4)} = (1,28 \times B_N \times I) / V_{nc}, \quad (10.3)$$

де $C_{(NO_3)}$, $C_{(NH_4)}$ – відповідно концентрації нітратів і амонійного азоту, мг/л;

V_{nc} – об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період = 140 м³/га;

I , I – коефіцієнти, що характеризують вміст нітратів і амонійного азоту в стоці = 0,86; 0,14.

3. Річне винесення сорбованого фосфору твердим стоком розраховується за формулою:

$$B_P = W \times (K_1 \times P_y + K_2 \times P_0 + K_3 \times P_{II}), \quad (10.4)$$

де B_P – річне винесення сорбованого фосфору твердим стоком, кг/га;

W – коефіцієнт, що характеризує частку винесення розчиненого фосфору поверхневим стоком з об'єму ґрунтового розчину в орному шарі, 0,00055;

K_1 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість розчинних форм фосфору мінерального добрива після фіксації ґрунтом, засвоєння ґрунтовими мікроорганізмами, винесення урожаєм сільськогосподарських культур, 0,53;

K_2 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість розчинних форм фосфору органічного добрива після фіксації ґрунтом, засвоєння ґрунтовими мікроорганізмами, винесення з урожаєм сільськогосподарських культур = 0,0009;

K_3 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість розчинних форм фосфору ґрунту після фіксації ґрунтом, засвоєння ґрунтовими мікроорганізмами, винесення з урожаєм сільськогосподарських культур, = 0,57;

P_y – норма внесення фосфорного мінерального добрива, = 142 кг/га;

P_0 – норма внесення органічного добрива, = 40 т/га;

P_{II} – вміст розчинного калію в орному шарі ґрунту, = 343 кг/га.

4. Концентрація фосфору для розрахункового гідрологічного періоду у поверхневому стоці визначається за формулою:

$$C_P = B_P / V_{nc}, \quad (10.5)$$

де C_P – концентрація фосфору у поверхневому стоці, мг/л;

V_{nc} – об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період, 140 м³/га.

5. Річне винесення сорбованого і розчиненого калію поверхневим стоком визначається за формулою:

$$B_K = W \times (K_1 \times K_y + K_2 \times K_0 + K_3 \times K_n), \quad (10.6)$$

де B_K – річне винесення калію поверхневим стоком в сорбованому і розчиненому вигляді, кг/га;

W – коефіцієнт, що характеризує частку винесення розчиненого калію поверхневим стоком з об'єму ґрунтового розчину в орному шарі, = 0,0339;

K_1 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість розчинних форм калію мінерального добрива після фіксації ґрунтом, засвоєння ґрунтовими мікроорганізмами, винесення урожаєм сільськогосподарських культур, = 0,2;

K_2 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість розчинних форм калію органічного добрива після фіксації ґрунтом, засвоєння ґрунтовими мікроорганізмами, винесення урожаєм сільськогосподарських культур, = 0,0012;

K_3 – коефіцієнт, що характеризує залишкову кількість розчинних форм калію орного шару після фіксації ґрунтом, засвоєння ґрунтовими мікроорганізмами, винесення з урожаєм сільськогосподарських культур, = 0,008;

K_y – норма внесення калійного мінерального добрива, 37 кг/га;

K_0 – норма внесення органічного добрива, 40 т/га;

K_n – вміст розчинного калію в орному шарі ґрунту, 520 кг/га.

6. Концентрація калію у поверхневому стоці в розрахунковий гідрологічний період визначається за формулою:

$$C_K = B_K / V_{nc}, \quad (10.7)$$

де C_K – концентрація в поверхневому стоці калію в розрахунковий період;

V_{nc} – об'єм поверхневого стоку за розрахунковий період, 140 м³/га.

Як правило, результати розрахунків свідчать про те, що при проектних нормах застосування мінеральних і органічних добрив, очікувані концентрації речовин: NO₃, NH₄ і P у поверхневому стоці ймовірно перевищуватимуть ГДК водоймищ як для питних цілей, так і рибогосподарського призначення, тому необхідно перевірити розрахунок на змішання.

7. Концентрація елементів живлення після змішання стічних вод з водою річки Тетерів визначається по формулі:

$$П = (q \times C + K \times Q \times R) / (q + Q \times K), \quad (10.8)$$

де $П$ – концентрація нутрієнтів в воді річки після змішання;

q – витрата поверхневих вод = 0,000007 м³/с;

C – концентрація елементів в поверхневому стоці;

K – коефіцієнт змішання поверхневих стічних вод з водою річки Тетерів = 1;

Q – витрата вод річки = 824 м³/с;

R – концентрація елементів живлення в річці Тетерів.

Хіг роботи:

Вихідні дані: За водним кадастром вибираємо номер пункту контролю 24 на р. Тетерів, що на 7,0 км нижче за с. Соснове і на 32 км нижче від гідроконтролю.

Концентрація нітратного азоту в річці Тетерів рівна 0,08 мг/л ($R_{(NO_3)}$), амонійного азоту – 0,32 мг/л ($R_{(NH_4)}$), фосфору – 0,1 мг/л (R_P).

1. Розрахувати річне винесення сорбованого і розчинного азоту поверхневим стоком, кг/га.
2. Розрахувати концентрацію нітратів і амонійного азоту в поверхневому стоці (мг/л).
3. Розрахувати річне винесення сорбованого фосфору твердим стоком, кг/га.
4. Розрахувати концентрацію фосфору у поверхневому стоці (мг/л).
5. Розрахувати річне винесення сорбованого і розчиненого калію поверхневим стоком, кг/га.
6. Розрахувати концентрацію калію у поверхневому стоці, мг/л.

Результати розрахунків заносимо у табл. 10.1.

Таблиця 10.1

Концентрація нутрієнтів у поверхневому стоці й річці Тетерів

| Нутрієнти | Концентрація, мг/л | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------|----------------|----------------------------------|-----------------------|
| | у поверхневому стоці | у річці Тетерів | | ГДК для рибогосподарських водойм | ГДК для питних потреб |
| | | до змішання | після змішання | | |
| Нітратний азот (NO ₃) | | 0,08 | | 9,10 | 0,01 |
| Амонійний азот (NH ₄) | | 0,32 | | 0,39 | 1,80 |
| Фосфор (P) | | 0,10 | | 0,50 | 0,15 |
| Калій (K) | | 50 | | | |

- Обчислити концентрацію нутрієнтів після змішання стічних вод з водою річки Тетерів.
- На підставі отриманих даних зробити висновок щодо впливу винесення нутрієнтів з меліорованих земель на забруднення водних об'єктів.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11
ТЕМА: Агроекологічний моніторинг
в інтенсивному землеробстві

Мета роботи: Вивчити мету, завдання і принципи агроекологічного моніторингу; ознайомитися з методологією проведення моніторингу основних компонентів агроєкосистем.

Теоретичний матеріал

Агроекологічний моніторинг є важливою складовою загальної системи екологічного моніторингу і є загальнодержавною системою спостережень і контролю за станом і рівнем забруднення агроєкосистем у процесі інтенсивної сільськогосподарської діяльності. Основна кінцева мета його – створення високоефективних, екологічно

збалансованих агроценозів на основі раціонального використання і розширеного відтворення природно-ресурсного потенціалу, грамотного застосування засобів хімізації і т. д.

У завдання агроекологічного моніторингу входить:

- організація спостережень за станом агроєкосистем;
- отримання систематичної об'єктивної й оперативної інформації по регламентованому набору обов'язкових показників, що характеризують стан і функціонування основних компонентів агроєкосистеми;
- екологічна оцінка отримуваної інформації;
- екологічний прогноз можливої зміни стану цього агроценозу або системи в їх найближчій або віддаленій перспективі;
- вироблення рішень і рекомендацій;
- попередження виникнення екстремальних ситуацій і обґрунтування шляхів виходу з них;
- спрямоване управління ефективністю агроєкосистем.

Основними принципами агроекологічного моніторингу є:

- комплексність, тобто одночасний контроль за трьома групами показників, що відбивають найбільш суттєві особливості варіабельної агроєкосистеми (показники ранньої діагностики змін; показники, що характеризують сезонні або короточасні зміни; показники довгострокових змін);
- безперервність контролю за агроєкосистемою, що передбачає сувору періодичність спостережень за кожним показником з урахуванням можливих темпів і інтенсивності його змін;
- єдність цілей і завдань досліджень, що проводяться різними спеціалістами за погодженими програмами;
- системність досліджень, тобто одночасне дослідження блоку компонентів агроєкосистеми: атмосфера-вода-грунт-рослина-тварина-людина;
- достовірність досліджень, яка передбачає, що точність їх повинна перебивати просторове варіювання, супроводжуватися оцінкою достовірності відмінностей;
- одночасність (поєднання, зв'язаність) спостережень за системою об'єктів, розташованих у різних природних зонах.

В якості полігонів для агроекологічного моніторингу використовуються тривалі дослідні географічної мережі. Вони відображають систематичний вплив на ґрунт і інші компоненти екосистеми найбільш

поширених техногенних чинників – добрив і пестицидів, проводяться в суворій відповідності з вимогами єдиної методики при застосуванні новітньої агротехніки, рекомендованої зональними системами землеробства. При цьому широкий набір варіантів з різним хімічним навантаженням дозволяє встановити екологічно оптимальні системи добрив і засобів захисту для конкретних ґрунтово-кліматичних умов, розробити обґрунтовані нормативи навантажень, уточнити ГДК і так далі.

Локальний агроекологічний моніторинг проводять у виробничих умовах у дослідно-показових і базових господарствах. В його завдання входить:

- проведення систематичних спостережень за станом основних компонентів – агроєкосистеми (ґрунт-вода-рослина) під впливом інтенсивного застосування засобів хімізації;
- оцінка і прогноз змін стану названих компонентів залежно від техногенних навантажень; вивчення й оцінка високоефективних екологічно безпечних технологічних прийомів у землеробстві та розробка заходів з їх широкого застосування у виробничих умовах.

Регіональний агроекологічний моніторинг здійснюється періодично (через 5–15 років). За даними обстежень складають ґрунтові й агрохімічні нариси, карти та картограми. При проведенні таких обстежень можна виявити антропогенні, техногенні, ерозійні та інші зміни властивостей ґрунтів і стану ґрунтового покриву. Для проведення моніторингу на типових за ґрунтовим покривом полях з різною інтенсивністю хімічних навантажень виділяють постійні ділянки (реперні майданчики), на яких вивчають динаміку широкого набору показників, що служать основою для подальшої екологічної оцінки застосованих технологій. Спостережні (фонові ділянки) майданчики організовують і на найближчих ґрунтових аналогах, що не піддаються антропогенній дії (цілина, поклад, природні угіддя).

Основними блок-компонентами агроєкосистем являються атмосфера, ґрунт, рослини. З трьох компонентів особливої уваги заслуговує моніторинг ґрунтового покриву, оскільки саме він являє собою об'єкт антропогенної дії і хімічного навантаження. Його негативні зміни проявляються в забрудненні поверхневих і ґрунтових вод, а також рослин. Посилення негативних антропогенних дій, що обумовлюють порушення ґрунтів і зниження їх родючості, вимагає

включення в програми ґрунтово-екологічного моніторингу наступних завдань:

- визначення втрат ґрунту (у тому числі швидкості втрат) у зв'язку з розвитком водної ерозії та дефляції;
- контроль за зміною кислотності та лужності ґрунтів при внесенні добрив, меліорантів, під впливом кислотних дощів;
- контроль за зміною водно-сольового режиму і водно-сольових балансів меліорованих і підтоплюваних ґрунтів;
- виявлення регіонів з порушеним балансом основних елементів живлення;
- виявлення і оцінка швидкості втрат гумусу, доступних форм азоту і фосфору;
- контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами при внесенні добрив і меліорантів;
- контроль за забрудненням ґрунтів хімічними засобами захисту рослин на полях з постійним їх використанням;
- контроль за забрудненням ґрунтів детергентами і побутовими відходами;
- сезонний і довгостроковий контроль за структурою ґрунтів і вмістом у них елементів живлення рослин, за водно-фізичними властивостями та рівнем ґрунтових вод.

Одним із основних блок-компонентів агроєкосистем є рослини. У процесі агроекологічного моніторингу фіксують не лише кількість і якість урожаю в кінці вегетації, але й збирають дані за всіма динамічними показниками його формування (накопичення біомаси, фенологічні спостереження, структура агрофітоценозу, закладка і реалізація елементів продуктивності рослин та ін.).

Проведення таких спостережень дозволить уточнити терміни агротехнічних і агрохімічних заходів, контролювати і дозувати хімічне навантаження на агроценоз.

Якість природних вод, що контактують і взаємодіють з ґрунтом, тісно пов'язані з ґрунтовими процесами і техногенною дією на ґрунт. Під впливом антропогенних чинників у природних водах можуть накопичуватися різні забруднюючі речовини: нітрати, нітрити, пестициди, фенольні сполуки, синтетичні поверхнево-активні речовини, важкі метали.

Накопичуючись у зоні аерації, вони є вторинним джерелом забруднення ґрунтових вод. Останні, у свою чергу, забруднюють підземні

(найважливіше джерело питної води) річки і водойми. Тому якість ґрунтових вод є інтегральним показником інтенсивності не лише природних процесів, пов'язаних з ґрунтоутворенням і кругообігом елементів у природі, але й антропогенних дій (наприклад, застосування засобів хімізації).

Хід роботи:

Дайте письмові відповіді на запитання:

1. Яка мета і завдання агроекологічного моніторингу?
2. Поясніть суть основних принципів агроекологічного моніторингу.
3. Визначте особливості проведення локального і регіонального моніторингу.
4. Охарактеризуйте основні компоненти агроекологічного моніторингу.
5. Які особливості проведення моніторингу за ґрунтовим покривом?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12

ТЕМА: Екологічні проблеми застосування засобів хімічного захисту рослин

Мета роботи: Вивчити екологічні проблеми застосування пестицидів; ознайомитися з поведінкою пестицидів в об'єктах природної екосистеми та оптимізацією екологічного захисту рослин.

Теоретичний матеріал

Роль пестицидів зростає з посиленням спеціалізації сільськогосподарського виробництва і підвищенням рівня інтенсифікації землеробства. Значення хімічного методу посилюється при виникненні небезпеки значних втрат урожаю. Навіть у помірно інтенсивному землеробстві відмова від використання деяких хімічних препаратів, наприклад, протруйників насіння і посадкового матеріалу, призведе до великих втрат врожайності та зниження якості продукції від розвитку багатьох небезпечних хвороб рослин. Без пестицидів неможливо позбавитися від масового поширення карантинних

бур'янів і шкідників Тому відмова від використання пестицидів або різке обмеження їх використання в сучасному землеробстві призвели б до істотного зменшення віддачі від добрив, меліоративних та інших заходів, зробили б неможливим застосування сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Застосування пестицидів у сільському господарстві має ряд негативних особливостей, а саме:

- циркуляція їх у біосфері як шкідливих хімічних речовин до повного розкладання;
- найбільш персистентні речовини накопичуються в деяких об'єктах довкілля і завдають серйозних збитків;
- біологічна активність препаратів, що створює потенційну небезпеку для природи і людини;
- неможливість зменшити дозу застосування, зважаючи на необхідність забезпечити високу ефективність захисних заходів;
- контакт пестицидів з великою кількістю людей, активна їх циркуляція в зовнішньому середовищі та наявність залишків у харчових продуктах;
- стійкість препаратів у природних умовах і передача по харчових ланцюгах;
- кумулятивне накопичення пестицидів у живих організмах до біологічно активного рівня.

Для коректної оцінки впливу пестицидів на довкілля необхідно розглянути їх поведінку в окремих екосистемах.

Поведінка в повітрі. Основне джерело надходження пестицидів у повітряне середовище – це наземне і авіаційне обприскування сільськогосподарських культур. У результаті бічного зносу вітром спостерігається широке розповсюдження пестицидів за межі території, що обробляється.

Поведінка у воді. Вода є основним транспортним засобом пестицидів у навколишньому середовищі. Разом із поверхневим і ґрунтовим стоком забруднюються відкриті водойми, підземні води потрапляють в харчові ланцюги.

Поведінка в ґрунті. Пестициди вносять у ґрунт для знищення шкідників, які в ньому проживають. Потрапляють вони в ґрунт і після обробки надземних органів рослин. В результаті проведених

операцій гине корисна ґрунтова біота, знижується рівень мікробіологічної активності ґрунту, затухають мобілізаційні процеси. Пестициди адсорбуються ґрунтом і можуть надходити в рослини.

Систематичне застосування пестицидів є прямою дією на біоценози. Знищення комах-фітофагів знижує чисельність і ентомофагів. Руйнування зооценозів хижаків і паразитів може сприяти черговому швидкому розвитку шкідливих комах. У ресурсозберігаючих технологіях вирощування зернових культур основою попередження негативної дії пестицидів на довкілля служить інтегрована система захисту рослин. Її провідний принцип раціональної хімічної боротьби полягає в повному моніторингу екологічної обстановки на сільськогосподарських угіддях, точному зазначенні критеріїв чисельності шкідливих видів, а також чисельності корисних організмів, що пригнічують розвиток шкідників.

Існує чотири основні напрямки в підвищенні безпеки хімічного методу захисту рослин.

1. Удосконалення асортименту препаратів з метою зменшення їх токсичності для людини і корисних тварин, зниження персистентності, підвищення вибіркової дії.
2. Використання оптимальних способів застосування пестицидів.
3. Оптимізація використання пестицидів з урахуванням економічної доцільності та необхідності їх застосування для пригнічення популяцій (з урахуванням порогу шкодочинності для кожного виду шкідників в зональному розрізі).
4. Найсуворіша регламентація використання пестицидів у сільському господарстві й інших галузях на основі всебічного вивчення їх санітарно-гігієнічних характеристик і умов безпечної роботи.

Високотоксичні і стійкі в природі сполуки замінюються малотоксичними і малостійкими. З метою збереження корисних комах для хімічної обробки необхідно обирати препарати селективної дії. При використанні інсектицидів найбільш безпечно застосування системних препаратів, особливо при обробці насіння, або припосівне і післяпосівне внесення в ґрунт гранульованих препаратів. Важлива перевага в припосівному застосуванні системних інсектицидів – тривалий захист рослин у найвразливішій фазі розвитку,

коли насіння і сходи можуть бути легко знищені або сильно пошкоджені шкідниками. Припосівне внесення в ґрунт добрив з пестицидами не лише поєднує дві операції, але і забезпечує збільшення урожаю. Малооб'ємні або ультрамалооб'ємні обприскування найбільш продуктивні і дозволяють завершити обробку в найкоротші терміни, поки шкідники не встигли нанести істотної шкоди і не отримали значного розвитку. За рядом показників перспективним є вечірне і особливо нічне обприскування, що дозволяє уникнути бічного зносу пестицидів при денному вітрі.

Велике екологічне значення має вибіркоче застосування пестицидів на початку підвищення чисельності шкідників в ізольованих осередках. Екологічно обґрунтована також черезсмужна або стрічкова обробка, при якій оброблені смуги чергуються з необробленими. Раціональні обробки полів по периметру від шкідників, які мігрують навесні з ділянок, де вони зимували, на посіви. Проти бур'янів і шкідників, у яких сформувалася стійкість до деяких пестицидів, найперспективніше чергування препаратів з різних класів хімічних сполук з різним механізмом дії. Для запобігання забруднення залишками пестицидів ґрунту слід максимально обмежити внесення в ґрунт стійких форм пестицидів, а там, де необхідно, застосовувати препарати, що швидко руйнуються, в рядки, гнізда, лунки, що зменшує норму витрати. Стійкі препарати слід застосовувати в умовах багатопільної сівозміни, де разом з чергуванням культур відбувається і чергування різних пестицидів, що запобігає їх накопиченню в ґрунті.

Хіг роботи:

Дайте письмові відповіді на запитання:

1. Які екологічні проблеми виникають при застосуванні пестицидів?
2. Як впливають пестициди на природні екосистеми?
3. Охарактеризуйте дію пестицидів на біоценоз.
4. Охарактеризуйте принципи раціонального хімічного захисту в агроценозі.
5. Назвіть напрямки підвищення безпеки при застосуванні хімічного методу.
6. Назвіть екологічні особливості оптимізації захисту рослин.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 13

ТЕМА: Радіаційний моніторинг

Мета роботи: Ознайомитися з завданнями і актуальністю радіаційного моніторингу довкілля, складовими етапами здійснення еколого-дозиметричного моніторингу у випадках радіаційних аварій.

Теоретичний матеріал

Господарська діяльність людини призводить до погіршення якості навколишнього середовища, а в крайніх випадках і до руйнування природних співтовариств живих організмів. Завданням відпрацювання наукового підходу до оцінки стану біосфери в цілому і її окремих компонентів, визначення тенденцій змін, що відбуваються в них, під впливом антропогенних факторів, а також прогнозування можливих негативних наслідків таких перетворень служить система, що одержала назву *моніторингу навколишнього середовища*. Через виняткову складність організації універсальної системи багатоцільового моніторингу, що розглядає весь комплекс імовірних впливів на біосферу й враховуючи всі можливі шляхи такого впливу, на практиці частіше розробляють і реалізують програми моніторингу окремих факторів впливу (фізичних, хімічних, біологічних та ін.) і їхніх джерел, здійснюють спостереження за станом окремих складових біосфери на обмеженій території, у певному природному середовищі або сфері діяльності людини.

Одним з видів такого моніторингу є радіаційний моніторинг навколишнього середовища, що передбачає виміри рівня радіоактивного забруднення й доз опромінення біологічних об'єктів від всіх існуючих джерел (природне радіаційне тло, радіоактивні випадання й ін.) і проведений з метою контролю впливу іонізуючої радіації на людину.

Залежно від конкретних завдань він виконується як моніторинг джерела, що передбачає вимір і оцінку потужності поглинених доз випромінювання в повітрі й кількості радіонуклідів, що потрапили в природне середовище з даного джерела, або як моніторинг навколишнього середовища. У першому випадку спостереження

проводяться в межах зони розташування джерела персоналом, що обслуговує дане джерело випромінювання. У другому випадку виміру потужності поглиненої дози в повітрі й концентрації радіонуклідів в об'єктах навколишнього середовища виконують за межами розташування джерела випромінювання радіологічні служби організації і відомств, яким законодавчо постановлено в обов'язок контролювати радіоактивне забруднення природного середовища.

Радіаційний моніторинг навколишнього середовища також може бути пов'язаний з контролем джерела й виконуватися для оцінки внеску в опромінення від даного джерела. До цього виду варто віднести радіаційний моніторинг природного середовища в районах розташування АЕС і інших підприємств повного ядерно-технологічного циклу.

Разом з тим радіаційний моніторинг навколишнього середовища може проводитися для контролю опромінення людини й використовуватися для оцінки загального внеску в опромінення від декількох джерел, що діють у даній місцевості або в глобальному масштабі.

Розподіл радіоактивних елементів у біосфері, їхня здатність мігрувати по екологічних ланцюжках і концентруватися в окремих ланках харчових ланцюгів призвели до виникнення проблеми контролю радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь, ґрунтів, поливних вод, кормів, рослинної, тваринницької продукції, що викликає необхідність проведення цілеспрямованого радіаційного моніторингу агропромислового комплексу. Важливість здійснення цього виду моніторингу обумовлена не тільки тією обставиною, що надходження радіоактивних елементів в організм людини із сільськогосподарськими продуктами часто є визначальним у дозоутворенні, але й тим, що цей шлях радіаційного впливу є найбільш керованим і регульованим.

Крім того, перераховані види моніторингу не дають об'єктивної оцінки стану природного середовища, тому що вимір вмісту радіоактивних речовин в об'єктах природного середовища проводиться не з метою визначення впливу на них радіаційного фактора, а з контрольною функцією – з'ясувати, чи не містять дані об'єкти радіоактивні речовини в концентраціях, що представляють небезпеку для здоров'я людини. Для прояву радіаційних ефектів, тобто реакції

тварин і рослин, у тому числі й сільськогосподарських, і інших живих організмів на дію іонізуючих випромінювань, необхідні досить високі дози опромінення, що малоймовірно у звичайних умовах, але може стати можливим на певній території при радіаційних аваріях.

Хід роботи:

Дайте письмові відповіді на запитання:

1. З якою метою здійснюється радіаційний моніторинг?
2. У чому полягає важливість контролю радіоактивного забруднення сільськогосподарських угідь і продукції?
3. Розгляньте схему структури еколого-дозиметричного моніторингу у випадку радіаційної аварії (рис. 13.1) і опишіть його етапи і послідовність.



Рисунок 13.1. Структура еколого-дозиметричного моніторингу у випадку радіаційної аварії

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 14

ТЕМА: Особливості організації фонових моніторингу

Мета роботи: Ознайомитися з основними завданнями, програмою і критеріями досліджень при організації фонових екологічного моніторингу.

Теоретичний матеріал

Найбільш складним завданням на даний час є вивчення екологічних змін і організація екологічного моніторингу на фоновому рівні, який включає в себе спостереження в зонах, віддалених від будь-яких локальних джерел. Організація екологічного моніторингу на фоновому рівні розпочалась в країні зі створення такої системи на базі біосферних заповідників, на яких здійснюється вивчення, контроль і прогнозування антропогенних змін стану біосфери. У біосферних заповідниках пропонувалось проводити всебічні дослідження як зовнішніх факторів середовища, так і внутрішніх процесів і явищ, які відбуваються в екосистемах.

Основним завданням фонових моніторингу є фіксація й встановлення показників, що характеризують природний фон, а також його глобальні й регіональні зміни в процесі розвитку біосфери. Фоновий стан біосфери вивчається на фонових станціях, які базуються на біосферних заповідниках. В Україні – це Асканія-Нова (площа 33307,6 га), Чорноморський біосферний заповідник (площа 100809 га), Карпатський (площа 57880 га), Дунайський (площа 46402,9 га). Фоновий стан середовища в минулому, до початку впливу людини, можна дослідити за даними аналізу кілець загиблих або старих дерев, проб льодовиків, донних відкладів (історичний моніторинг).

Програма фонових екологічного моніторингу на базі біосферних заповідників містить такі розділи.

1. Моніторинг забруднень та інших факторів впливу на довкілля.
2. Моніторинг відгуків біоти на антропогенний вплив, в першу чергу, фонових рівнів забруднення.
3. Спостереження за зміною функціональних і структурних характеристик еталонних природних екосистем та їх антропогенних модифікацій.

Програма фонового моніторингу поділяється на біотичну й абіотичну частини. Спостереження за гідрометеорологічними факторами віднесені до абіотичної частини фонового моніторингу. Організація спостережень за цією частиною повинна проводитись так, щоб отримані результати давали достатню інформацію про концентрацію різних домішок в навколишньому середовищі, про міграційні процеси й кругообіг цих речовин, їх накопичення й трансформацію.

При виборі речовин для включення в програму вимірювань у біосферних заповідниках повинні братись до уваги такі критерії:

- 1) розповсюдженість речовин, їх стійкість і мобільність у навколишньому середовищі;
- 2) здатність до дії на біологічні та геофізичні системи.

Деякі ЗР, які потрапляють в НПС, можуть змінити природну геохімічну рівновагу. Для оцінювання зміни природного кругообігу речовин, що викликана антропогенною діяльністю, використовуються:

- 1) *коефіцієнт технофільності*, який визначається відношенням щорічного видобутку даного хімічного елемента до його загального вмісту в літосфері;
- 2) *коефіцієнт геохімічної рівноваги*, який показує відношення сумарних викидів будь-якої речовини до його загального вмісту в літосфері.

Дослідження показують, що досить часто виникають порушення геохімічної рівноваги таких елементів, як ртуть, кадмій та свинець.

Перелік хімічних речовин, які підлягають вивченню на фонових станціях і в біосферних заповідниках, зведено в табл. 14.1.

Таблиця 14.1

Перелік хімічних речовин, які підлягають вивченню на фонових станціях і у біосферних заповідниках

| Назва хімічних речовин, які підлягають вивченню | Середовище | | | | |
|---|------------|-------|------------|--------|-------|
| | Атмосфера | Опади | Гідросфера | Ґрунти | Біота |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Завислі речовини | + | | | | |
| Двоокис сірки | + | | | | |
| Озон | + | | | | |
| Окис вуглецю | + | | | | |

Закінчення таблиці 14.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| Оксиди азоту | + | | | | |
| Вуглеводи | + | | | | |
| Бенз(а)пірен | + | + | + | + | + |
| Хлорорганічні сполуки (ДДТ, ін.) | + | + | + | + | + |
| Важкі метали (Pb, Hg, Cd) | + | + | + | + | + |
| Двоокис вуглецю | + | | | | |
| Фреони | + | | | | |
| Біогенні елементи | | + | + | + | + |
| Аніони і катіони | | + | | | |
| Радіонукліди | | + | | | |

До складу гідрометеорологічних і геофізичних характеристик повинні входити дані про швидкість і напрям вітру, атмосферний тиск і температуру, вологість і кількість опадів, інтенсивність сонячної радіації, включаючи ультрафіолетове випромінювання, витрата й рівень води, температура води, вологість і тепловий баланс ґрунту. До складу біологічних спостережень входить оцінка стану біоти (визначення коефіцієнта розмноження), прогнозування відповідних реакцій біоти (встановлення залежності чутливості біоти до антропогенного забруднення в системі доза-реакція).

Фоновий моніторинг включає різні програми спостережень і польових досліджень, а також методи математичного моделювання та прогнозування.

Хіг роботи:

Дайте письмові відповіді на запитання:

1. Де розташовані станції проведення фонового моніторингу в Україні?
2. Які спостереження включає програма фонового екологічного моніторингу?
3. За якими критеріями обираються речовини для вимірювання в програмі фонового моніторингу довкілля?
4. Поясніть значення коефіцієнту технофільності та коефіцієнту геохімічної рівноваги для оцінки зміни природного кругообігу речовин.

РОЗДІЛ 2

ЛАБОРАТОРНИЙ КУРС

ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

«МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ»

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ТЕМА: Техніка безпеки робіт при проведенні польових і лабораторних моніторингових досліджень

Мета роботи: Ознайомитись основними правилами щодо забезпечення безпеки робіт при отриманні первинних базових даних для моніторингу навколишнього природного середовища в умовах проведення польових і лабораторних досліджень.

Теоретичний матеріал

1. Загальні положення

Базу для основних моніторингових досліджень складають фондові матеріали та відомості про стан місцевого природного середовища. У процесі вивчення характеристик можуть застосовуватися інструменти зіставлення аналогічних об'єктів, які функціонують в подібних екологічних умовах. Звичайно, особливе місце займають обстеження повітря і навколишнього середовища в цілому з точки зору забруднень. У наш час проведення екологічних досліджень рідко обходиться без оцінки радіаційної ситуації, фізичних негативних впливів на екосистему, випробування забрудненості повітря і т. д. Гідрологічні ресурси також піддаються вивченню з різних аспектів в лабораторних умовах. Дана категорія аналізів важлива і для розробки проектів житлових будинків, і в будівництві виробничих об'єктів.

Зазвичай основним різновидам польових дослідних заходів передують маршрутні спостереження. Головним завданням маршрутних спостережень є отримання кількісних і якісних параметрів і характеристик компонентів місцевої екологічної обстановки.

У частині загального дослідження збираються дані про підземні і поверхневі води, геологічне середовище, про стан ґрунтового покриву, тваринний і рослинний світ, антропогенні впливи тощо. Крім того, екологічні дослідження можуть передбачати і обстеження територій забудови. Практикується обхід територій з оглядом звалищ, полігонів, відстійників, нафтосховищ та інших потенційно небезпечних джерел забруднення.

2. Забезпечення безпеки робіт при проведенні польових досліджень

При проведенні польових робіт необхідно постійно забезпечувати повну безпеку для людей, безаварійність транспортних засобів та збереження матеріалів польової документації. До виїзду на польові, учбові та виробничі практики кожний співробітник і студент-практикант повинні ретельно вивчити «Інструктаж з охорони праці».

Під час переїздів до місця практики, в населених пунктах, на стаціонарах, у таборах та при проведенні маршрутів категорично забороняються самовільні відлучки.

Вихід у маршрут одному в будь-яких районах забороняється. В маршрут повинні назначатися не менше двох людей. Пересування в темний час доби забороняється.

При переправах через ріки «у брод» пішки обов'язково повинні бути вжиті заходи попереднього вивчення броду, а в небезпечних випадках – і охоронні заходи.

Купання у відкритих водоймах дозволяється тільки після обстеження водойм з точки зору безпеки при використанні їх для купання, визначення місця для купання. Не рекомендується купатися при температурі води нижче 17–19°C і температурі повітря нижче 21–23 °C. Продовження купання не повинно перевищувати 15 хвилин. Купання вночі суворо забороняється. Купання забороняється: без дозволу викладача; в необладнаних місцях; при відсутності відповідальної особи.

Значну небезпеку при виконанні польових досліджень становлять метеорологічні умови та можливі природні стихійні лиха. Тривалий вплив прямих сонячних променів при високій температурі повітря може викликати «сонячний удар», наслідком якого може стати

тривала втрата працездатності, а інколи і смерть. Значну небезпеку становлять природні стихійні лиха: урагани, смерчі, зливи, довготривалі дощі та паводки. Під час грози виникає загроза ураження працівників блискавкою. При одержанні метеорологічного попередження засобами радіо- і телемовлення чи при появі наявних ознак бурі, зливи, дощу, грози та інших небезпечних природних явищ польові роботи не допускаються.

Працівники, що перебувають на польових роботах, у разі виникнення загрози вказаних природних явищ роботу завершують, приймають необхідні заходи з безпеки. Під час грози не допускається розміщення людей під високими поодинокими деревами, оскільки це створює загрозу попадання людей під «кранову напругу» при розряді блискавки на це дерево. При переміщенні пішки під час грози швидкість руху не повинна перевищувати 7–8 км/год. По можливості грозу перечікують у заглибинах місцевості, які не можуть бути затоплені водою. Безпечним є перебування під час грози у салоні автомобіля.

Під час степових природних пожеж польові роботи припиняються. Терміново за номером 101 здійснюється оповіщення місцевої оперативно-рятувальної служби МНС.

При переміщенні працівників вздовж узлісся та по вкритій травою місцевості приймаються необхідні заходи щодо захисту від енцефалітичних кліщів, отруйних змій, павуків – на голову накидається башлик спецодягу, застосовуються відповідні чоботи, при переміщенні по високій траві, працівники спереду себе палицею струшують траву для виявлення змій. При переміщенні групи через ліс один за одним відстань між працівниками становить не менше 3 м для виключення подряпин гілками людей, що йдуть позаду. При переміщенні біля крутих обривів, ярів, річок відстань від обриву становить не менше 1 м. Застосування відповідного одягу, взуття, сонцезахисних головних уборів забезпечує необхідний захист працівників при перебуванні їх у польових умовах.

При виконанні польових робіт особлива увага приділяється охороні праці жінок. Жінки не залучаються до землекопних робіт та робіт, пов'язаних із переносом вантажів, маса яких перевищує 7 кг. Загальна маса вантажів, що переміщуються, не може перевищувати 175 кг/год.

При укусі змії треба як найшвидше накласти джгут вище місця укусу ближче до рани. Тримати його не більше ніж півгодини. Рану від укусу промивають кип'яченою водою, зволожують марлевими серветками та терміново доставляють потерпілого до лікарні. При укусі кліща не можна відривати його від тіла. Вражене місце треба змастити олією. Кліща потрібно негайно відправити на аналіз.

При тепловому ударі потрібно посадити постраждалого в тіні, зняти одяг, обприскати водою, покласти на голову та грудину холодні примочки, часто їх змінюючи. Якщо у постраждалого немає дихання – зробити штучне дихання та направити до лікаря.

При ударі об твердий предмет чи при падінні може статися пошкодження м'яких тканин та розтягнення зв'язок. Для надання першої допомоги необхідно створити спокій постраждалій ділянці та покласти на неї 3–4 рази холод (кожну годину з перервами по 15 хвилин).

При травмі носу, яка супроводжується кровотечею, треба нахилити голову вперед, затиснути при цьому крила носа пальцями на 10–15 хв. При травмі голови необхідно забезпечити спокій. При транспортуванні постраждалого покласти на спину та покласти під голову подушку. Не можна дозволяти хворому при цій травмі йти у лікарню самостійно.

При підозрі на перелом, вивих, підвивих, розтягнення зв'язок не можна робити спроб до вправлення, тягнути за постраждале місце. Це може призвести до тяжких наслідків. Необхідно створити максимальний спокій, нерухомість частини тіла, щоб вона захоплювала суглоби нижче та вище ушкодженого місця. При переломі руки чи ключиці руку притискають до тулуба, закріплюють пов'язкою. Постраждалий повинен бути доставлений у лікарню.

3. Правила техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт

1. До роботи в лабораторії студенти допускаються тільки після вивчення правил техніки безпеки, пожежної безпеки та інструктажу, проведеного викладачем.

2. Перед кожною роботою студент повинен уважно прочитати відповідну методику і, виконуючи досліди, не відхилятися від неї без дозволу викладача. У процесі виконання аналізів потрібно бути

уважним, обережним, всі операції проводити акуратно, не поспішаючи, в спецодязі – халаті.

3. Працюючи з хімічними речовинами, не можна допускати їх попадання на шкіру, торкатись руками обличчя і очей, вживати їжу під час роботи.

4. Категорично забороняється куштувати хімічні речовини. Рекомендується дуже обережно нюхати їх, не схиляючись над посудом, а спрямовуючи до себе пари чи газ помахом руки.

5. Рекомендується працювати стоячи. Сидячи дозволяється виконувати роботи, не пов'язані з небезпекою спалахування, вибуху і розбризкування рідини. Категорично забороняється працювати в лабораторії на самоті.

6. Роботи, пов'язані з утворенням летких речовин, випаровуванням і кип'ятінням розчинів, використанням органічних розчинників, необхідно виконувати тільки у витяжній шафі.

7. Під час роботи у витяжній шафі з метою ефективної вентиляції потрібно підняти дверцята шафи на 1/3–1/4 висоти. Після закінчення роботи їх слід щільно зачинити.

8. Концентровані чи розведені кислоти і гідроксиди лужних металів треба відбирати спеціальною піпеткою або гумовою грушею. Під час розведення концентрованої сірчаної кислоти, що супроводжується виділенням тепла, потрібно використовувати тільки термостійкий скляний або порцеляновий хімічний посуд.

9. Переносячи тиглі, гарячі колби і склянки, необхідно класти під їх денця азбестову підкладку. Тиглі потрібно підтримувати щипцями.

10. Не дозволяється працювати з легкозаймистими речовинами поруч з відкритим вогнем і ввімкненими електронагрівальними приладами. Забороняється нагрівання таких речовин на відкритому вогні й плитках.

11. Категорично забороняється залишати ввімкнені прилади без нагляду.

12. Відпрацьовані рідини (кислі води, гідроксиди лужних металів, кислоти тощо) треба зливати у скляну посудину з відповідною етикеткою, далі – нейтралізувати і лише потім – виливати в каналізацію. Категорично забороняється зливати в каналізацію

відпрацьовані органічні розчинники, включаючи змішані з водою, – їх слід зливати у спеціальний посуд.

13. Розлиті кислоти та луги необхідно негайно нейтралізувати, а потім добре змити водою. Для нейтралізації лугів застосовують розчини борної або 8% оцтової кислоти, для нейтралізації кислот – 5% розчин питної соди.

14. Перша допомога у разі нещасного випадку. Невиконання правил безпечної роботи в лабораторії може спричинити термічні або хімічні опіки, поранення та отруєння. Для надання першої допомоги в лабораторії є аптечка.

За термічних опіків, заподіяних вогнем, парою, гарячими предметами тощо, на обпечене місце слід покласти вату, змочену 96% етиловим спиртом. У разі глибоких опіків з руйнуванням тканини на рану накладають стерильну пов'язку та негайно викликають лікаря.

За хімічних опіків кислотами (першого ступеня) обпечене місце ретельно промивають водою, прикладають примочки з 2–3% розчину питної соди, а за опіку другого ступеня – пов'язку зі стрептоцидовою або синтоміциновою емульсією.

У разі хімічних опіків лугами чи концентрованим розчином аміаку обпечене місце протягом кількох хвилин ретельно промивають водою та накладають пов'язку з 5% розчином оцтової, соляної, лимонної або інших слабких кислот.

Якщо кислота або луг потрапили в око, необхідно промивати його великою кількістю води протягом 10–30 хв, а потім, у разі опіку кислотою – 2–3% розчином бікарбонату натрію, лугом – розчином борної кислоти.

За умови поранення склом з рани виймають скалки, змашують її йодом та забинтовують. У всіх випадках отруєння хімікатами необхідно негайно викликати лікаря або відрядити потерпілого до пункту надання медичної допомоги.

Хіг роботи:

Письмово дайте розгорнуті відповіді на запитання:

1. Назвіть основні ризики під час проведення робіт у польових умовах.

2. Як треба поводитись, якщо під час польових досліджень розпочалася гроза зі зливою?
3. Яку першу допомогу треба надати людині в разі травмування?
4. Яких правил треба дотримуватися при роботі з концентрованими кислотами?
5. Яка перша допомога надається при отриманні хімічних опіків?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ТЕМА: Гідрометеорологічна служба України

Мета роботи: За допомогою літературних джерел пояснити основні положення Рамкової конвенції ООН «Про зміну клімату», роль та задачі Всесвітньої Метеорологічної Організації; розміщення та обладнання метеостанцій для моніторингових досліджень на території України.

Теоретичний матеріал

1. *Основні положення Рамкової конвенції ООН «Про зміну клімату» та задачі, які взяла на себе Україна*

Україна, володіючи виключно енергоємною економікою і будучи, внаслідок цього, одним з найбільших емітентів парникових газів у світі, демонструє відданість справі запобігання загрозливої зміни клімату планети в результаті його потепління. Україна підписала Рамкову Конвенцію ООН з питань зміни клімату в 1992 р. Після ратифікації Конвенції парламентом країни в 1996 р. (конвенцію ратифіковано Законом № 435/96-ВР від 29.10.96, ВВР, 1996, № 50, ст. 277) Україна стала її Стороною і, будучи країною з перехідною економікою, увійшла в Додаток 1 Конвенції. Ратифікація Україною Кіотського Протоколу навесні 2004 року стала відкритою заявою світовій спільноті, що країна вважає за можливе взяти на себе зобов'язання по реалізації одного з найамбітніших міжнародних проєктів ХХ–ХХІ ст. – запобігання негативних наслідків глобальних змін клімату.

У своїй діяльності щодо досягнення мети Конвенції і здійсненню її положень Сторони керуються, зокрема, такими положеннями:

1. Сторонам необхідно захищати кліматичну систему на благо нинішнього і майбутніх поколінь людства на основі справедливості і у відповідності з їх спільною, але диференційованою відповідальністю і можливостями. Відповідно, Сторони, які є розвинутими країнами, повинні відігравати головну роль у боротьбі зі зміною клімату та її негативними наслідками.

2. Необхідно повною мірою врахувати конкретні потреби і особливі обставини Сторін, які є країнами, що розвиваються, особливо тих, що найбільше потерпають від негативних наслідків змін клімату, а також Сторін, яким у відповідності з цією Конвенцією доведеться нести надмірний чи непосильний тягар, зокрема країн, що розвиваються.

3. Сторонам необхідно вживати попереджувальні заходи з метою прогнозування, запобігання або зведення до мінімуму причин зміни клімату і пом'якшення його негативних наслідків. Там, де існує загроза серйозних або необоротних втрат, недостатня наукова визначеність не повинна бути причиною для віддалення терміну прийняття таких заходів, враховуючи, що політика і заходи, спрямовані на боротьбу зі зміною клімату повинні бути економічно ефективними для забезпечення глобальних благ при найменших можливих витратах. З цією метою такі політика і заходи повинні враховувати різні соціально-економічні умови, бути всеосяжними, охоплювати всі відповідні джерела, поглиначі і нагромаджувачі парникових газів і заходи по адаптації, а також включати всі економічні сектори. Зусилля по реагуванню на зміну клімату можуть докладатися зацікавленими Сторонами на спільній основі.

4. Сторони мають права на стійкий розвиток і повинні йому сприяти. Політика і заходи в галузі захисту кліматичної системи від антропогенних змін мають відповідати конкретним умовам кожної із Сторін і бути інтегрованими з національними програмами розвитку, оскільки економічний розвиток має важливе значення для застосування заходів по реагуванню на зміну клімату.

5. Сторони повинні співробітничати з метою встановлення сприятливої і відкритої міжнародної економічної системи, яка

б вела до стійкого економічного росту і розвитку усіх Сторін, особливо Сторін, які є країнами, що розвиваються, надаючи їм, таким чином, можливість краще реагувати на проблеми зміни клімату. Заходи, вжиті з метою боротьби зі зміною клімату, включаючи односторонні заходи, не повинні служити засобом безпідставної чи необґрунтованої дискримінації або прихованого обмеження міжнародної торгівлі.

2. Основні задачі Всвітньої Метеорологічної Організації

Всесвітня Метеорологічна Організація (ВМО) є спеціалізованою установою Організації Об'єднаних Націй та авторитетним джерелом інформації системи ООН з питань стану та поведінки атмосфери Землі, її взаємодії з океанами, утвореного клімату і розподілу водних ресурсів. Склад ВМО налічує 189 країн-членів і територій (станом на 4 грудня 2009 р.). ВМО бере свій початок від Міжнародної Метеорологічної Організації (ММО), яка була заснована в 1873 р. Заснована в 1950 р., ВМО стала спеціалізованою установою Організації Об'єднаних Націй в області метеорології (погода і клімат), оперативної гідрології та суміжних геофізичних наук в 1951 р.

ВМО забезпечує прогнозами і завчасними попередженнями держави, галузі економіки та окремих осіб; що сприяє запобіганню небезпеки і пом'якшення наслідків катастроф, збереження життя людей і скорочення масштабів збитку майну і навколишньому середовищу завдяки більш ефективному врахуванню факторів ризику. ВМО робить значний внесок у збереження навколишнього середовища та глобального клімату для нинішнього і майбутнього поколінь людства.

Одним з найважливіших напрямків діяльності ВМО є моніторинг довгострокових змін у складі атмосфери, включаючи рівні вмісту парникових газів, ультрафіолетової радіації, аерозолів та озону, а також оцінка таких змін на людей, клімат і якість повітря у різних регіонах.

3. Щільність мережі метеостанцій і закономірності розміщення по території України

Визначена кількість метеостанцій та розрахована їх щільність на 1 км² площі у областях України (табл. 2.1).

Таблиця 2.1
Щільність мережі метеостанцій і закономірності розміщення по території України

| № | Область | Кількість станцій | Щільність (на 1 км ²) | № | Область | Кількість станцій | Щільність (на 1 км ²) |
|----|-------------------|-------------------|-----------------------------------|----|---------------|-------------------|-----------------------------------|
| 1 | АР Крим | 24 | 0,92 | 14 | Миколаївська | 5 | 0,20 |
| 2 | Вінницька | 6 | 0,23 | 15 | Одеська | 10 | 0,30 |
| 3 | Волинська | 6 | 0,01 | 16 | Полтавська | 6 | 0,21 |
| 4 | Дніпропетровська | 10 | 0,31 | 17 | Рівненська | 3 | 0,15 |
| 5 | Донецька | 7 | 0,26 | 18 | Сумська | 5 | 0,21 |
| 6 | Житомирська | 5 | 0,16 | 19 | Тернопільська | 4 | 0,29 |
| 7 | Закарпатська | 9 | 0,70 | 20 | Харківська | 10 | 0,32 |
| 8 | Запорізька | 7 | 0,26 | 21 | Херсонська | 7 | 0,25 |
| 9 | Івано-Франківська | 5 | 0,36 | 22 | Хмельницька | 5 | 0,24 |
| 10 | Київська | 11 | 0,39 | 23 | Черкаська | 6 | 0,29 |
| 11 | Кіровоградська | 8 | 0,33 | 24 | Чернівецька | 2 | 0,25 |
| 12 | Луганська | 5 | 0,19 | 25 | Чернігівська | 8 | 0,25 |
| 13 | Львівська | 10 | 0,46 | | | | |

Середнє значення в цілому по Україні – 0,3. У розміщенні метеорологічної мережі України простежуються певні закономірності, найбільше станцій на одиницю площі мають області, розташовані в гірських районах (Крим та Карпати). По-перше Карпати відіграють певну «захисну роль» для Закарпатської області, затримуючи холодні повітряні маси з північного сходу. Тому, клімат цієї території порівняно м'якший з кліматом сусідніх територій. На відміну від всієї території України з помірно-континентальним типом клімату Південний берег Криму має субтропічний середземноморський клімат, що пов'язано з гірським кліматичним бар'єром та приморським розташуванням (взаємодія атмосфери, моря і суші; утворення бризів тощо). По-друге, гірські райони цікаві тим, що зазвичай мають найбільшу кількість опадів (через те, що вологе повітря затримується в горах). Також, ці райони цікаві перепадом висот. Близькі географічно території будуть різнитися атмосферним тиском, температурою внаслідок зменшення обох показників на одиницю висоти (атмосферний тиск на кожні 100 м висоти зменшується на 10 мм рт.ст.; а температура на 0,65 кожні 100 м висоти).

Також цікавим є розміщення відносно великої кількості (у порівнянні з іншими областями) метеорологічних станцій в Харківській, Київській та Одеській областях. Ці території поєднує господарський фактор, зокрема розвиток метеорології і кліматології, як науки; а отже – розвиненої науково-дослідної бази, пунктів спостережень тощо.

Так в Києві розміщена Центральна геофізична обсерваторія, УкрНДГМІ та відбувається підготовка кадрів гідрометеорологічного напрямку в КНУ ім. Шевченко. В Одеській області – Гідрометеорологічний інститут, що проводить дослідження з метеорології та кліматології, а також готує найбільше в Україні метеорологів, гідрологів, кліматологів тощо. Харківська область виокремилась «науковим метеорологічним минулим» – це перші дослідження з метеорології засновника Харківського Національного Університету Василя Назаровича Каразіна, створення в Харкові першого Інженерного Гідрометеорологічного Інституту (який згодом перевели до Ташкенту, а потім до Одеси).

Найменші показники метеомережі у Рівненській, Житомирській, Сумській областях України. Ці області по-перше розташовані

на рівнинній території, мають невелику протяжність із сходу на захід (вплив континентальності клімату). Области не приморські, поблизу немає значних водосховищ, які б суттєво могли впливати на клімат великої ділянки, метеорологія як наука не розвинута (тому немає необхідності у потужній науково-дослідній базі). Умови на всій території приблизно однакові, тому значення всього з декількох метеостанцій можна легко поширювати та значні території.

Отже, метеорологічні станції розташовані на територіях з відмінними природними умовами (надходження сонячної радіації, атмосферна циркуляція, особливості підстильної поверхні та інші чинники).

4. Вимоги до розташування метеорологічного майданчика, його призначення та обладнання

Розташування метеорологічного майданчика має бути типовим для навколишньої місцевості. Це забезпечується її розташуванням на характерних формах рельєфу. Крім того, площадка повинна знаходитись на значній відстані від:

- окремих невисоких будівель і споруд, груп дерев та ін. (на відстані не менш ніж 10 висот переponи);
- значних суцільних переpon, наприклад лісів, міських вулиць (на відстані не менш ніж 20 середніх висот переpon);
- балок, улоговин тощо (не менш декількох десятків метрів);
- від берегової лінії при максимальному рівні води в річці, озері, морі (не менше 100 м).

За станцією обов'язково закріплюється земельна ділянка розміром не менше 1 га (зазвичай 100 × 100 м), у центрі якої обладнують метеорологічну площадку. При цьому слід враховувати різні чинники: розмір ділянки, наявність комунікацій, ступінь господарської освоєності, її перспективи та ін.

Метеорологічна площадка повинна мати форму квадрата розміром 26 × 26 м, одна із сторін якого орієнтована з півночі на південь. Прилади та устаткування на ній розташовують певним чином. На метеорологічній площадці дозволяється ходити тільки по доріжках для того, щоб не порушувати природного стану поверхні. На тих станціях, де прокладання доріжок може викликати небажаний ефект, можна користуватися стежками. Доріжки повинні бути з утрамбованого ґрунту, щебню, гравію, цегляної крихти тощо. Слід, щоб

у поперечному розрізі вони мали випуклу форму. Асфальтувати чи бетонувати доріжки не рекомендується.

Метеорологічна площадка має бути огороженою. Висота огорожі – 1,2–1,5 м. Метеорологічна площадка повинна бути електрифікована. При будь-якій напрузі струму, що подається на площадку, безпосередньо до приладів подається струм з напругою не більше 36 В. Майже всі пристрої на метеорологічній площадці слід пофарбувати в білий колір. Тільки щогли та огорожа можуть бути пофарбовані в будь-який інший колір. Висота трави на площадці не повинна перевищувати 20 см. Тому її необхідно періодично косити, збирати і просушувати в іншому місці. На території площадки не можна порушувати природний стан снігового покриву (навіть доріжки розчищувати не слід). На станції необхідно систематично контролювати технічний стан діючих метеорологічних приладів і устаткування та правильність їх експлуатації.

Прилади для вимірювання температури (а також вологості) повітря встановлюють у захисній жалюзійній (психрометричній) будці. Будка призначена для запобігання впливу прямої сонячної радіації на результати спостережень, а також для захисту приладів від механічних ушкоджень і атмосферних опадів. У середині будки необхідно створити повітрообмін зі швидкістю близько 0,5–1,0 м/с, який є теоретичною передумовою для розрахунків інерції приладів, психрометричної залежності та ін. Будку розташовують на спеціальній підставці висотою 175 см. Висота установки резервуарів психрометричних термометрів дорівнює 200 см від поверхні землі. Тому взимку у місцях, де сніговий покрив сягає висоти 1 м і більше, необхідно мати додаткову підставку висотою 2,75 м. В середині будки до середньої дошки підлоги закріплено залізний штатив, на якому встановлюють два психрометричних термометри (сухий – ліворуч, змочений – праворуч), між ними за допомогою гвинтів закріплюють волосяний гігрометр. У нижній частині штатива на залізних лапках розташовані максимальний і мінімальний термометри. На нижній перекладині штативу є кільце, в яке встановлюють психрометричний стаканчик з водою. При цьому необхідно мати на увазі, що резервуари психрометричних термометрів повинні бути на одному рівні, а лапки штативу

відігнуті таким чином, щоб максимальний термометр був трохи нахилений вбік резервуара.

При вимірюваннях температури слід додержуватись таких умов:

- при відліку око розташовують таким чином, щоб візирна лінія була перпендикулярною до капіляра і проходила через верхню (нижню) точку меніска стовпчика ртуті (спирту);
- перед відліком необхідно перевірити відсутність відкату ртуті у максимального термометра і наявність штифта мінімального термометра всередині спирту;
- струшувати максимальний термометр необхідно одним плавним і наприкінці різким рухом, тримаючи термометр ближче до його кінця, таким чином, щоб його верхня частина на 6–8 см виступала із долоні, при цьому шкала термометра має бути спрямована вздовж площини струшування.

Усі результати вимірювань фіксують у книжці спостерігача. При обробці результатів спостережень необхідно вводити поправки. В показання мінімального термометра, окрім сертифікатної із свідчення перевірки, необхідно ввести додаткову поправку, яка розраховується наприкінці місяця як середня різниця між показаннями сухого термометра і спирту мінімального термометра.

Термометри для вимірювання температури поверхні ґрунту і снігового покриву та колінчаті термометри для вимірювання температури до 20 см встановлюють на незатіненому, вільному від рослинності майданчику розміром 4 × 6 м.

Вимірювання температури проводять у такій послідовності: знімають показання психрометричного, мінімального (спирт і штифт) і максимального (до і після струшування) термометра, потім – показання колінчатих термометрів. Дані цих вимірювань записують у книжки КМ-1 (поверхня ґрунту) і КМ-3 (колінчаті термометри).

Витяжні ґрунтово-глибинні термометри (які застосовують для вимірювання температури ґрунту на глибинах) встановлюють у південно-східній частині метеоплощадки, на ділянці розміром 6 × 8 м з природним рослинним покривом. Спостереження за допомогою витяжного термометра проводять цілий рік, кожного дня: на глибинах 20 і 40 см – усі вісім термінів (окрім періоду, коли висота снігового покриву становить більше 15 см, а також у районах суворих і малоснігових зим при зниженні температури на глибині 40 см до 0 °С.

У ці періоди спостереження виконуються в один термін); на інших глибинах – один раз на добу.

Хід роботи:

Письмово дайте розгорнуті відповіді на запитання:

1. З'ясувати основні задачі ВМО.
2. На контурній карті України позначити мережу метеостанцій та визначити їх щільність по території, пояснити закономірності розміщення.



3. Ознайомитися, використовуючи літературні джерела, з вимогами до розташування метеорологічного майданчика, його призначення та обладнання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ТЕМА: Розрахунок інтегральних показників рівня забруднення атмосферного повітря

Мета роботи: вивчення і розрахунок основних інтегральних показників забруднення атмосферного повітря, а також дослідження на діаграмах зміни середнього рівня забруднення атмосферного повітря за 5 років у містах Дніпропетровської області (за даними екологічного паспорту області).

Теоретична частина

Моніторинг забруднення атмосфери – це система регулярних, тривалих спостережень у просторі і часі, що дає інформацію про стан навколишнього середовища з метою оцінки минулого, сьогодення і прогнозів на майбутнє параметрів навколишнього середовища, що мають значення для людини.

Основними функціями моніторингу є:

- контроль за якістю атмосферного повітря, а також інших компонентів біосфери;
- визначення основних джерел забруднення.

Головними джерелами забруднення повітря в містах є великі промислові підприємства й автотранспорт, що викидають в атмосферне повітря велику кількість забруднюючих речовин. Найбільш розповсюдженими є пил неорганічний, сірчистий газ, оксид вуглецю, діоксид азоту, сірководень, фенол, формальдегід, аміак і таке інше.

Оснóву обстеження забруднення повітряного басейну міста складає визначення величин концентрацій забруднюючих речовин у різних його частинах при різних метеорологічних умовах, вимір метеорологічних елементів, що визначають розсіювання домішок, збір кількісних характеристик викиду в атмосферу забруднюючих речовин і різних медико-біологічних зведень.

Існуючі способи відбору проб атмосферного повітря поділяються на чотири види: стаціонарні пункти спостережень; маршрутні; підфакельні; епізодичні.

Вибір виду спостережень визначається розміром, характером забудови міста, потужністю і числом джерел забруднення і їхнім

взаємним розташуванням щодо житлових районів. У більшості випадків зазначені способи добору проб взаємно сполучаються і доповнюють один одного.

Організація стаціонарних пунктів спостережень особливо істотна у великих містах, де, крім могутніх промислових підприємств, є багато низьких і дрібних джерел забруднення, розповсюджених по всій території міста. При такому розташуванні джерел викидів створюється загальне тло високого забруднення. У результаті взаємного перемішування викидів шкідливих речовин з багатьох джерел, розташованих на території міста, формується деякий рівень забруднення атмосферного повітря (фонове забруднення).

Сполучення метеорологічних факторів, що обумовлюють рівень можливого забруднення атмосфери (при фіксованих викидах), називають потенціалом забруднення атмосфери (ПЗА). Розрізняють метеорологічний і кліматичний ПЗА. Метеорологічний ПЗА використовується в щоденних метеорологічних прогнозах забруднення атмосфери, кліматичний ПЗА – при оцінках кліматичних умов переносу і розсіювання домішок у визначеному фізико-географічному районі. Для випадку міських умов з численними низькими й організованими викидами ПЗА включає приземні і низькі підняті інверсії, швидкість вітру від 0 до 1 м/с, застій і тумани.

Як для випадку окремого джерела, так і для випадку міських умов висока інтенсивність сонячної радіації і підвищення температури повітря в літню пору сприяє фотохімічним реакціям, збільшує імовірність виникнення фотохімічного смогу і підвищення рівня забруднення повітря.

Атмосферні опади сприяють вимиванню домішок з атмосфери, а їхня інтенсивність визначає швидкість цього процесу. Ці фактори варто брати до уваги при оцінках ПЗА.

Фонове забруднення характеризується узагальненими інтегральними показниками вмісту забруднюючих речовин по місту в цілому. Такі характеристики менше піддаються випадковим коливанням, ніж концентрації в окремих точках міста. Вони менш залежать від режиму викидів і визначаються метеорологічними умовами розсіювання домішок в атмосфері.

Основні інтегральні показники забруднення атмосферного повітря

1. Найпоширенішим інтегральним показником є середнє значення концентрації даної домішки, нормоване на середньорічне значення.

$$M = q_{cp.} / q_{год.} , \quad (3.1)$$

де $q_{cp.}$ – середнє значення концентрації даної домішки за кожен місяць по місту; $q_{год.}$ – середня річна концентрація домішки по місту.

У залежності від значення параметра M розрізняють такі класи забруднення повітря:

- 1 – високе забруднення ($M \geq 1,5$);
- 2 – підвищене ($1,0 \leq M < 1,5$);
- 3 – знижене ($0,6 \leq M < 1,0$);
- 4 – слабе ($M < 0,6$).

Такий підхід дає можливість більш чітко виділити місяці, у які спостерігалось найбільше відхилення від середнього значення і порівняти сезонні зміни рівня забруднення повітря в різних містах.

2. Показник забруднення повітря:

$$P = m/n , \quad (3.2)$$

де n – загальна кількість спостережень протягом розглянутого проміжку часу (одні чи кілька діб);

m – число спостережень протягом цього ж проміжку часу з концентраціями, що перевищують у 1,5 рази середньосезонні значення за даними кожного пункту окремо.

Параметр P може мінятися від 0 до 1. Для розрахунку параметра P і його використання як характеристики фоновго забруднення повітря необхідно, щоб виконувалися наступні умови:

- кількість стаціонарних пунктів у місті повинне бути не менше трьох;
- кількість спостережень за концентрацією домішки в повітрі на всіх пунктах протягом доби повинне бути не менше 20.

У залежності від значення P виділяють 3 рівні забруднення:

- 1 – високий ($P > 0,35$);
- 2 – відносно підвищений ($0,2 < P < 0,35$);
- 3 – знижений ($P < 0,2$).

Параметр P обчислюють для кожної домішки окремо і по всіх домішках разом. Найбільший інтерес представляє цей показник, розрахований по всіх домішках, тому що в цьому випадку він характеризує загальний стан і рівень забруднення атмосфери.

3. У системі гідрометеослужби прийнятий комплексний інтегральний показник забруднення атмосфери (ІЗА), коли рівні забруднення атмосфери різними речовинами приводять до рівня забруднення якою-небудь однією речовиною. За таку речовину був обраний діоксид сірки (речовина третього класу небезпеки).

Для приведення ступеня забруднення всіх речовин до забруднення речовиною третього класу небезпеки можна записати формулу комплексного ІЗА, що враховує n речовин:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{спi}}{ПДК_i} \right)^{C_i}, \quad (3.3)$$

де C_i – безрозмірна константа, що дозволяє привести ступінь забруднення i -тої речовини до ступеня забруднення діоксидом сірки.

Для речовин різних класів небезпеки C_i має наступні значення:

| Клас небезпеки | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|
| C_i | 1,7 | 1,3 | 1,0 | 0,9 |

Розрахований по цій формулі I_n показує, якому рівню забруднення атмосфери (в одиницях $ГДК$ діоксида сірки) відповідає вміст домішок, що спостерігається фактично у міському повітрі, тобто показує у скільки разів сумарний рівень забруднення повітря перевищує припустиме значення.

У залежності від величини I_n розрізняють наступні рівні забруднення атмосферного повітря:

$I_n \leq 8$ – середній рівень забруднення;

$8 < I_n \leq 15$ – рівень забруднення вищий за середній;

$I_n > 15$ – високий рівень забруднення.

Хід роботи

1. Користуючись матеріалами «Екологічного паспорту Дніпропетровської області» поточного року, обчислити значення

інтегрального показника M для основних забруднювачів повітря у Дніпрі, Кам'янському, Кривому Розі. Зробити висновок про рівень забруднення повітря за відповідними класами для кожної забруднюючої речовини. Розрахувати середній показник M для кожного міста та класифікувати рівень комплексного забруднення атмосферного повітря.

2. Визначити загальну кількість спостережень концентрацій забруднюючих речовин і число спостережень, у яких концентрації забруднюючих речовин у 1,5 раза перевищували середньорічне значення. Розрахувати показник забруднення P у Дніпрі, Кам'янському, Кривому Розі. Зробити висновок про рівні забруднення атмосферного повітря в промислових містах Дніпропетровської області.
3. За матеріалами «Екологічного паспорту Дніпропетровської області» поточного року визначити рівень забруднення атмосферного повітря в Дніпрі, Кам'янському, Кривому Розі за комплексним індексом забруднення атмосфери пріоритетними речовинами (ІЗА). Дослідити зміни середнього рівня забруднення атмосферного повітря за 5 років по даних діаграми й таблиці. Зробити висновок про рівень забруднення атмосферного повітря у містах Дніпропетровської області.
4. Дайте відповіді на контрольні запитання.

Контрольні запитання:

1. Дати визначення моніторингу атмосферного повітря.
2. Дати визначення ПЗА. Які є види ПЗА?
3. Які показники використовують для визначення рівнів забруднення атмосферного повітря?
4. При яких умовах можливо використання показника P ?
5. Як розраховується комплексний показник забруднення атмосферного повітря ІЗА?
6. Що дозволяє врахувати показник ІЗА на відміну від інших показників?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4
ТЕМА: Визначення кількості вихлопних газів
автотранспорту протягом доби

Мета роботи: З'ясувати динаміку вмісту вихлопних газів в атмосферному повітрі в місці спостереження протягом доби.

Теоретичний матеріал

Сучасне велике місто неможливо уявити без транспорту, який забезпечує функціонування та зв'язок окремих районів і житлових масивів. Проте транспорт, насамперед автомобільний, парк якого безупинно зростає, є одним із найбільших джерел забруднення повітря.

Кількість автомобілів, зареєстрованих в масштабах усього світу, перевищила за мільярд ще в 2010 році. Про це стало відомо завдяки дослідженням, проведеним компанією Wards Auto. Загальна кількість транспортних засобів, включаючи легкові автомобілі, вантажівки різних класів (не рахуючи важкий позашляховий транспорт) і автобуси, становила 1,015 млрд одиниць у 2010 році. При цьому в 2009 році загальна кількість зареєстрованих автомобілів було набагато нижче – 980 млн. Для порівняння: в 1986 р. їх кількість становила «лише» 500 млн. Обсяги викидів від автотранспорту мають тенденцію до зростання, не тільки за рахунок збільшення його кількості але й погіршення технічного стану автомобільного парку, незадовільною якістю палива та недостатньо розвиненою законодавчою та юридичною базою у галузі ефективного управління автотранспортом. Найбільшу частку автомобілів складають машини з терміном служби понад 10 років, автотранспорт, який експлуатується менше 3 років нараховує лише 6%.

Функціонування автомобільного транспорту супроводжується потужним негативним впливом на всі складові довкілля, особливо на атмосферне повітря. Значну небезпеку автомобілі створюють у населених пунктах та містах, де високі показники щільності населення. Нині у великих містах зосереджено 60–70% парку транспортних засобів України, а на одну тисячу мешканців міст припадає 100 та більше автомобілів.

Специфіка негативного впливу автомобільного транспорту виявляється у високих темпах збільшення кількості автомобілів; їх просторовій поширюваності; безпосередній близькості до житлових районів; високій токсичності викидів порівняно з викидами стаціонарних джерел; складності реалізації заходів щодо захисту від забруднення транспортними засобами; розташуванні джерел забруднення на земній поверхні, внаслідок чого відпрацьовані гази накопичуються в зоні дихання людини і гірше вивітрюються.

Автомобільний транспорт, таким чином, належить до числа інтенсивно зростаючих забруднювачів міського навколишнього середовища. До того ж з цим видом забруднень боротися надто важко і складно через збільшення кількості і погіршення технічного стану автомобільного парку, незадовільну якість палива, відставання темпів розвитку шляхової мережі, труднощі обліку великої кількості автотранспорту як джерела забруднення атмосфери (особистий транспорт, транзит), недостатньо розвинуту законодавчу та юридичну базу для ефективного управління автотранспортом як екологічно небезпечним об'єктом.

Частка автотранспорту в забрудненні атмосфери продуктами згоряння показана в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Обсяги викидів продуктів згоряння, млн т/рік

| Продукти згоряння | Джерела продуктів згоряння | |
|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Автомобілі | Електростанції, промисловість |
| Оксид вуглецю | 59,7 | 5,2 |
| Вуглеводні й інші органічні речовини | 10,9 | 6,4 |
| Оксиди азоту | 5,5 | 6,5 |
| Сполуки, що містять сірку | 1,0 | 22,4 |
| Мікрочастки | 1,0 | 9,8 |

Викиди автомобільного транспорту істотно залежать від режиму роботи двигуна і якості використовуваного палива. Приблизний склад вихлопних газів автомобілів поданий у таблиці 4.2.

Стан або ступінь забруднення атмосферного повітря оцінюється шляхом порівняння концентрації в ньому тих або інших

забруднюючих речовин із гігієнічними нормативами. Гігієнічними нормативами допустимої концентрації в атмосфері шкідливих речовин є гранично допустимі концентрації (ГДК).

Максимально разова ГДК устанавлюється для попередження рефлекторних реакцій людини (відчуття запаху, зміна активності головного мозку, світлової чутливості очей та ін.) при короткочасному впливі (до 20 хвилин), а середньодобова – для попередження їх загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного й ін. стану. ГДК розроблені в припущенні, що на організм людини впливає тільки одна забруднююча речовина.

Таблиця 4.2

Приблизний склад (% по обсягу) вихлопних газів автомобілів

| Компоненти | Вміст компонентів у вихлопах | |
|---------------------|---|--|
| | Карбюраторний двигун | Дизельний двигун |
| N ₂ | 74–77 | 76–78 |
| O ₂ | 0,3–8 | 2–18 |
| H ₂ O | 3,0–5,5 | 0,5–4,0 |
| CO ₂ | 5,0–12,0 | 1,0–10,0 |
| CO | 5,0–10,0 | 0,01–0,5 |
| Оксиди азоту, сірки | 0–0,8 | 2×10^{-4} –0,5 |
| Вуглеводні | 0,2–3,0 | 1×10^{-3} –0,5 |
| Альдегіди | 0–0,2 | $(1–9) \times 10^{-3}$ |
| Сажа | 0–0,4 г/м ³ | 0,01–1,1 г/м ³ |
| Бензапірен | $(10–20) \times 10^{-6}$ г/м ³ | до 1×10^{-5} г/м ³ |

Забруднення повітря викидами відпрацьованих газів двигунів

За хімічним складом і властивостям, а також характеру дії на організм людини компоненти відпрацьованих газів об'єднують у такі групи.

Перша група. Нетоксичні речовини: азот, кисень, водень, водяна пара, вуглекислий газ й інші природні компоненти атмосферного повітря. Заслуговує на увагу обсяг вуглекислого газу через його роль у «парниковому ефекті».

Друга група. Оксид вуглецю, або чадний газ – продукт неповного згоряння нафтових видів палива, легший за повітря й не має кольору та запаху. Має виражену отруйну дію, що обумовлюється його

здатністю вступати в реакцію з гемоглобіном крові. Внаслідок цього порушується газообмін в організмі, з'являється кисневе голодування й виникає порушення функціонування всіх систем організму. Характер отруєння оксидом вуглецю залежить від його концентрації в повітрі, тривалості дії та індивідуальної сприйнятливості людини.

Легкий ступінь отруєння викликає пульсацію в голові, потемніння в очах, підвищене серцебиття. При важкому отруєнні свідомість паморочиться, зростає сонливість. При дуже великих дозах чадного газу (понад 1%) наступають втрата свідомості й смерть.

Третя група. Оксиди азоту, переважно окис і двоокис азоту, гази, що утворюються в камері згоряння. Окис азоту – безбарвний газ, легко окислюється киснем повітря й утворює двоокис азоту. За звичних атмосферних умов окис азоту повністю перетворюється на двоокис азоту – газ бурого кольору з характерним запахом, важчий за повітря, а отже накопичується у поглибленнях, канавах, чим становить велику небезпеку при технічному обслуговуванні транспортних засобів. Для людського організму окиси азоту більш шкідливі, ніж чадний газ. Вдихаючи повітря, що містить окисли азоту у високих концентраціях, людина не має неприємних відчуттів й не припускає негативних наслідків. При високих концентраціях оксидів азоту (0,004–0,008%) виникають астматичні прояви й набряк легенів, при тривалій дії – можуть виникати хронічні бронхіти, запалення слизової оболонки, шлунково-кишкового тракту, серцева слабкість, нервові розлади. Вторинна реакція на дію окислів азоту впливає на перетворення гемоглобіну в метабемоглобін й призводить до порушення серцевої діяльності. Окисли азоту негативно впливають і на рослинність, будівельні матеріали й металеві конструкції. Крім того, вони беруть участь у фотохімічній реакції утворення смогу.

Четверта група. Вуглеводні, сполуки типу C_xH_y. У відпрацьованих газах містяться вуглеводні різних гомологічних рядів: парафінові (алкадани), нафтонові (циклани) і ароматичні (бензолі), всього близько 160 компонентів. Вони утворюються в результаті неповного згоряння палива у двигуні й стають однією з причин білого або блакитного диму. Вуглеводні токсичні й чинять несприятливу дію на серцево-судинну систему людини. Вуглеводневі

з'єднання відпрацьованих газів, разом з токсичними властивостями, мають канцерогенну дію, яка сприяє виникненню й розвитку злоякісних новоутворень. Особливою канцерогенною активністю відрізняється ароматичний вуглеводень бензапірен, що міститься у відпрацьованих газах бензинових двигунів і дизелів. Вуглеводні під дією ультрафіолетового випромінювання сонця вступають в реакцію з окислами азоту, в результаті утворюються нові токсичні продукти – фотооксиданти, що є основою «смогу». Фотооксиданти біологічно активні, чинять шкідливу дію на живі організми, ведуть до зростання легеневих і бронхіальних захворювань людей, руйнують гумові вироби, прискорюють корозію металів, погіршують умови видимості.

П'ята група. Альдегіди – органічні сполуки, що містять альдегідну групу СОН. У відпрацьованих газах присутні, в основному, формальдегід, акролеїн і оцтовий альдегід. Найбільша кількість альдегідів утворюється на режимах холостого ходу і малих навантажень, коли температури згорання у двигуні невисокі. Формальдегід – безбарвний газ з неприємним запахом, важчий за повітря, легко розчинний у воді, дратує слизові оболонки людини, дихальні шляхи, вражає центральну нервову систему. Обумовлює запах відпрацьованих газів, особливо у дизелів. Акролеїн або альдегід акрилової кислоти – безбарвний отруйний газ із запахом підгорілих жирів, впливає на слизові оболонки. Оцтовий альдегід – газ з різким запахом і токсичною дією на організм людини.

Шоста група. Сажа й інші дисперсні частинки (продукти зносу двигунів, аерозолі, масла, нагар і ін.). Сажа – частинки твердого вуглецю чорного кольору, що утворюються при неповному згоранні й термічному розкладанні вуглеводнів палива. Безпосередньої небезпеки для здоров'я людини не становить, але може подразнювати дихальні шляхи. Створюючи димовий шлейф за транспортним засобом, сажа погіршує видимість на дорогах. Найбільша шкода сажі полягає в адсорбції на її поверхні бензапірена, який у цьому випадку надає сильнішу негативну дію на організм людини, ніж у чистому вигляді.

Сьома група. Сірчані сполуки – сірчистий ангідрид, сірководень, що з'являються у складі відпрацьованих газів двигунів,

за умови використання палива з підвищеним вмістом сірки. Значно більше сірки присутня у дизельному паливі. Згідно з європейськими стандартами 1996 р., вміст сірки в дизельному паливі не може перевищувати 0,005 г/л. Наявність сірки посилює токсичність відпрацьованих газів дизелів і є причиною появи в них шкідливих сірчаних з'єднань. Сірчані сполуки мають різкий запах, важчі за повітря, розчиняються у воді. Подразнюють слизові оболонки горла, носа, очей людини, призводять до порушення вуглеводного і білкового обміну та пригнічення окислювальних процесів.

Восьма група. Свинець та його сполуки. Містяться у відпрацьованих газах карбюраторних двигунів тільки при використанні етилованого бензину, що має у своєму складі присадку, яка підвищує октанове число. Воно визначає здатність двигуна працювати без детонації. Детонаційне згорання робочої суміші у 100 разів швидше нормального. Робота двигуна з детонацією небезпечна тим, що двигун перегрівається, потужність його падає, а термін придатності різко скорочується. 50% викидів свинцю у вигляді мікрочастинок поширюються у придорожньому середовищі. Решта протягом декількох годин знаходиться в повітрі у вигляді аерозолів, а потім також осідає на землю поблизу дороги. Накопичення свинцю у придорожній смугі приводить для забруднення екосистем і робить ґрунти непридатними для сільськогосподарського використання.

Хіг роботи:

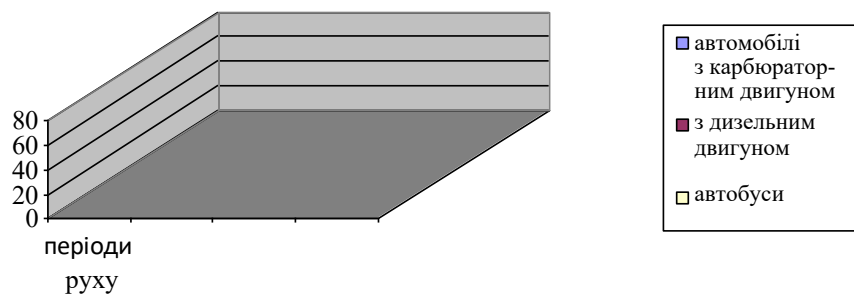
1. Оберіть місце спостереження і визначте відстань від нього до дороги (автостради).
2. Проведіть підрахунок кількості автомобілів на шляхах протягом 4-х періодів найінтенсивнішого руху з:
7 до 11, 11 до 15, 15 до 19, 19 до 23 год.
3. Інтенсивність дорожнього руху є різною як протягом доби, так і у різні дні тижня. Отже необхідно реєструвати інтенсивність автомобільного потоку 4 рази на день протягом трьох днів тижня, один з них – вихідний. Результати спостережень треба внести у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3

Інтенсивність руху автомобільного потоку за 1 день

| № з/п | Період руху (години) | Вантажівки | | | Автобуси | Легковики | Середня кількість за період |
|-------|---------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|----------|-----------|-----------------------------|
| | | Легкої вантажності | Середньої вантажності | Важкої вантажності | | | |
| 1 | 7–11 | | | | | | |
| 2 | 11–15 | | | | | | |
| 3 | 15–19 | | | | | | |
| 4 | 19–23 | | | | | | |
| 5 | Середня кількість за добу | | | | | | |

За результатами спостережень побудуйте графік інтенсивності руху, враховуючи категорії двигунів: карбюраторний, дизельний, автобус (рис. 4.1).



Рисунки 4.1. Кількість автомобілів у різні періоди руху (години доби)

4. Розрахуйте, скільки приблизно палива було витрачено за кожний період дослідження руху автомобілів й скільки вуглекислого газу при цьому надійшло в атмосферу. На 100 км автомобіль у місті в середньому витрачає 10 л пального. Середня швидкість автотранспорту у місті становить приблизно 40 км/год. При згорянні 1 м³ бензину виділяється 1,5 м³ вуглекислого газу.

5. На основі теоретичних даних обчисліть масу CO₂, NO та NO₂, які потрапляють в атмосферу мікрорайону.

6. Виведіть узагальнений показник забрудненості атмосфери вихлопними газами. Одержані дані внести у зведену таблицю 4.4.

Таблиця 4.4

Рівень забруднення атмосфери у місці спостереження

| № п/п | Якісний склад транспорту | Середня кількість одиниць транспорту | Кількість витраченого пального | Кількість газів, що надійшли в атмосферу | | | Рівень забруднення* |
|-------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|----|-----------------|---------------------|
| | | | | CO ₂ | NO | NO ₂ | |
| 1 | Легкої вантажності | | | | | | |
| 2 | Середньої вантажності | | | | | | |
| 3 | Важкої вантажності | | | | | | |
| 4 | Автобуси | | | | | | |
| 5 | Легковики | | | | | | |
| | Узагальнений рівень забруднення* | | | | | | |

* Примітка: Рівень забрудненості оцінюється за 3-х бальною шкалою: низький, середній, високий.

7. Враховуючи дані таблиці 4.4, визначте вплив вихлопних газів автомобілів, розрахованих вами, на здоров'я населення міста. Заповніть таблицю 4.5.

Таблиця 4.5

Аналіз викидів відпрацьованих газів двигунів

| Групи компонентів відпрацьованих газів | Склад групи | Характер впливу на організми | Наслідки впливу | Рекомендації щодо зменшення, упередження або пом'якшення негативного впливу |
|--|-------------|------------------------------|-----------------|---|
| | | | | |
| | | | | |

8. На підставі отриманих даних зробити висновок про ступінь забруднення повітря у районі спостереження.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5
ТЕМА: Організація спостережень і контролю
за забрудненням ґрунтів важкими металами

Мета роботи: Ознайомитися з вимогами, що висуваються до проведення спостережень за забрудненням ґрунтів важкими металами та відбору ґрунтових зразків; оволодіти методикою визначення місць розташування ключових ділянок.

Теоретичний матеріал

Перед здійсненням польової програми спостережень за рівнем забруднення ґрунтів важкими металами в природних та сільськогосподарських ландшафтах необхідно провести планування робіт, тобто визначити приблизну кількість точок відбору ґрунтів, котрі дадуть основний фактичний матеріал, скласти схему їх територіального розташування, намітити польові маршрути або послідовність обробки площ, встановити календарні терміни виконання завдання.

Крім цього треба перевірити наявність та якість топографічного матеріалу, а також тематичних карт (ґрунтових, геоботанічних, геологічних, геохімічних тощо).

Необхідно зібрати відомості про джерела забруднення ґрунтів на території (розташування, сировина, що використовується, об'єм виробництва, відходи), а також встановити зв'язок з установами, котрі зацікавлені в запланованих дослідженнях.

Спостереження за рівнем забруднення ґрунтів важкими металами носять краще проводити в сухий період року (у період збирання основних сільгоспкультур), тобто влітку або на початку осені. Повторні спостереження за рівнем забруднення ґрунтів важкими металами територій, що були обстежені раніше, здійснюються через 5–10 років.

Щоб глибше зрозуміти зв'язок між ґрунтами, природними та господарськими умовами району, здійснюється попереднє розвідування місцевості. Розвідувальні обстеження проводяться маршрутним шляхом, більш або менш детально в залежності від природної складності території, ступеня її вивченості, площі та масштабу обстежень.

При детальних обстеженнях забруднення ґрунтів навколо одного джерела забруднення достатньо 1–2 рази перетнути ділянку. При більших площах (обстеження полів) розвідувальне обстеження вимагає значних зусиль і часу, щоб охопити маршрутами місцевість, перетинаючи її по головним елементам рельєфу.

У результаті рекогносцирування виявляються основні ландшафтні особливості території, загальні закономірності просторових змін ґрунтового покриву, головні форми ґрунтоутворення тощо. Паралельно йде ознайомлення з місцевим фондовим матеріалом, збираються відомості про клімат і мікроклімат, про погодні умови останніх років, про захворювання людей, спричинених підвищеним вмістом важких металів в екосистемі.

При виборі ділянок спостережень на територіях, які використовуються в сільському господарстві, вихідним робочим документом є топографічна основа певного масштабу (зазвичай 1 : 10000).

Контури (схема) міста (селища) або промислового комплексу розташовується, як правило, в центрі плану місцевості, котрий Perezнімається з топографічної основи (рис. 5.1).

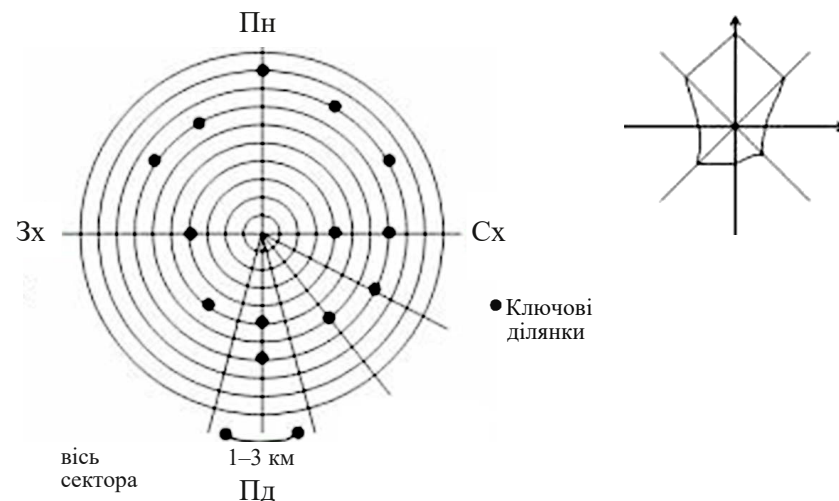


Рисунок 5.1. Карта-схема проведення спостережень забруднення ґрунтів важкими металами навколо підприємства

Із геометричного центру (місто, промисловий комплекс, завод тощо) за допомогою циркуля наносяться кола радіусом 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 20; 30; 50 км в масштабі карти, тобто окреслюється зона можливого забруднення ґрунтів важкими металами. Протяжність зони забруднення ґрунтів визначається розою вітрів, характером викидів в атмосферу, висотою труби, рельєфом, рослинністю і т. д. Значна кількість аерозолів і газів, що містять ВМ, залишається в атмосфері, переноситься на великі відстані і надходить в глобальний кругообіг на планеті.

На підготовлений план місцевості наноситься роза вітрів (по 8–16 румбах). Вектор, що відповідає найбільшій повторюваності вітрів, відкладають у підвітряний бік на відстань 25–30 км (у масштабі карти). Таким чином, в контур, утворений розою вітрів, схематично включається територія найбільшої забрудненості важкими металами.

У напрямі радіусів з найбільшим забрудненням будуються сектори шириною 200–300 м поблизу джерел забруднення з поступовим розширенням до 1–3 км. У місцях перетину осей секторів з колами розташовуються *ключові ділянки*, на них – мережа опорних розрізів, пункти і майданчики взяття проб.

Під *ключовою ділянкою* розуміють ділянку розміром 1–10 га і більше, яка характеризує типові та такі, що постійно повторюються в даному районі поєднання ґрунтових умов та умов рельєфу, рослинності та інших компонентів фізико-географічного середовища.

Основну частину ключових ділянок треба розташовувати в напрямку двох екстремальних променів (румбів) рози вітрів. За умов нечітко вираженої рози вітрів ділянки повинні характеризувати територію рівномірно в напрямку всіх румбів рози вітрів.

Вивчення процесів забруднення ґрунтів на ключових ділянках здійснюється значно більш детально, ніж на решті території.

Хід роботи

1. Розробіть систему спостережень за забрудненням ґрунтів важкими металами, використовуючи вихідні дані для індивідуального варіанту (табл. 5.1).

Вихідні дані

| Варіант | Румби, % | | | | | | | |
|---------|----------|------|----|------|----|------|----|------|
| | Пн | ПнСх | Сх | ПдСх | Пд | ПдЗх | Зх | ПнЗх |
| 1 | 8 | 6 | 9 | 16 | 11 | 11 | 24 | 15 |
| 2 | 22 | 10 | 13 | 7 | 9 | 18 | 16 | 5 |
| 3 | 12 | 9 | 14 | 10 | 17 | 9 | 13 | 16 |
| 4 | 4 | 23 | 15 | 5 | 7 | 21 | 12 | 12 |
| 5 | 11 | 3 | 14 | 14 | 25 | 7 | 19 | 7 |
| 6 | 7 | 11 | 23 | 6 | 5 | 19 | 12 | 17 |
| 7 | 5 | 18 | 9 | 18 | 21 | 4 | 14 | 11 |
| 8 | 22 | 17 | 5 | 9 | 10 | 10 | 15 | 12 |
| 9 | 13 | 9 | 23 | 16 | 6 | 18 | 8 | 7 |
| 10 | 17 | 7 | 9 | 4 | 22 | 20 | 11 | 10 |
| 11 | 6 | 10 | 6 | 13 | 24 | 18 | 15 | 8 |
| 12 | 15 | 24 | 11 | 9 | 16 | 11 | 8 | 6 |
| 13 | 4 | 20 | 17 | 11 | 9 | 22 | 10 | 7 |
| 14 | 9 | 8 | 7 | 6 | 13 | 16 | 18 | 23 |
| 15 | 10 | 9 | 15 | 12 | 22 | 5 | 17 | 10 |
| 16 | 11 | 5 | 14 | 18 | 4 | 9 | 21 | 18 |
| 17 | 5 | 22 | 16 | 18 | 10 | 13 | 9 | 7 |
| 18 | 12 | 19 | 5 | 11 | 23 | 7 | 17 | 6 |
| 19 | 7 | 11 | 14 | 3 | 14 | 25 | 19 | 3 |
| 20 | 16 | 12 | 14 | 9 | 17 | 10 | 13 | 9 |

2. Визначте зону можливого забруднення ґрунтів важкими металами та кількість ключових ділянок для ведення спостережень, використовуючи вихідні дані.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ТЕМА: Визначення сумарного показника забруднення сільськогосподарських ґрунтів важкими металами

Мета роботи: Ознайомитися з принципами оцінки якості сільськогосподарських ґрунтів за критерієм вмісту важких металів.

Теоретичний матеріал

Вплив людини на біосферу складний і різноманітний, що досить часто призводить до незворотних змін у ній, порушує рівновагу потоків речовин і енергії в екосистемах. Ці зміни часто спричинюють деградацію природного середовища життя людини.

В усіх компонентах біосфери інтенсивно накопичуються викинуті людиною шкідливі речовини у кількостях, що значно перевищують їх природний вміст. Потоки техногенних речовин характеризуються широким спектром органічних і неорганічних сполук, більшість з яких є токсичними, мутагенними і канцерогенними для живих організмів. Серед неорганічних сполук чільне місце посідають важкі метали, які є дуже токсичними. Їх надходження в біосферу у великих кількостях може призвести до критичного її забруднення. *Важкими металами* вважають хімічні елементи з атомною масою понад 40, які виявляють властивості металів і мають густину $> 5 \text{ г/см}^3$. До цієї категорії належить 40 елементів. Визначення «важкі метали» умовне, оскільки в цю групу входять мідь, цинк, молібден, кобальт, манган, залізо, які відіграють позитивну біологічну роль і є мікроелементами, життєво необхідними для рослин і тварин. У разі надмірного їх накопичення вони стають токсикантами – важкими металами. Більшість усіх шкідливих речовин, що міститься в повітрі, з часом потрапляє на поверхню землі та в ґрунт і залежно від їх кількості, тривалості дії і фізико-хімічних властивостей ґрунту їх негативний вплив виявляється по-різному.

За ступенем можливого негативного впливу важких металів – забрудників ґрунту, організмів рослин, тварин і людини – їх поділяють на три класи: *високонебезпечні, небезпечні та малонебезпечні*. До першого класу належать арсен, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор; до другого – бор, кобальт, нікель, молібден, стибій, хром; до третього – барій, ванадій, манган, стронцій.

Основними джерелами надходження важких металів на земну поверхню є викиди пилу і газів підприємствами гірничорудної, металургійної та хімічної промисловості. Забруднення ґрунтового покриву дуже тісно пов'язане з роботою теплоелектростанцій, експлуатацією автомобільного та залізничного транспорту, із застосуванням у сільськогосподарському виробництві добрив і пестицидів,

меліорантів, використанням для зрошення забруднених побутових і промислових стічних вод. Рівень забруднення ґрунту та просторове поширення важких металів залежать від потужності підприємств-забрудників, якості перероблюваної сировини, технології виробництва, ефективності роботи очисних споруд.

Забруднення ґрунтового покриву носить переважно локальний характер, і максимум його припадає на території, розміщені неподалік (15–20 км) від підприємств. Біля металургійних заводів утворюються зони інтенсивного забруднення ґрунтів свинцем, ртуттю, кадмієм, міддю, цинком. Свинцеплавильні підприємства крім свинцю та цинку викидають кадмій, мідь, ртуть, арсен, селен та інші, що є головними забрудниками. Забруднення хромом характерне для територій, прилеглих до цементних заводів і нафтопереробних підприємств. У зонах забруднення вміст важких металів може сягати кількох грамів на 1 кг ґрунту, що перевищує допустимі рівні у сотні і тисячі разів. Такі території не можна використовувати як сільськогосподарські угіддя без попереднього їх оздоровлення. Землі, розташовані вздовж шляхів, значною мірою забруднені свинцем, що міститься в антидетонаційних присадках до бензину, а з продуктами згоряння дизельного палива, мастильними матеріалами в довкілля надходять кадмій і цинк.

Найбільше забруднені ґрунти на відстані 7–10 м від автошляху, а в зоні 30–80 м відмічається зниження врожайності і різке погіршення якості сільськогосподарської продукції.

Забрудниками ґрунтів є також мінеральні добрива, пестициди і хімічні меліоранти, в яких містяться великі кількості баластних речовин, у тім числі токсичні елементи і сполуки. У фосфорних добривах містяться такі важкі метали, як мідь, цинк, кадмій, свинець, нікель, хром. Азотні й калійні добрива забруднені важкими металами меншою мірою. Небезпечним для ґрунту є систематичне використання як добрив осадів стічних вод, забруднених важкими металами.

Стічні води шкіряних, годинникових та інструментальних заводів істотно забруднені хромом, підприємств електронної промисловості – кадмієм, великих міст із розвиненим автотранспортом – свинцем.

Таблиця 6.1

Вміст важких металів у ґрунті придорожньої екосистеми, мг/кг

| Відстань від траси, м | Cd | Pb | Zn | Cu | Ni | Co | Cr |
|-----------------------|------|------|------|------|------|----------------|------|
| 5 | 1,23 | 22,0 | 44,9 | 19,8 | 44,9 | 13,8 | 22,5 |
| 10 | 1,15 | 20,6 | 44,3 | 18,8 | 43,3 | 13,3 | 22,5 |
| 15 | 1,15 | 19,9 | 43,6 | 18,8 | 43,3 | 12,8 | 20,0 |
| 20 | 1,00 | 19,3 | 43,5 | 17,8 | 43,3 | 12,8 | 20,0 |
| 30 | 0,70 | 13,5 | 42,8 | 17,8 | 41,6 | 12,8 | 20,0 |
| 40 | 0,70 | 13,5 | 39,9 | 17,3 | 41,6 | 12,3 | 17,5 |
| 60–200 фон | 0,45 | 13,5 | 39,0 | 17,3 | 41,6 | 11,3 | 17,5 |
| ОДК | 2,00 | 130 | 220 | 132 | 80 | Не встановлено | 100 |

Отримані результати занесіть у таблицю 6.2.

2. Розрахуйте швидкість нагромадження Cd, Pb, Zn в орному горизонті ґрунту в залежності від відстані до автотраси за формулою:

$$V_n = \frac{C_{nz} - C_{nf}}{t}, \quad (6.2)$$

де V_n – швидкість нагромадження важких металів, мг/кг за годрік;

C_{nf} – фоновий вміст важких металів у ґрунті, мг/кг;

C_{nz} – вміст важких металів у забрудненому ґрунті, мг/кг;

t – період часу, протягом якого відбувалося забруднення ґрунту (прийняти рівним 30 рокам).

3. Розрахуйте, через скільки років (при постійній швидкості нагромадження) вміст важких металів у ґрунті придорожньої екосистеми досягне рівня ОДК:

$$T = \frac{C_{одк} - C_{nz}}{V_n}, \quad (6.3)$$

де $C_{одк}$ – орієнтовно допустима концентрація (ОДК) важких металів у ґрунті, мг/кг;

T – час досягнення ОДК важких металів у ґрунті.

Отримані результати занесіть у таблицю 6.3.

4. Сформулюйте висновки за результатами виконання лабораторної роботи.

Постійне надходження важких металів у ґрунт спричинює формування зон підвищеної екологічної токсичності. У межах цих зон змінюються характер міграції елементів і деякі геохімічні параметри ґрунту. Швидкість і напрям процесів їх трансформації залежить від реакції середовища, гранулометричного складу ґрунту, вмісту в ньому гумусу тощо.

Токсичність важких металів для рослин пов'язана з їх рухливістю в ґрунтах. Ґрунт слугує потужним бар'єром для їх потоків. Важкі метали забруднюють не лише ґрунти. До 30–40% важких металів та їхніх похідних потрапляють із ґрунту в підґрунтові води. Внаслідок накопичення у верхніх горизонтах ґрунту надлишку важких металів збіднюється видовий склад рослин, знижуються темпи їх росту та розвитку, схожість насіння культурних і дикорослих видів. Під дією забруднення гинуть лісові насадження і трав'яний покрив, знижується врожайність сільськогосподарських культур, різко погіршується якість продукції.

Одним з основних джерел надходження важких металів у ґрунт є автотранспорт. В результаті автомобільної емісії відбувається забруднення придорожніх екосистем. Як правило, забруднення має поліелементний характер. При забрудненні ґрунту кількома важкими металами ступінь забруднення оцінюють за величиною сумарного показника.

Хід роботи:

1. Використовуючи дані таблиці 6.1, розрахуйте сумарний показник забруднення ґрунту (Z_c) на різній відстані від автотраси за формулою:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{Ci} - (n-1), \quad (6.1)$$

де n – число визначених інгредієнтів (важких металів);

K_{Ci} – коефіцієнт концентрації важкого металу, що дорівнює відношенню масової частки i -го елемента в забрудненому і фоновому ґрунтах.

При Z_c в межах 0–16 забруднення вважається низьким; 16–32 – середнім (помірно небезпечним); 32–128 – високим (небезпечним) і $Z_c > 128$ – дуже високим (надзвичайно небезпечним).

Таблиця 6.2

**Коефіцієнти концентрації важких металів у ґрунті
і сумарний показник забруднення**

| Відстань від траси, м | Коефіцієнти концентрації (<i>K_c</i>) | | | | | | | <i>Z_c</i> |
|-----------------------|---|----|----|----|----|----|----|----------------------|
| | Cd | Pd | Zn | Cu | Ni | Co | Cr | |
| 5 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | |

Таблиця 6.3

Час досягнення ОДК важких металів у ґрунті, роки

| Відстань від траси, м | Час досягнення ОДК важких металів у ґрунті | | | | | | |
|-----------------------|--|----|----|----|----|----|----|
| | Cd | Pd | Zn | Cu | Ni | Co | Cr |
| 5 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | |

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7
ТЕМА: Оцінка рівня забруднення ґрунтів
автомобільним транспортом**

Мета роботи: Визначити вміст свинцю у верхніх шарах ґрунту прилеглих територій залежно від відстані до автомагістралі.

Теоретичний матеріал

При роботі двигунів транспортних засобів утворюються «умовно тверді» викиди, що складаються з аерозольних і пилоподібних частинок. У найбільш значній кількості утворюються викиди з'єднань свинцю і вуглецю (сажі); при інтенсивності руху більше 30000–40000 авт./добу істотну дію можуть надавати викиди кадмію і свинцю.

Викиди з'єднань свинцю відбуваються одночасно з викидами відпрацьованих газів при роботі двигунів внутрішнього згорання автомобілів на етилованому бензині. З'єднання свинцю наразі уживаються як антидетонуюча добавка в етилованому бензині марки А-76 в кількості 0,17 г/кг і для А-92 в кількості 0,37 г/кг.

Вважається, що близько 20% загальної кількості свинцю розноситься з газами у вигляді аерозолів, 80% – випадає у вигляді твердих частинок розміром до 25 мк і водорозчинних з'єднань на поверхні прилеглих до дороги земель, накопичується у ґрунті на глибині орного шару або фільтрації води атмосферних опадів.

Небезпека накопичення з'єднань свинцю у ґрунті обумовлена високою доступністю його рослинам і переходом по ланках харчового ланцюга до тварин, птахів і людини.

Гранично допустима концентрація свинцю у ґрунті за загально-санітарним показником на лугово-чорноземному ґрунті з урахуванням фонового вмісту, встановлена 130 мг/кг.

Оцінку забруднення придорожніх земель викидами свинцю автомобілями слід вести на основі визначеного розрахунковим шляхом рівня забруднення поверхневого шару ґрунту.

Рівень забруднення свинцем поверхневого шару ґрунту на різній відстані від краю проїжджої частини автодороги визначається за формулою:

$$P_c = P_n / h \times p, \quad (7.1)$$

де P_c – рівень забруднення поверхневого шару ґрунту, мг/кг;

h – товщина ґрунтового шару, в якому розподіляються викиди свинцю. На орних землях приймається глибина 0,2–0,3 м, рівна оранці, на решті видів угідь (в т. ч. на цілині) – 0,1 м;

p – щільність ґрунту, кг/м³;

P_n – величина відкладення свинцю на поверхні землі, мг/м² визначається за формулою:

$$P_n = (0,4 K_1 \times U_v \times T_p \times P_e) + F, \quad (7.2)$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує відстань від краю проїжджої частини, табл. 7.1;

U_v – коефіцієнт, залежний від сили і напрямку вітрів – 0,7;

T_p – розрахунковий термін експлуатації дороги за добу, приймається рівним 7300 діб, що відповідає 20-річному терміну;

Таблиця 7.1

Залежність величини K_1 від відстані від краю проїжджої частини

| Відстань від краю проїжджої частини, м | Величина K_1 |
|--|----------------|
| 20 | 0,10 |
| 40 | 0,04 |
| 60 | 0,02 |
| 80 | 0,01 |
| 100 | 0,005 |
| 150 | 0,001 |

Таблиця 7.2

Середні експлуатаційні норми витрати палива, л/км

| Тип автомобіля | Середня експлуатаційна витрата палива, л/км |
|--|---|
| Легкові автомобілі | 0,11 |
| Малі вантажні автомобілі карбюраторні (до 5 т) | 0,16 |
| Вантажні автомобілі карбюраторні (6 т і більше), наприклад, ЗІЛ-130 та ін. | 0,33 |
| Вантажні автомобілі дизельні | 0,34 |
| Автобуси карбюраторні | 0,37 |
| Автобуси дизельні | 0,28 |

F – фонове забруднення поверхні ґрунту, 8,03 мг/кг;
 P_e – потужність емісії свинцю при даній середньодобовій інтенсивності руху за розрахунковий період, мг/м за добу, визначається за формулою:

$$P_e = K_n \times D_o \times mp \times KT \times G_i \times P_i \times N_i, \quad (7.3)$$

де K_n – коефіцієнт перерахунку одиниць вимірювання, 0,74;
 mp – коефіцієнт, що враховує дорожні і автодорожні умови залежно від середньої швидкості транспортного потоку, розраховується згідно з графіком (рис. 7.1);

D_o – коефіцієнт, що враховує осідання свинцю у системі випуску відпрацьованих газів, 0,8;

KT – коефіцієнт, що враховує частку свинцю, який викидається, у вигляді твердих частинок в об'ємі викидів відповідно до марки бензину і кількості антидетонуючої добавки, 0,8;

G_i – середня експлуатаційна витрата палива для даного типу (марки) автомобілів, л/км; для оцінки розрахунків в економічних обґрунтуваннях розвитку автомобільних доріг допускається приймати витрату палива за даними табл. 7.2;

N_i – середньодобова інтенсивність руху автомобілів даного типу (марки), середня за термін служби дороги, авт./добу;

P_i – вміст добавки свинцю у паливі, який наявний в автомобілі даного типу, г/кг.

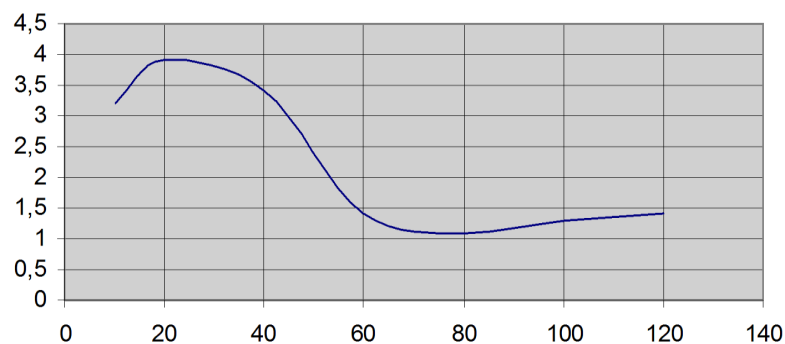


Рисунок 7.1. Залежність величини коефіцієнта mp (вісь ординат) від середньої швидкості транспортного потоку (V , км/год, вісь абсцис)

Хіг роботи:

1. Приклад розрахунку забруднення ґрунту придорожньої смуги автотранспортними викидами свинцю

Завдання: визначити величину відкладень свинцю у ґрунті в умовах реконструкції дороги III категорії за нормативами I категорії.

Початкові дані:

- перспективна інтенсивність руху на розрахунковий термін за даними економічного обґрунтування 9800 авт./доб.
- темп зростання інтенсивності руху 5% в рік;
- середня швидкість руху транспортного потоку при варіанті відмови від реконструкції дороги 30 км/год, середня швидкість руху потоку після реконструкції – 70 км/год;
- розрахунковий період експлуатації дороги – 20 років або $7,3 \times 10^3$ доби;
- при відмові від будівництва розрахунковий період експлуатації дороги складе 22 роки або $8,03 \times 10^3$ доби;

- виходячи з «рози вітрів», коефіцієнт $U_v = 0,7$;
- фонове забруднення відсутнє;
- тип земель – рілля, щільність ґрунту – 1600 кг/м^3 , глибина оранки – $0,2 \text{ м}$; дані про склад транспортного потоку приведені у табл. 7.3.

Таблиця 7.3

Характеристика транспортного потоку

| Тип автомобілів | Вміст у потоці, % | Інтенсивність, авт./доб. | Тип палива | Середня експлуатаційна витрата палива, л/км |
|----------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------|---|
| Легкові | 40 | 2480 | А-92 | 0,11 |
| Малі вантажні карбюраторні | 5 | 310 | А-76 | 0,16 |
| Вантажні карбюраторні | 30 | 1860 | А-76 | 0,33 |
| Вантажні дизельні | 20 | 1240 | Дизельне пальне | 0,34 |
| Автобуси карбюраторні | 5 | 310 | А-76 | 0,37 |
| Разом | 100 | 6200 | | |

Розв'язок:

Розрахунок для випадку відмови від реконструкції дороги:

- за рис. 7.1 відповідно до середньої швидкості транспортного потоку $tr = 4,0$;
- за формулою 7.3 визначаємо емісію свинцю:

$$P_e = 0,74 \times 0,8 \times 4,0 \times 0,8 \times (0,11 \times 0,37 \times 2480 + 0,16 \times 0,17 \times 310 + 0,33 \times 0,17 \times 1860 + 0,37 \times 0,17 \times 310) = 552,2 \text{ мг/м за добу};$$

- за табл. 7.2 визначуваний $K_1=0,5$ для відстані від краю проїжджої частини (20 м);
- за формулою 7.2 визначаємо кількість відкладень свинцю на поверхні землі у 10 м від краю проїжджої частини:

$$P_{нов} = (0,4 \times 0,10 \times 0,7 \times 7300 \times 552,3) + 8030 = 106838,42 \text{ мг/м}^2;$$

- за формулою 7.1 визначаємо кількість свинцю у ґрунті:

$$P_g = 106838,42 / 0,3 \times 1600 = 222,58 \text{ мг/кг};$$

- аналогічно визначається вміст свинцю у ґрунті на інших відстанях.

2. Вказівки до виконання завдання

На підставі базового матеріалу розрахувати кількість свинцю, що надійшов у верхні шари ґрунту прилеглих територій залежно від відстані до магістралі. Зобразити графічно розподіл свинцю у придорожній частині ландшафту.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8 ТЕМА: Агроекологічне районування Дніпропетровської області

Мета роботи: ознайомитися з екологічним атласом Дніпропетровської області, обґрунтувати розподіл Дніпропетровської області на агроекологічні зони та підзони; виявити причини низьких урожаїв певних культур в різних агроекологічних підзонах Дніпропетровської області.

Теоретичний матеріал

Відомо, що фізико-географічні зони мають свої, характерні для широти, співвідношення тепла і вологи та характер циркуляції атмосфери. Фізико-географічні підзони виділяються в межах фізико-географічної зони за умовами зволоження.

На території України чітко спостерігається кліматична зональність і виділяються ґрунтово-кліматичні зони і підзони згідно з класифікацією В. В. Докучаєва. В чорноземній зоні виділяються підзони типових чорноземів, звичайних чорноземів і південних чорноземів (таблиця 8.1).

Дніпропетровська область займає площу $3,5 \text{ млн га}$ і простягається з півночі на південь на 190 км , а з заходу на схід на 270 км . Звісно, що така велика відстань між межами області в широтному і меридіональному напрямку, не може не позначитись на кліматичних умовах та ґрунтах – основних умовах вирощування сільськогосподарських культур.

Так, наприклад, середньорічна температура повітря на півночі області (с. Губиниха) дорівнює $+8,1 \text{ }^\circ\text{C}$, на півдні (м. Нікополь) – $+9,4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Різниця в середньорічній кількості опадів складає майже 100 мм (542 мм – с. Губиниха, 475 мм – м. Нікополь). Крім того, на розподіл тепла та вологи впливає рельєф області. Так Придніпровська височина, Приорільське та Гуляйпільське плато сягають більш 100 м над рівнем моря, Орільсько-Самарська і Інгулецько-Нікопольська низини розташовані на 100 м нижче рівня моря. При піднятті на 1 м середньорічна температура повітря зменшується на 0,011 °С, а кількість опадів збільшується на 0,53 мм.

Тому для одержання максимальних урожаїв при найменших витратах треба співвідносити біологічні властивості тієї чи іншої сільськогосподарської культури з кліматичними умовами того чи іншого регіону. Таким чином, для потреб сільського господарства необхідне агроекологічне районування території.

Головною особливістю клімату Дніпропетровської області є нерівномірний розподіл по її території водних і теплових ресурсів. На півночі області (с. Губиниха) випадає в середньому на рік 542 мм опадів, 78 мм з яких припадає на вересень – жовтень і 184 – на березень – кінець червня. Теплових ресурсів за вегетаційний період надходить 2040°.

Подібні показники спостерігаються на метеостанціях Павлоград, Чаплине, Комісарівка.

На півдні області (м. Нікополь) опадів в середньому на рік випадає 457 мм, а сума позитивних температур за вегетаційний період дорівнює 2263°.

Різниця в сумі позитивних температур між північними та південними районами за вегетаційний період сягає 223° (> 10%), а опадів на півночі надходить на 65 мм (14%) більше, ніж на півдні. *За період вегетації озимої пшениці на півночі кількість опадів на 19% більше і надходить тепла на 11% менше, ніж в південних зонах.* За період вегетації ранніх ярових культур ці показники збільшені, відповідно, на 17 та 10%, а пізніх ярових – 23 і 6%. Тобто, екологічні умови цієї частини області однаково сприятливі для всіх сільськогосподарських культур і, особливо, для *пізніх ярових* (кукурудза, соняшник, цукровий буряк).

Екологічні умови *на півдні* області більш сприятливі для ярової та озимої пшениці.

Гідротермічний коефіцієнт, або сума опадів за період з температурою вище 10 °С поділена на суму температур за цей період, зменшену в 10 раз (випаровування), характеризує забезпеченість ґрунтів та сільськогосподарських культур вологою за визначений період. На півночі області на початку літа він > 1, що відповідає *лісостеповим умовам*. В червні спостерігається його зниження до 0,79–0,65, а в вересні – підвищення до 0,90–0,98. Таким чином, погодні умови північної частини Дніпропетровської області на початку та в кінці вегетаційного періоду відповідають умовам лісостепу та північного степу.

В кліматичних і погодних умовах *центральної частини* території області відповідає трьом фізико-географічним підзонам Степової зони – *північностеповій, середньостеповій та південностеповій* (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

Характеристика фізико-географічних підзон Степової зони України

| Підзона | Ґрунти | Середньорічна кількість опадів (мм) | Середньорічна температура, °С | Гідротермічний коефіцієнт |
|-----------------|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Північностепова | Типові чорноземи | 514 | 7,2 | 1,18 |
| Середньостепова | Звичайні чорноземи | 443 | 8,0 | 0,97 |
| Південностепова | Південні чорноземи | 390 | 9,2 | 0,69 |

Південна агроекологічна зона області за кліматичними характеристиками «найтепліша» та найбільш посушлива.

Аналізуючи стійкість провідних сільськогосподарських культур – пшениці та кукурудзи – до несприятливих екологічних умов на території області, треба відзначити наступне:

- агроценози кукурудзи на території Дніпропетровської області потерпають від нестачі позитивних температур і вологи у відповідні періоди. Нестача тепла найбільш впливає на стан рослин в квітні – травні, особливо при зниженні температури

до -1 – $+3$ °C. При заморозках нижче -6 ° проростки кукурудзи гинуть. При ранньоосінніх заморозках (вересень) пошкоджуються зелене листя;

- високі температури ($+35$ °) в червні охоплюють центр і південь області, а на північ приходять в липні. Тобто кукурудза на півночі відчуває температурні стреси на місяць пізніше, ніж в центральних і південних районах.

Кукурудза дуже відчутно реагує на зміну екологічних умов території: різниця в урожайності між північною і південною частинами області складає 50%. Основними лімітуючими факторами є нестача тепла в квітні – травні, високі температури в кінці липня і серпні, гострий дефіцит вологи починаючи з червня.

Як показав аналіз урожайності, кукурудза на півночі області вегетує в умовах екологічної невідповідності (що пов'язано з впливом обмежуючих факторів), даючи урожаї нижче середнього багаторічного зонального рівня, але ці урожаї є найбільші в області.

У 1989 році, на підставі аналізу екологічних ресурсів області і можливості їх використання сільськогосподарськими культурами, беручи до уваги їх біологічні особливості, і, відповідно, урожайність цих культур, академік М. Т. Масюк запропонував поділ області на агроекологічні зони та підзони (землеробські райони).

Перша – північна, або *кукурудзяна* зона. Підрозділяється на два землеробських райони (перший і другий): 1) *кукурудзяно-пшенично-соєвий* з високою питомою вагою цукрового буряку, соняшнику, круп'яних культур, багаторічних трав і гороху (території Магдалинівського, Новомосковського, Царичанського і Петриківського адміністративних районів) – північна підзона; 2) *кукурудзяно-пшеничний* з високою питомою вагою багаторічних бобових трав, чистих і зайнятих парів (Дніпровський, Криничанський, Верхньодніпровський райони) – центрально-правобережна підзона. В цій агроекологічній зоні найбільш урожайною культурою є кукурудза на зерно. За урожайністю вона перевищує озиму пшеницю на 3,0–3,5, яровий ячмінь – на 8,6–11,5 ц/га. Біологічний потенціал, пов'язаний з біологічними особливостями рослини по відношенню до екологічних факторів, першого землеробського району вищий від другого на 5–16% по відношенню до зернових культур, на 9–10% по відношенню до багаторічних трав і на 26–42% по відношенню до цукрового буряку.

Сприятливість даної території для вирощування кукурудзи визначається тим, що в другій половині літа (розпал її вегетації) опадів випадає на 32% більше, ніж у першій. Вірогідність отримання високих урожаїв, понад 75 ц/га, в цій зоні забезпечується 24% років (друга підзона) і 32% (перша), понад 50 ц/га – відповідно 62 і 73% років.

Більша забезпеченість північних районів атмосферними опадами і менше тепло дає кращі екологічні умови для вирощування середньоранніх гібридів.

Друга – центральна лівобережна, або *пшенична* зона. Розділяється на два землеробських райони (третій і четвертий): 3) *пшенично-кукурудзяно-буряковий* (Петропавлівський, Васильківський, Павлоградський, Юр'ївський і Синельниківський райони) – північно-західна підзона; 4) *пшенично-кукурудзяно-буряково-соняшниковий* з високою питомою вагою багаторічних трав (Покровський і Межевський райони) – південно-східна підзона. Найвища урожайність у цій зоні в озимій пшениці, яка на 3,2–4,8 ц/га вище від кукурудзи і на 6,2–7,2 ц/га вище від ярового ячменю. Відмінність у біологічному потенціалі між землеробськими районами складає 8–15% по відношенню до зернових культур, 10% – до соняшнику, 17% – до цукрового буряку і 25% – до багаторічних трав.

Ця агроекологічна зона характеризується максимальною кількістю опадів весною та в першій половині літа, що найбільше сприяє посівам озимій пшениці, цих опадів вистачає до завершення її повної вегетації. Обмеження в отриманні більш високих урожаїв кукурудзи на цій території створює недостатня кількість опадів в другій половині літа. Вірогідність отримання високих урожаїв озимій пшениці (54,2–66,8 ц/га) в цій зоні забезпечується у 19–24% років, а середніх (35,3–48,1 ц/га) – 26–58% років.

Екологічний потенціал, або екологічний розподіл факторів у визначеній місцевості, цієї зони в середньому на 16–19% нижче північної зони.

Третя агроекологічна зона – південна або *пшенично-кукурудзяна*. Поділяється на два землеробських райони (п'ятий і шостий): 5) *пшенично-кукурудзяно-ячмінний* (П'ятихатський, Солонянський, Криворізький і Томаківський райони) і 6) *пшенично-кукурудзяно-сорговий* (Нікопольський, Софіївський, Апостолівський і Широківський

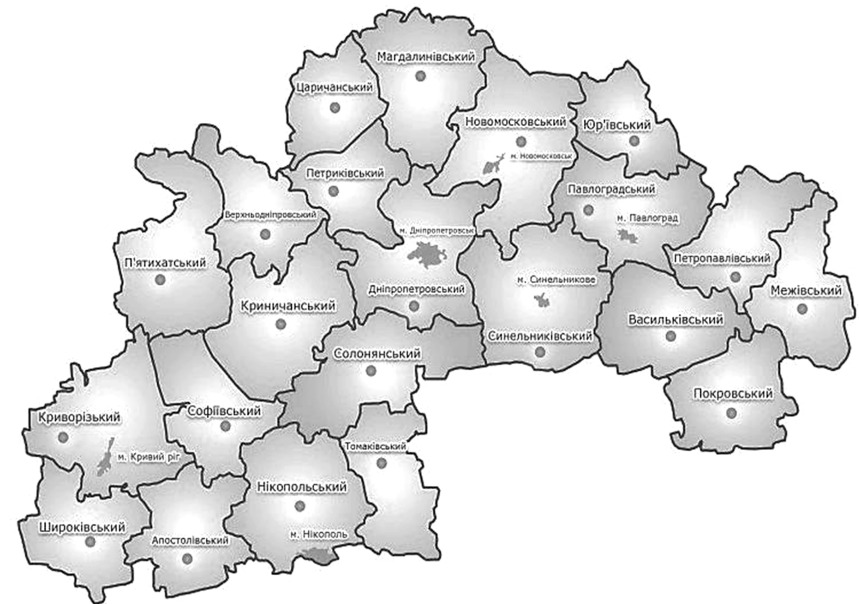
райони) з високою питомою вагою в обох районах багаторічних бобових трав (люцерни, еспарцету), гороху, чистих та зайнятих парів. Зона характеризується високим ступенем еродованості земель (до 50%). Озима пшениця перевищує за урожайністю кукурудзу на 2,3–3,7 та яровий ячмінь – на 6,8–8,1 ц/га. Тут отримані найнижчі урожаї пізніх ярових культур, але гарно себе зарекомендували середньоранні гібриди кукурудзи (урожай до 47,3 ц/га), що вище по зрівнянню з середньопізними (45,3 ц/га) і середньоспілими (44,1 ц/га). Це пояснюється малою кількістю опадів в цих районах і високими температурами в другій половині вегетаційного періоду.

Біологічні можливості п'ятого землеробського району вищі на 7–16% по відношенню до зернових культур, на 10% – до соняшнику і на 14% – до багаторічних трав (порівняння проводяться між Солонянським та Софіївським районами, які є богарними, в інших районах застосовується зрошення, що загалом привело до вирівнювання урожайності між землеробськими районами в цій зоні).

Розрахунки показують, що тільки завдяки раціональному використанню природних ресурсів (без додаткових витрат) можна підвищити продуктивність землеробства в області на 10–15%.

Хід роботи:

1. Користуючись екологічним паспортом Дніпропетровської області, визначити, до якої агрокліматичної зони та підзони належить район вашого проживання і надати його екологокліматичну характеристику.
2. На контурній карті Дніпропетровської області позначити агроекологічні зони і дати їх агроекологічну характеристику.
3. Письмово дати характеристику кожної агрокліматичної зони Дніпропетровської області.



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

ТЕМА: Методика оцінювання якості води відповідно до Водного кодексу України

Мета роботи: Ознайомитися з принципами оцінки якості води за основними показниками та категоріями водокористування.

Теоретичний матеріал

Відповідно до Водного кодексу України оцінювання якості води здійснюється на основі нормативів екологічної безпеки водокористування і екологічних нормативів якості води водних об'єктів.

Оцінювання якості води на основі нормативів екологічної безпеки водокористування. Діючі нормативи дозволяють оцінити якість води, використовуваної для комунально-побутового, господарсько-питного і рибогосподарського водокористування (табл. 9.1).

Таблиця 9.1

Санітарно-гігієнічні вимоги до складу та властивостей води

| Показники складу та властивостей води | Категорії водокористування | |
|---------------------------------------|---|---|
| | Для господарсько-питного водопостачання | Для купання, спорту та відпочинку населення |
| Завислі речовини | Вміст завислих речовин не повинен збільшуватися більше, ніж на: 0,25 мг/дм ³ 0,75 мг/дм ³ | |
| Плаваючі домішки | На поверхні водойми не повинно бути плаваючих плівок, плям мінеральних масел та скупчень інших домішок | |
| Запах | Вода не повинна набувати невластивих їй запахів інтенсивністю більше 1 бала | |
| Колір | Не повинен виявлятися в стовпчику 20 см 10 см | |
| Температура | Літня температура води внаслідок спуску стічних вод не повинна підвищуватися більше, ніж на 3 °С порівняно з середньомісячною | |
| Водневий показник (рН) | 6,5 | 8,5 |
| Мінеральний склад | Не повинен перевищувати за сухим залишком 1000 мг/л, в тому числі хлоридів – 350 мг/л, сульфатів – 500 мг/л | |
| Розчинений кисень | Не повинен бути менше 4 мг/л в будь-який період року в пробі, взятій о 12 годині дня | |
| БПК _{повне} | Не повинне перевищувати при 20 °С 3,0 мг О ₂ /л 6,0 мг О ₂ /л | |
| ХСК | Не повинне перевищувати 15 мг О ₂ /л 30 мг О ₂ /л | |
| Збудники захворювань | Вода не повинна містити збудників захворювань | |
| Кишкові палички | Не більше 1000 в 1 л | Не більше 5000 в 1 л |
| Життєздатні яйця гельмінтів | Не повинні міститися в 1 л | |
| Хімічні речовини | Не повинні міститися в концентраціях, що перевищують ГДК | |

До комунально-побутового водокористування належить використання водних об'єктів для купання, заняття спортом і відпочинку.

До господарсько-питного водокористування – використання водних об'єктів як джерела господарсько-питного водопостачання та для водопостачання підприємств харчової промисловості. До *рибогосподарського* водокористування належить використання водних об'єктів як середовища перебування риб і інших водних організмів. Водні об'єкти рибогосподарського призначення поділяються на вищу, першу і другу категорії. Різні ділянки одного водного об'єкта можуть належати до різних категорій водокористування.

Нормативну базу оцінювання якості води становлять загальні вимоги до складу і властивостей води та значення гранично допустимих концентрацій речовин у воді водних об'єктів (табл. 9.2).

Таблиця 9.2

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водних об'єктів господарсько-питного та комунально-побутового водокористування

| Назва речовини | Клас небезпечності | Гранично допустима концентрація, мг/л |
|----------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Аміак (за азотом) | III | 2,0 |
| Амонія сульфат (за азотом) | III | 1,0 |
| Активний хлор | III | Відсутня |
| Ацетон | III | 2,2 |
| Бензол | II | 0,5 |
| Дихлоретан | II | 0,02 |
| Залізо | III | 0,3 |
| Кадмій | II | 0,001 |
| Кобальт | II | 0,1 |
| Кремній | II | 10,0 |
| Марганець | III | 0,1 |
| Мідь | III | 1,0 |
| Нагрій | II | 200,0 |
| Нафтопродукти | IV | 0,1 |
| Нікель | III | 0,1 |
| Нітрати | III | 45,0 |
| Нітрити | II | 3,0 |
| Ртуть | III | 0,0005 |

Закінчення таблиці 9.2

| 1 | 2 | 3 |
|--------------------------|-----|-------|
| Свинець | II | 0,03 |
| Селен | II | 0,01 |
| Скипидар | IV | 0,2 |
| Фенол | IV | 0,001 |
| Хром (Cr ³⁺) | III | 0,5 |
| Хром (Cr ⁶⁺) | III | 0,05 |
| Цинк | III | 1,0 |
| Етиленгліколь | III | 1,0 |

Загальні вимоги визначають припустимі склад і властивості води, оцінювані найбільш важливими фізичними, бактеріологічними й узагальненими хімічними показниками. Вони можуть задаватися у вигляді конкретної величини, зміни величини показника в результаті впливу зовнішніх факторів або у вигляді якісної характеристики показника.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) – це встановлений рівень концентрації речовин у воді, вище якого вода вважається непридатною для конкретного виду водокористування. ГДК, як правило, задаються у вигляді конкретного значення концентрації.

Усі речовини за характером свого негативного впливу діляться на групи. Кожна група поєднує речовини однакової ознаки дії, що називають ознакою шкідливості. Та ж сама речовина при різних концентраціях може проявляти різні ознаки шкідливості. Ознаку шкідливості, що проявляється при найменшій концентрації речовини, називають *лімітуючою ознакою шкідливості (ЛОШ)*. У водних об'єктах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування розрізняють три види ЛОШ – органолептичний, загальносанітарний і санітарно-токсикологічний.

У водних об'єктах рибогосподарського водокористування, крім названих, виділяють ще два ЛОШ – токсикологічний та рибогосподарський.

При оцінюванні якості води у водоймах комунально-побутового і господарсько-питного водокористування враховують також *клас небезпеки речовини*. Його визначають залежно від токсичності,

кумулятивності, мутагенності й ЛОШ речовини. Розрізняють чотири класи небезпеки речовин: *перший* – надзвичайно небезпечні; *другий* – високонебезпечні; *третій* – небезпечні; *четвертий* – помірно небезпечні. При оцінюванні якості води враховується принцип адитивності – односпрямованої дії. Відповідно до цього принципу приналежність декількох речовин до однієї ЛОШ проявляється в підсумовуванні їхнього негативного впливу.

З урахуванням сказаного оцінювання якості води з погляду екологічної безпеки водокористування виконується за такою методикою.

Водні об'єкти вважаються придатними для *комунально-побутового й господарсько-питного* водокористування, якщо одночасно виконуються такі умови:

- не порушуються загальні вимоги до складу і властивостей води для відповідної категорії водокористування;
- для речовин, що належать до третього та четвертого класів небезпеки, виконується умова:

$$C \leq \text{ГДК},$$

де C – концентрація речовини у водному об'єкті, г/м³;

- для речовин, які належать до першого і другого класів небезпеки, виконується умова

$$\sum \frac{C_i}{\text{ГДК}_i} \leq 1,$$

де C_i і ГДК_i – відповідно концентрація і ГДК i -ої речовини першого або другого класу небезпеки.

Водні об'єкти вважаються придатними для *рибогосподарського* водокористування, якщо одночасно виконуються такі умови:

- не порушені загальні вимоги до складу і властивостей води для відповідної рибогосподарської категорії;
- для речовин, що належать до однакової ЛОШ, виконується умова:

$$\sum \frac{C_i}{\text{ГДК}_i} \leq 1,$$

де C_i і ГДК_i – відповідно концентрація і ГДК i -ої речовини, що належить до цієї ЛОШ.

Норми якості води повинні виконуватися:

- для водотоків комунально-побутового і господарсько-питного водокористування – на ділянках від пункту водокористування до контрольного створу, розташованого на відстані не менше одного кілометра вище за течією від цього пункту водокористування;
- для водойм комунально-побутового і господарсько-питного водокористування – на акваторії в радіусі не менше одного кілометра від пункту водокористування;
- для водотоків рибогосподарського водокористування – в межах усїєї рибогосподарської ділянки водотоку, починаючи з контрольного створу, розташованого не далі 500 метрів нижче за течією від джерела надходження домішок;
- для водойм рибогосподарського призначення – на всїй рибогосподарській ділянці, починаючи з контрольного пункту, розташованого в радіусі не більше 500 м від місця надходження домішок.

Оцінювання якості води на основі екологічних нормативів. Екологічні нормативи якості води встановлюються для оцінювання стану водних об'єктів на основі екологічної класифікації поверхневих вод.

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод включає три класифікаційні групи: сольового складу, еколого-санітарних показників і показників складу й біологічної дії специфічних речовин.

Залежно від значень показників якості води поверхневі води відносять до певних категорій та класу якості води.

Визначення класу і категорії якості води здійснюється за методиками, викладеними у відповідних нормативних документах.

Хід роботи:

Письмово дати відповіді на запитання:

1. Для яких видів водокористування здійснюють оцінку якості води на основі діючих в Україні нормативів екологічної безпеки?
2. Що таке гранично допустимі концентрації (ГДК)?
3. Поясніть поняття лімітуючої ознаки шкідливості (ЛОШ).
4. За яких умов водні об'єкти вважаються придатними для комунально-побутового й господарсько-питного водокористування?
5. За яких умов водні об'єкти вважаються придатними для рибогосподарського водокористування?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

ТЕМА: Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями

Мета роботи: Ознайомитися з порядком оцінки якості поверхневих вод України з екологічних позицій (А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко та ін. – Харків : УкрНДЦЕП, 2012).

Теоретичний матеріал

Представлений керівний нормативний документ містить методику оцінки якості поверхневих вод України з екологічних позицій. Оцінка здійснюється за відповідними класами та категоріями, що визначають певний рівень забруднення води (від чистих до дуже забруднених) та певний екологічний стан вод (від відмінного до дуже поганого). Методика розроблена фахівцями Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем у розвиток аналогічних методик, створених у 1994 та 1998 роках, з урахуванням досвіду їх використання протягом більш ніж 10 років, а також положень Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС і низки документів, спрямованих на її втілення у водоохоронну практику європейських країн. Розроблена методика враховує вимоги ЄС та БЄК ООН щодо водної політики, зокрема відносно необхідності поліпшення якості води та покращення екологічного стану водних об'єктів. У цьому документі викладено систему екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України з урахуванням природних особливостей формування їх хімічного складу; наведено градації низки важливих біологічних та хімічних показників функціонування водних екосистем, які рекомендовано використовувати в країнах ЄС; викладено спосіб оцінювання стану вод на основі порівняння значень окремих показників з еталонними характеристиками; надано опис порядку виконання комплексної оцінки екологічного стану поверхневих вод, у тому числі спосіб подання результатів оцінки у вигляді відповідного значення екологічного індексу якості вод (I_E).

Порядок виконання екологічної оцінки поверхневих вод і способи подання її результатів

Для досягнення об'єктивності та достовірності оцінки екологічного стану водних об'єктів необхідно використовувати

комплекс гідроморфологічних, біологічних, фізико-хімічних, хімічних та токсикологічних показників.

Оцінка екологічного стану поверхневих вод за біологічними показниками повинна базуватися перш за все на дослідженні фітопланктону, фітобентосу, зообентосу, макрофітів та іхтіофауни. Важливе значення мають також бактеріологічні характеристики та результати біотестування.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод за фізико-хімічними та хімічними характеристиками повинна обов'язково включати всі три блоки оцінок: за показниками сольового складу (додатки Б.1–Б.3), за хімічними трофо-сапробіологічними показниками (додатки Б.4), за показниками вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії (додаток Б.5). Результати подаються у вигляді єдиної оцінки, котра ґрунтується на заключних висновках за трьома групами вказаних класифікацій.

Послідовність дій щодо виконання оцінки екологічного стану поверхневих вод передбачає:

- визначення екорегіону та типу водного об'єкта. Згідно з Водною Рамковою Директивою ЄС 2000/60/ЄС розрізняють такі типи вод: ріка, озеро, прибережні, перехідні води, істотно змінені або штучно створені водні об'єкти;
- оцінка специфіки поверхневих вод на основі систем типізації водних об'єктів відповідного типу;
- виділення основних типів біотопів у водному об'єкті;
- аналіз порушення гідроморфологічних характеристик, прияманних водному об'єкту чи його частині (згідно з Водною Рамковою Директивою ЄС 2000/60/ЄС та стандартом EN 14614:2004/OP);
- визначення еталонних умов та еталонного стану біотичних компонентів водного об'єкта (згідно з Водною Рамковою Директивою ЄС 2000/60/ЄС та іншими керівними документами ЄС у цій галузі);
- порівняння значень досліджених показників якості поверхневих вод з відповідними показниками в еталонних (референційних) умовах та значеннями, які наведені в екологічній класифікації (додатки Б.1–Б.5, Г).

Виконання екологічної оцінки може здійснюватися за скороченим та розширеним переліком показників. Скорочений перелік

передбачає використання лише обов'язкового мінімуму інформації за показниками, що постійно визначаються на державній мережі моніторингу поверхневих вод України. Використання розширеного переліку показників доцільне за необхідності більш детальної оцінки якості вод, наприклад, при встановленні еталонних створів, проведенні фонових моніторингу, аналізу наслідків надзвичайних ситуацій та ін.

Показники, що включені до розширеного переліку, є найбільш перспективними щодо вдосконалення програми режимних спостережень на водних об'єктах країни, особливо для оцінки стану транскордонних поверхневих вод.

Екологічна оцінка якості води певного водного об'єкта може бути орієнтовною і ґрунтовною. Орієнтовна екологічна оцінка є необхідною з розвідувальною (рекогносцирувальною) метою для формування попередніх, орієнтовних висновків і рішень. Ґрунтовна узагальнююча оцінка необхідна для переконливих, відповідальних висновків і рішень.

Орієнтовна екологічна оцінка виконується на основі разових вимірів окремих показників якості води, котрі найточніше характеризують екологічний стан водного об'єкта (чи його ділянки) і відповідну цьому станові якість води (мініралізація, вміст розчиненого кисню, БСК₅, концентрація біогенних елементів, пріоритетних важких металів та органічних забруднюючих речовин тощо). Разові значення окремих показників якості води зіставляються з відповідними критеріями якості води, представленими в таблицях системи екологічної класифікації (додатки Б.1–Б.5, Г). На підставі такого зіставлення визначаються категорії і класи якості води за окремими показниками, відібраними для разового виміру. Об'єднання результатів разових вимірів за окремими показниками для узагальненої оцінки якості води не виконується.

Процедура виконання ґрунтовної екологічної оцінки якості поверхневих вод складається з п'ятьох послідовних етапів:

- оброблення і групування вихідних даних;
- визначення класів і категорій якості вод за окремими показниками;

- узагальнення класів і категорій якості вод за окремими групами показників;
- узагальнення оцінок якості вод за показниками (вираженими у класах і категоріях) за окремими блоками з визначенням блокових значень класів і категорій якості вод;
- визначення об'єднаної екологічної оцінки якості вод (з визначенням класів і категорій) для певного водного об'єкта в цілому чи його окремих ділянок за певний період спостережень.

Етап визначення класів і категорій якості вод для окремих показників полягає у виконанні таких дій:

- значення первинних чи осереднених величин кожного з показників зіставляються з відповідними критеріями якості вод, представленими у таблицях системи екологічної класифікації у додатках Б.1–Б.5, Г (якщо величини показників вказані з більшою точністю, ніж у класифікації, їх необхідно округлити);
- найгірші значення якості вод серед показників кожного блоку також зіставляються з відповідними критеріями якості вод;
- на основі проведеного зіставлення середньоарифметичних та найгірших значень для кожного показника окремо визначаються категорії якості вод за середнім і найгіршим значеннями;
- зіставлення середніх і найгірших значень та визначення класів і категорій якості вод за окремими показниками виконується у межах відповідних груп і блоків екологічної класифікації.

За значеннями групових та блокових індексів якості вод визначається їх приналежність до певного класу та категорії.

Етап визначення об'єднаної оцінки якості вод для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального (комплексного) екологічного індексу (I_E). Використання екологічного індексу якості вод доцільно в тих випадках, коли зручніше користуватися однозначною оцінкою: для планування водоохоронної діяльності, опрацювання водоохоронних заходів, здійснення екологічного і еколого-економічного районування, екологічного картографування тощо.

Екологічний індекс якості вод (I_E) розраховується як середньоарифметичне хімічного (I_X) та біологічного (I_B) індексів:

$$I_E = (I_X + I_B) / 2. \quad (10.1)$$

Біологічний індекс якості вод (I_B) визначається на основі узагальнення значень таких блокових індексів:

$$I_{B\text{серед.}} = (I_{G\text{серед.}} + I_{M\text{серед.}} + I_{BX\text{серед.}} + I_{BT\text{серед.}}) / N, \quad (10.2)$$

де $I_{G\text{серед.}}$ – індекс гідробіологічних показників;

$I_{M\text{серед.}}$ – індекс мікробіологічних показників;

$I_{BX\text{серед.}}$ – індекс показників біохімічних процесів;

$I_{BT\text{серед.}}$ – індекс біотестових показників.

N – загальна кількість блоків біологічних показників, які розглядаються.

Середні значення групових індексів розраховуються як середньоарифметичне значення суми категорій показників, що входять до відповідної групи. Наприклад, індекс гідробіологічних показників ($I_{G\text{серед.}}$) може визначатися за формулою:

$$I_{G\text{серед.}} = (K_{V\text{серед.}} + K_{\Phi\text{серед.}} + K_{B\text{серед.}}) / 3, \quad (10.3)$$

де $K_{V\text{серед.}}$ – категорія за структурними показниками біотичних угруповань;

$K_{\Phi\text{серед.}}$ – категорія за показниками фітопланктону;

$K_{B\text{серед.}}$ – категорія за біоіндикаційними оцінками.

Значення хімічного індексу якості вод ($I_{X\text{серед.}}$) розраховується як:

$$I_{X\text{серед.}} = (I_{C\text{серед.}} + I_{TC\text{серед.}} + I_{T\text{серед.}}) / 3, \quad (10.4)$$

де $I_{C\text{серед.}}$ – індекс показників сольового складу;

$I_{TC\text{серед.}}$ – індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників;

$I_{T\text{серед.}}$ – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії.

Індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників розраховується на основі узагальнення значень категорій наступних групових показників :

$$I_{TC\text{серед.}} = (I_{KR\text{серед.}} + I_{OR\text{серед.}} + I_{ZP\text{серед.}} + I_{BR\text{серед.}}) / 4, \quad (10.5)$$

де $I_{KR\text{серед.}}$ – індекс показників кисневого режиму;

$I_{OR\text{серед.}}$ – індекс показників вмісту органічних речовин;

$I_{ZP\text{серед.}}$ – індекс загальних показників (рН, завислі речовини та ін.);

$I_{BR\text{серед.}}$ – індекс показників вмісту сполук біогенних елементів.

Індекс показників вмісту сполук біогенних елементів ($I_{BR\text{серед.}}$) визначається як:

$$I_{БР\text{серед.}} = (K_{NH_4} + K_{NO_2} + K_{NO_3} + K_N + 2K_{PO_4} + 2K_P) / 8, \quad (10.6)$$

де K_{NH_4} , K_{NO_2} , K_{NO_3} , K_N , K_{PO_4} , K_P – категорії за показниками вмісту, відповідно, амонійного, нітритного, нітратного і загального азоту, фосфору фосфатів і загального фосфору. Якщо кількість показників, за якими є інформація, менша, у знаменнику ставиться відповідна цифра з урахуванням пропорційного множення категорій по фосфору.

Всі інші індекси розраховуються як середні арифметичні категорій якості показників, які вимірювалися.

Загальна структура побудови екологічної оцінки наводиться на схемі (рис. 10.1).

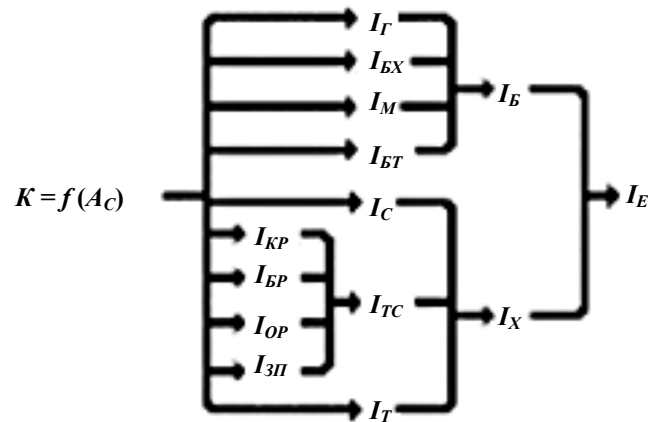


Рисунок 10.1. Структура побудови екологічної оцінки:

$I_{КР}$ – індекс показників кисневого режиму; $I_{ОР}$ – індекс показників вмісту органічних речовин; $I_{ЗП}$ – індекс загальних показників (рН, завислі речовини та ін.); $I_{БР}$ – індекс показників вмісту сполук біогенних елементів; $I_{С}$ – індекс показників сольового складу; $I_{ТС}$ – індекс хімічних трофо-сапробіологічних показників; $I_{Т}$ – індекс специфічних показників токсичної і радіаційної дії; $I_{Г}$ – індекс гідробіологічних показників; $I_{М}$ – індекс мікробіологічних показників; $I_{БХ}$ – індекс показників біохімічних процесів у воді та донних відкладах; $I_{БТ}$ – індекс біотестових показників.

Хід роботи:

1. Керуючись Методикою екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (Гриценко, Васенко та ін.), визначити

інтегральні показники поверхневих вод у Київській області за даними щорічної регіональної доповіді ОДА (Додаток В).

2. Зробити висновки щодо екологічної якості поверхневих вод у окремих водних об'єктах за відповідними категоріями.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

ТЕМА: Методика вибору та оцінки джерел централізованого водопостачання

Мета роботи: Оволодіти методикою вибору і оцінки якості води вододжерел, що використовуються або намічені до використання для централізованого господарсько-питного водопостачання (ДСТУ 4808:2007 Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання).

Теоретичний матеріал

Класифікація якості поверхневих та підземних вод України – джерел централізованого питного водопостачання – за гігієнічними та екологічними критеріями охоплює показники, які застосовують для оцінювання якості питної води згідно з санітарним законодавством, і має сім окремих груп (блоків) I група – органолептичні показники; II група – загальносанітарні показники хімічного складу води; III група – гідробіологічні показники; IV група – мікробіологічні показники; V група – паразитологічні показники; VI група – показники радіаційної безпеки; VII – пріоритетні токсикологічні показники хімічного складу води.

Діапазон величин показників (критеріїв) якості води поділено на чотири класи: 1 клас – відмінна, бажана якість води; 2 клас – добра, прийнятна якість води; 3 клас – задовільна, прийнятна якість води; 4 клас – посередня, обмежено придатна, небажана якість води (табл. 11.1).

Таблиця 11.1

**Схема визначення класів і підкласів якості води
у поверхневих і підземних водних об'єктах –
джерелах централізованого питного водопостачання**

| Позначення класів якості води | Середні значення блокових індексів якості води | Позначення відповідних підкласів якості води | Характеристика класів і підкласів якості води |
|-------------------------------|--|--|--|
| 1 | 1,00–1,25 | 1 | «Відмінна», дуже чиста вода |
| | 1,26–1,50 | 1(2) | «Відмінна», дуже чиста вода з ухилом до класу «доброї», чистої води бажаної якості |
| 2 | 1,52–1,75 | 1–2 | Вода, перехідна за якістю від «відмінної», дуже чистої до «доброї», чистої |
| | 1,76–1,99 | 2(1) | «Добра», чиста вода з ухилом до класу «відмінної», дуже чистої |
| | 2,00–2,25 | 2 | «Добра», чиста вода прийнятної якості |
| | 2,26–2,50 | 2(3) | «Добра», чиста вода з ухилом до класу «задовільної», слабко забрудненої прийнятної якості |
| 3 | 2,51–2,75 | 2–3 | Вода, перехідна за якістю від «доброї», чистої до «задовільної», слабко забрудненої |
| | 2,76–2,99 | 3(2) | «Задовільна», слабко забруднена вода з ухилом до класу «доброї», чистої |
| | 3,00–3,25 | 3 | «Задовільна», слабко забруднена вода прийнятної якості |
| | 3,26–3,50 | 3(4) | «Задовільна», слабко забруднена вода з ухилом до класу «обмежено придатної» небажаної якості |
| 4 | 3,51–3,75 | 3–4 | Вода, перехідна за якістю від «задовільної», слабко забрудненої прийнятної якості до «обмежено придатної» небажаної якості |
| | 3,76–3,99 | 4(3) | «Обмежено придатної» небажаної якості з ухилом до класу «задовільної», слабко забрудненої прийнятної якості |
| | 4,00 | 4 | «Посередня», «обмежено придатна» небажаної якості |

Оцінювання якості води у поверхневих і підземних джерелах залежно від її конкретної призначеності можна виконувати, зважаючи на три методичні підходи:

- за значенням окремих показників;
- за значенням інтегральних блокових індексів;
- за значенням інтегрального комплексного індексу.

Середні значення блокових індексів якості води визначають обчисленням середньоарифметичного значення середніх величин усіх наявних показників у межах кожної групи не за абсолютними, а за відносними значеннями, вираженими номерами класів (1–4). Найгірші значення групових індексів якості води визначають за найгіршими величинами (з найбільшим номером класів) серед інших значень показників даної групи.

Значення блокових індексів якості води можуть бути вираженими як цілими, так і дробовими числами. Використання дробових значень блокових індексів і обчислених на їх основі підкласів якості води дозволяє диференціювати оцінювання якості води, робити його гнучкішим і точнішим.

Хіг роботи:

1. Засвоїти основні положення ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання».
2. Керуючись Порядком вибору джерел для централізованого господарсько-питного водопостачання, визначити інтегральні показники поверхневих вод у Київській області за даними щорічної регіональної доповіді ОДА (Додаток А).
3. Надати характеристику якості води по класах у окремих водних об'єктах Київської області, використовуючи вихідні дані з Додатку А.
4. Зробити висновки щодо рекомендованих способів очистки води для питного водопостачання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

ТЕМА: Визначення показників жорсткості та мінералізації води кондуктометричним методом

Мета роботи: Ознайомитися з кондуктометричним експрес-методом визначення показників сольового складу води за допомогою приладу Greentest.

Теоретичний матеріал

Жорсткість, або твердість води визначають за кількістю солей кальцію і магнію в ній. Якщо вода містить значні кількості вапнякових солей, то таку воду називають цупкою, а коли цих солей зовсім немає, або вони містяться в незначних кількостях, то – м'якою. «Тверда» вода непридатна і для цілого ряду виробництв: паперового, шкіряного, крохмального, спиртового тощо. Вона непридатна і для паросилового господарства, бо при кип'ятінні води утворюється накип, який погано проводить тепло, внаслідок чого збільшується витрата палива. Накип викликає інтенсивне руйнування стінок котлів, що може призвести до аварії. Для приготування їжі цупку воду теж не вживають, бо в ній погано розварюються м'ясо і овочі. Для пиття вона теж непридатна.

Вода з твердістю менше 4 ммоль/дм³ характеризується як м'яка, від 4 до 8 ммоль/дм³ – середньої твердості, від 8 до 12 ммоль/дм³ – тверда, понад 12 ммоль/дм³ – дуже тверда.

В Україні згідно Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10), затверджених Мінохорони здоров'я України 12.05.2010 р., які в цілому регулюють якість питної води – прийнято наступні нормативи показників твердості (жорсткості) питної води:

- вода водопровідна – до 6,5 ммоль/дм³ (в окремих випадках з дозволу санітарних служб – до 10 ммоль/дм³);
- вода колодязів та каптажів джерел – до 10 ммоль/дм³;
- вода фасована, з пунктів розливу та з питних бюветів – 7 ммоль/дм³.

Мінералізація води – це кількість розчинених у ній мінеральних речовин, яка виражається або загальною мінералізацією, або сухим

залишком, або густиною. Загальна мінералізація є сумою компонентів мінеральних речовин, визначених за допомогою аналізів. Сухий залишок отримують при випаровуванні певного об'єму води, висушуванні з подальшим гравіметричним визначенням. Загальну мінералізацію і сухий залишок виражають для прісних і солонуватих вод у мг/л, г/л, для розсолів – у г/л або г/кг. Одиницею останнього способу виразу концентрації є проміле (від лат. promille – за тисячу), 1‰ – тисячна частка числа.

Для лабораторного застосування звичайно використовують метод титрування, щоб визначити твердість води, та гравіметричний метод для визначення мінералізації, однак на промислових об'єктах користуються кондуктометричним методом. Принцип роботи кондуктометра (солеметра) ґрунтується на прямій залежності електропровідності розчину (сили струму в постійному електричному полі, що генерується електродами приладу) від кількості розчинених у воді сполук (кількість сторонніх іонів на 1000000 молекул води: 1 ppm = 1 мг/л = 0,02 мг екв/л = 0,01 ммоль екв/л).

Прилад Greentest призначений для експрес-аналізу вмісту нітратів у свіжих овочах, фруктах, м'ясі; визначення жорсткості води та для визначення рівня радіоактивного фону і виявлення предметів, продуктів харчування, будівельних матеріалів, забруднених радіоактивними елементами. Прилад Greentest при визначенні жорсткості води працює як солеметр. Норми жорсткості води в приладі реалізовані за даними німецького інституту стандартизації (DIN 19643).

Порядок роботи з приладом Greentest:

1. Зняти ковпачок.
2. Затиснути кнопку живлення, щоб увімкнути прилад.
3. Вибрати зі списку продукт, обраний для вимірювання, й утримувати прилад нерухомо під час вимірювання.
4. Натиснути «Почати тест».
5. Після вимірювання на екрані відобразиться результат вимірювання.
6. Після вимірювання необхідно протерти щуп сухою серветкою. При виборі продукту відбувається автоматичне калібрування, тому важливо, щоб щуп був чистим.

7. При вимірюванні щуп повинен бути занурений повністю у перевіряємий продукт. При користуванні приладом Greentest з двома щупами, необхідно стежити, щоб щупи знаходилися паралельно один одному як при введенні в продукт, так і при вимірюванні. Якщо щупи зігнулися, їх легко повернути в початкове положення.

8. Коротке натискання на кнопку ввімкнення приводить прилад у сплячий режим.

Хід роботи:

1. Визначити жорсткість проб питної води за допомогою приладу Greentest, отримані результати вимірювань занести в таблицю 12.1.

Таблиця 12.1

Показники жорсткості води, очищеної різними способами

| № | Найменування проби | Результат вимірювання жорсткості, ррп |
|---|--------------------|---------------------------------------|
| 1 | Дистильована вода | |
| 2 | Фільтрована вода | |
| 3 | Водопровідна вода | |

2. Проаналізувати сезонну динаміку мінералізації поверхневих вод в залежності від температури (табл. 12.2).

Таблиця 12.2

Показники мінералізації води у Дніпровському водосховищі

| Дніпро, Південний міст | | | с. Воронівка | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------------|
| Дата відбору проби води | Температура води, °С | Загальна мінералізація води, ррп | Дата відбору проби води | Температура води, °С | Загальна мінералізація води, ррп |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| бідист. | 20 | 3 | | | |
| дист. | 21,8 | 24 | | | |
| | | | 21.04.2019 | 12 | 83 |
| 16.02.2019 | 3 | 187 | 24.04.2019 | 13 | 103 |
| 08.03.2019 | 4 | 175 | 28.04.2019 | 15 | 119 |
| 22.03.2019 | 6 | 167 | 05.05.2019 | 16 | 137 |

Закінчення таблиці 12.2

| 1 | 2 | 2 | 4 | 5 | 6 |
|------------|------|-----|------------|------|-----|
| 02.04.2019 | 5 | 205 | 11.05.2019 | 15 | 141 |
| 09.04.2019 | 10 | 204 | 19.05.2019 | 20 | 163 |
| 05.05.2019 | 15 | 215 | 26.05.2019 | 19 | 153 |
| 15.05.2019 | 18 | 218 | 08.06.2019 | 24 | 194 |
| 19.07.2019 | 24 | 241 | 16.06.2019 | 25 | 201 |
| 25.07.2019 | 26 | 263 | 23.06.2019 | 26,5 | 218 |
| 08.08.2019 | 25,5 | 254 | 16.07.2019 | 26 | 323 |
| 15.08.2019 | 25 | 230 | 19.08.2019 | 23 | 305 |
| 22.08.2019 | 24,5 | 205 | 01.09.2019 | 21 | 224 |
| 03.09.2019 | 23 | 187 | 08.09.2019 | 17 | 218 |
| 10.09.2019 | 20 | 176 | 15.09.2019 | 15 | 210 |

3. Побудувати криві річної динаміки показників температури і мінералізації води на двох пунктах спостереження.
4. Зробити висновки.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13

ТЕМА: Аналіз впливу виробництва на водні об'єкти

Мета роботи: визначити ступінь впливу виробництва на водне середовище на підставі аналізу скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти.

Теоретичні відомості

1. Розрахунок об'єму дощових вод:

$$Wd = 2,5 \times Hd \times Kq \times Kvn \times S, \quad (13.1)$$

де Wd – об'єм дощових вод, л;

Hd – шар опадів за теплий період, 269 мм;

Kq – коефіцієнт дощового стоку, залежний від інтенсивності дощів, 0,78;

$K_{вп}$ – коефіцієнт водонепроникності поверхні в залежності від ступеня її поширення $S_{вп}$ (табл. 13.1);

S – загальна площа водозбору, 250 га;

$S_{вп}$ – площа водонепроникних поверхонь, 50%.

Таблиця 13.1

Коефіцієнт водонепроникності поверхні залежно від ступеня її поширення

| | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $S_{вп},\%$ | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| $K_{вп}$ | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 2,2 |

2. Розрахунок об'єму талих вод:

$$W_m = H_m \times K_m \times K_v \times S, \quad (13.2)$$

де W_m – об'єм талих вод, л;

H_m – шар опадів за холодний період, визначається за даними Гідрометцентру, 121 мм;

K_m – коефіцієнт об'єму талих вод залежно від умов сніготанення, 0,47;

K_v – коефіцієнт, що враховує вивіз снігу з території. За відсутності вивозу – 10; на об'єкті 30% снігів вивозиться;

S – загальна площа водозбору, 250 га.

3. Розрахунок об'єму поливоміючих вод:

$$W_{пм} = 10 \times q \times N \times K_{пм} \times S_{пм}, \quad (13.3)$$

де $W_{пм}$ – об'єм поливоміючих вод, л;

q – витрата на одне миття твердих покриттів або полив, 1,2 л/м²;

N – кількість миття (поливів у рік), 32;

$S_{пм}$ – площа, що піддається мокрому прибиранню, поливу, 5 га;

$K_{пм}$ – коефіцієнт стоку поливоміючих вод, (40% вод стікає), за відсутності стоку, 10.

4. Загальний об'єм поверхневого стоку, м³/рік:

$$W_{пс} = W_{д} + W_m + W_{пм}. \quad (13.4)$$

Хіг роботи:

1. Розрахувати за представленими формулами об'єми дощових, талих, поливо-миючих вод у водних об'єктах.
2. Використовуючи дані табл. 13.2 і об'єми вод з пункту 1, визначити масу скидання забруднюючих речовин об'єктом. Отримані результати внести у табл. 13.5.
3. Використовуючи дані табл. 13.3 і об'єми вод з пункту 1, розрахувати масу тимчасово узгодженого скидання (ТУС) об'єктом, результати занести у табл. 13.5.
4. Використовуючи дані табл. 13.3 і об'єми вод з пункту 1, розрахувати масу забруднень в межах допустимих скидань (ГДС). Визначити загальну масу забруднюючих речовин в межах ГДС. Результати розрахунків занести у табл. 13.4 і 13.5.

Таблиця 13.2

Концентрація основних забруднюючих речовин у поверхневому стоці на об'єкті, що приймається для розрахунку мас забруднень, мг/л

| Показник | Дощові води | Талі води | Поливо-миючі води |
|------------------|-------------|-----------|-------------------|
| Зважені речовини | 250 | 3800 | 500 |
| Нафтопродукти | 10 | 30 | 30 |
| БПК | 30 | 190 | 120 |
| ХПК | 150 | 120 | 250 |
| Сульфати | 150 | 400 | 120 |
| Хлориди | 280 | 1300 | 230 |
| Азот амонійний | 4 | 5,6 | 3,5 |
| Азот загальний | 5,5 | 11,2 | 5,6 |
| Нітрати | 0,12 | 0,18 | 0,12 |
| Нітрити | 0,12 | 0,18 | 0,12 |
| Кальцій | 45 | 96 | 42 |
| Магній | 9 | 15 | 7 |
| Залізо | 0,4 | 1,4 | 0,2 |
| Мідь | 0,01 | 0,05 | 0,03 |
| Нікель | 0,02 | 0,015 | 0,017 |
| Цинк | 0,3 | 0,55 | 0,3 |
| Фосфор загальний | 1,2 | 1,3 | 1,2 |

Таблиця 13.3

Концентрація основних забруднюючих речовин у поверхневому стоці з території природокористувачів для розрахунку мас забруднень в межах тимчасових узгоджених скидів (ТУС), мг/л

| Показник | Дошові води | Талі води | Поливо-миючі води |
|------------------|-------------|-----------|-------------------|
| Зважені речовини | 800 | 2000 | 800 |
| Нафтопродукти | 20 | 50 | 40 |
| БПК | 50 | 210 | 150 |
| ХПК | 200 | 250 | 150 |
| Сульфати | 150 | 600 | 200 |
| Хлориди | 200 | 2000 | 200 |
| Азот амонійний | 2 | 5 | 2 |
| Азот загальний | 5,5 | 10,5 | 5,5 |
| Нітрати | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| Нітроти | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| Кальцій | 48 | 125 | 48 |
| Магній | 12 | 18 | 12 |
| Залізо | 0,5 | 2,0 | 0,5 |
| Мідь | 0,05 | 0,1 | 0,05 |
| Нікель | 0,05 | 0,06 | 0,05 |
| Цинк | 0,5 | 0,8 | 0,5 |
| Фосфор загальний | 1,2 | 1,2 | 1,2 |

Таблиця 13.4

Концентрація основних забруднюючих речовин у поверхневому стоці на забудованих ділянках території, що приймаються для розрахунку мас забруднень в межах допустимих скидів (ГДС), мг/л

| Показник | Дошові води | | Талі води | | Поливо-миючі води | | Загальна маса, кг/рік |
|------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|----------|-----------------------|
| | концентрація, мг/л | маса, кг | концентрація, мг/л | маса, кг | концентрація, мг/л | маса, кг | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Зважені речовини | 250 | | 3500 | | 500 | | |
| Нафтопродукти | 10 | | 30 | | 30 | | |

Закінчення таблиці 13.4

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------|------|---|-------|---|------|---|---|
| БПК | 30 | | 90 | | 100 | | |
| ХПК | 100 | | 250 | | 100 | | |
| Сульфати | 100 | | 500 | | 100 | | |
| Хлориди | 200 | | 1500 | | 200 | | |
| Азот амонійний | 2 | | 4,3 | | 2 | | |
| Азот загальний | 4,9 | | 10,5 | | 4,9 | | |
| Нітрати | 0,08 | | 0,17 | | 0,08 | | |
| Нітроти | 0,08 | | 0,17 | | 0,08 | | |
| Кальцій | 43 | | 113 | | 43 | | |
| Магній | 8 | | 14 | | 8 | | |
| Залізо | 0,3 | | 1,7 | | 0,3 | | |
| Мідь | 0,02 | | 0,076 | | 0,02 | | |
| Нікель | 0,01 | | 0,02 | | 0,01 | | |
| Цинк | 0,3 | | 0,55 | | 0,3 | | |
| Фосфор загальний | 1,08 | | 1,08 | | 1,08 | | |

Таблиця 13.5

Розрахунок маси всіх забруднюючих речовин, що відводяться з поверхневим стоком, кг/рік

| Показник | Скид забруднюючих речовин об'єкта | | | Тимчасово узгоджений скид | | | Загальна кількість | | |
|------------------|-----------------------------------|-----------|-------------------|---------------------------|-----------|-------------------|--------------------|-----|-----|
| | дошові води | талі води | поливо-миючі води | дошові води | талі води | поливо-миючі води | за проектом | ТУС | ГДС |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Зважені речовини | | | | | | | | | |
| Нафтопродукти | | | | | | | | | |
| БПК | | | | | | | | | |
| ХПК | | | | | | | | | |
| Сульфати | | | | | | | | | |
| Хлориди | | | | | | | | | |
| Азот амонійний | | | | | | | | | |

Закінчення таблиці 13.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Азот загальний | | | | | | | | | |
| Нітрати | | | | | | | | | |
| Нітрити | | | | | | | | | |
| Кальцій | | | | | | | | | |
| Магній | | | | | | | | | |
| Залізо | | | | | | | | | |
| Мідь | | | | | | | | | |
| Цинк | | | | | | | | | |
| Фосфор загальний | | | | | | | | | |
| Сума забруднюючих речовин, мг | | | | | | | | | |

5. Аналізуючи дані загальної кількості забруднюючих речовин за проектом, у межах тимчасового узгодженого скидання, допустимих скидань, зробити висновок про вплив виробництва на водні об'єкти.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 14

ТЕМА: Вимірювання радіаційного фону території

Мета: оволодіти вміннями та навичками щодо визначення радіаційного забруднення навколишнього середовища; за допомогою радіометра-дозиметра бета-гамма-випромінювання РКС-01 «СТОРА» провести вимірювання радіаційного фону у приміщеннях університету та на відкритій території.

Теоретичний матеріал

Рівень радіації, який вимірюється дозиметрами, називають потужністю еквівалента дози або іноді *фоном*. Радіаційний фон зумовлений іонізуючими випромінюваннями, які викликані радіоактивним розпадом нуклідів, що існують у навколишньому середовищі, і космічним випромінюванням. Розрізняють природний і технологічно

підсилений радіаційний фон. Природний радіаційний фон зумовлений лише природними радіаційними факторами, технологічно підсилений радіаційний фон – як природними факторами, так і факторами, пов'язаними з деякими технологічними процесами.

У природному радіаційному фоні розрізняють дві компоненти: радіонуклідну і космічну. В біосфері Землі існує близько 60 природних радіонуклідів, які можна розділити на дві категорії: первинні і космічні. Первинні радіонукліди знаходяться в основному в земній корі. Найбільший вклад у природний радіаційний фон вносять три радіонукліди: ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K . Розподіл цих ізотопів всередині Землі визначається їх фізичними властивостями. Всі три ізотопи – метали, що легко окислюються. Їх окисли мають порівняно малу густину, тому вони частіше зустрічаються в земній корі, ніж в мантії або металічному ядрі. Ймовірно, що приблизно половина радіоактивних речовин Землі знаходиться поблизу поверхні в шарі товщиною близько 65 км. Таке зосередження радіоактивних ізотопів у поверхневому шарі збільшує випромінювання, що діє на все живе, а також робить доступним видобуток урану і торію для використання їх людиною.

Радіоактивні випромінювання сильно послаблюються, проходячи через земні породи, тому вважається, що дія на живі організми суттєва тільки для тих радіоактивних елементів, глибина залягання яких не перевищує 10 км. Більшість кислих гірських порід, таких як граніти, більш радіоактивні, ніж лужні базальти. У вапняків рівень радіації особливо низький.

Природні радіоактивні елементи відіграють велику роль в тепловому балансі Землі. В тридцяти кілометровій товщі земної кори виділяється $7,14 \times 10^{20}$ Дж теплової енергії за рік, а всією планетою – $17,89 \times 10^{20}$ Дж. Це майже дорівнює річній витраті теплоти Землею.

Вклад урану і торію в природний радіаційний фон не обмежується лише розпадом ядер цих елементів. ^{238}U і ^{232}Th є родоначальниками двох радіоактивних родин, в кожній з яких при розпаді одного радіоактивного елемента утворюється інший радіоактивний елемент. В результаті ряду радіоактивних розпадів, що супроводжуються альфа-, бета- і гама-випромінюваннями, утворюються стабільні ізотопи свинцю. Родоначальник родини має найбільший

період напіврозпаду, всі інші члени родини – набагато менші періоди напіврозпаду. Період напіврозпаду ^{238}U дорівнює $4,5 \times 10^9$ років, ^{232}Th – $1,4 \times 10^{10}$ років.

Характерним для обох родин є утворення ізотопів радію, ядра яких, розпадаючись, утворюють ядра радону. В родині урану утворюється ^{222}Rn , в родині торію – ^{220}Rn (торон). Радон і торон радіоактивні благородні гази. Вони альфа-активні і мають періоди напіврозпаду: радон – 3,825 діб, торон – 54,4 с. Радон і торон частково виходять з ґрунту і гірських порід і знаходяться в повітрі. Певна його частина виділяється з будівельних матеріалів і концентрується усередині приміщень. Джерелом радону може бути вода. Продуктами розпаду радону і торону є ядра важких елементів: свинцю, вісмуту, паладію, які самі є радіоактивними. Радон і його дочірні продукти формують $\frac{3}{4}$ річної індивідуальної дози, яку отримує людина від земних джерел радіації, і $\frac{1}{2}$ від всіх джерел природної радіації. В Україні норма вмісту радону у повітрі приміщень складає 50 Бк/м³ для новозбудованих будинків і 100 Бк/м³ – для старих будівель. За звітом ВООЗ при концентрації радону в 100 Бк на один кубічний метр у приміщенні кількість захворювань на рак легень збільшується до 16%. У будинку радон може потрапити зі стін і фундаменту будівель, якщо будівельні матеріали не відповідають вимогам; разом з водопровідною водою (особливо, якщо вода з артезіанських свердловин); з природним газом. Для зниження шкідливого впливу радону необхідні такі заходи: удосконалення системи вентиляції; регулярне провітрювання житла; обов'язкова вентиляція у підвальному чи цокольному приміщеннях; перевірка якості будівельних матеріалів, що використовуються для ремонту чи будівництва; герметизація підлоги та щілини у стінах.

Природний радіаційний фон є тією частиною дози, яка зумовлена іонізуючими випромінюваннями, що поширюються у повітрі і діють на живі організми. Це в основному гама-випромінювання, тому що альфа- і бета-випромінювання добре поглинаються речовиною, навіть повітрям. На поверхні Землі космічне випромінювання і природні радіонукліди мають приблизно однаковий внесок в дозу зовнішнього опромінення. Для людини нормальний фон γ -випромінювання становить $\approx 0,1$ мкЗв/год, а максимально допустимий фон

γ -випромінювання $\approx 0,3$ мкЗв/год. Повна річна доза опромінення людей в районах з природним фоном складає приблизно 2 мЗв з урахуванням внутрішнього опромінення.

Радіаційний фон може бути підвищеним через наявність в навколишньому середовищі радіонуклідів, отриманих штучним шляхом в результаті виробничої діяльності людини, в такому разі його називають технологічно підвищеним. Причинами підвищення радіаційного фону є глобальні радіоактивні випадіння при випробуваннях ядерної зброї, аваріях на атомних електростанціях, накопичення і зберігання радіоактивних відходів тощо. Велику небезпеку докільню завдають близько 1000 тимчасових могильників навколо ЧАЕС, у яких знаходиться 40 млн м³ твердих відходів з суммарною радіоактивністю понад 200 тис Кі. Радіаційне забруднення навколишнього середовища може відбутись і в результаті діяльності, не пов'язаної з безпосереднім використанням радіоактивних речовин. Так, камяне вугілля містить значну кількість урану, торію, радію. При спалюванні вугілля відбувається концентрування радіоактивних речовин. Розрахунки свідчать, що забруднення внаслідок роботи теплових електростанцій більше, ніж при нормальній роботі атомних.

Потужність дози, яку поглинає організм людини у житлових приміщеннях, у різних регіонах коливається від 42 до 112 нГр/год. Наслідком впливу радіаційного чинника є підвищення у крові людей частоти лімфоцитів з пошкодженнями хромосом, що індуковані опроміненням. З 01.01.1999 р. у Чернівецькій, Івано-Франківській, Київській областях України та м. Києві за наказом МОЗ введена система спостереження за індикаторними фенотипами, що можуть виникати внаслідок дії іонізуючого опромінення та інших мутагенних чинників, які насичують довкілля. Функціонування такої системи може надати можливості для коректної оцінки патології, виникнення якої пов'язане з радіоактивним чинником. Статистичні дані, що існують на сьогодні не можуть ні підтвердити, ні спростувати можливість впливу радіаційного чинника на ймовірність виникнення генетичних ефектів. Внаслідок відсутності вірогідної інформації виникає багато спекуляцій на цю тему, які підвищують психологічну напругу у населення, що, в свою чергу, порушує його здоров'я.

Хід роботи:

1. Ознайомитися з будовою та принципом роботи радіометра гама-бета-випромінювань РКС-01 «СТОРА». Радіометр є приладом з цифровою індикацією. При вимірюванні необхідно знімати показання цифрового індикатора з урахуванням положень перемикачів діапазону і виду випромінювання, що вимірюється.
2. Увімкнути радіометр короткочасним натисканням кнопки РЕЖИМ. Про увімкнення радіометра свідчать інформація, що висвічується на рідкокристалічному цифровому індикаторі (ЦРІ), мигання світло діода під цифровим індикатором та звукова сигналізація зареєстрованих гамма-квантів. Для вимкнення радіометра необхідно повторно натиснути та утримувати протягом 4 с кнопку РЕЖИМ.
3. Вимірювання потужності гамма-фону проводиться в режимі, що вмикається пріоритетно з моменту увімкнення радіометра. На ЦРІ вже через 10 с будуть висвічуватись результати вимірювань, які відразу дають можливість оперативної оцінки рівня випромінювання. До отримання достовірної статистично обробленої інформації ЦРІ буде мигати. Час статистичної обробки буде залежати від інтенсивності випромінювання, але не буде перевищувати 70 с. Одиниці вимірювання виражені в мкЗв/год. Для вимірювання потужності фотонного випромінювання необхідно радіометр орієнтувати метрологічною міткою «+» у напрямку до об'єкта, що обстежується.
4. Вимірювання та індикація поверхневої густини потоку частинок бета-випромінювання проводиться в наступному режимі, що перемикається короткочасним натисканням кнопки РЕЖИМ. Радіометр необхідно зорієнтувати вікном детектора паралельно до обстежуваної поверхні і розташувати на мінімальній відстані від неї. Для автоматичного врахування гамма-фону детектора та поверхні, що обстежується, необхідно здійснювати два вимірювання: перше – з закритим за допомогою накривки-фільтра вікном детектора в режимі вимірювання фотонного випромінювання, друге – з відкритим вікном детектора в режимі вимірювання поверхневої густини бета-випромінювання. Результатом буде різниця між другим та першим вимірюваннями,

що вираховується автоматично. Одиниці вимірювання виражені в 10^3 част./($\text{см}^2 \times \text{хв}$).

5. Кожна зареєстрована бета-частинка та гамма-квант будуть супроводжуватись звуковим сигналом. Інтервали та під діапазони вимірювань будуть установлюватись автоматично, залежно від інтенсивності випромінювання. Результатом вимірювань треба вважати середнє арифметичне з 5 останніх вимірювань після припинення мигання ЦРІ.
6. Виміряти потужність фотонного випромінювання і поверхневу густину бета-випромінювання у навчальному корпусі та на прилеглий території. Результати вимірювань занести у таблицю 14.1.

Таблиця 14.1

Потужність радіаційного гамма-фону і густина бета-випромінювання у приміщеннях навчального корпусу ДДАЕУ та на відкритій прилеглий території

| Об'єкт обстеження | Потужність фотонного випромінювання, мкЗв/год | | Поверхнева густина бета-випромінювання, 10^3 част./($\text{см}^2 \times \text{хв}$) | |
|---|---|------------------|---|------------------|
| | Результат вимірювання | Середнє значення | Результат вимірювання | Середнє значення |
| 1. Стіна аудиторії у приміщенні навчального корпусу | 1. | | 1. | |
| | 2. | | 2. | |
| | 3. | | 3. | |
| | 4. | | 4. | |
| | 5. | | 5. | |
| 2. Асфальтове покриття перед навчальним корпусом | 1. | | 1. | |
| | 2. | | 2. | |
| | 3. | | 3. | |
| | 4. | | 4. | |
| | 5. | | 5. | |
| 3. | 1. | | 1. | |
| | 2. | | 2. | |
| | 3. | | 3. | |
| | 4. | | 4. | |
| | 5. | | 5. | |

5. Проаналізуйте отримані показники, зробіть висновки щодо рівня радіаційного фону обстежуваних об'єктів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 15

ТЕМА: Оцінювання стану навколишнього середовища за наявністю та різноманітністю лишайників

Мета роботи: Ознайомитися з принципами ліхеноіндикації – методу біологічної індикації забруднення навколишнього середовища з використанням лишайників як рослин-індикаторів.

Теоретичний матеріал

Лишайники – достатньо поширені організми, для яких характерна широка екологічна валентність щодо факторів середовища й висока чутливість до впливу забруднювачів на нього.

Вивчення лишайникової флори в населених пунктах і поблизу великих промислових об'єктів свідчить, що стан навколишнього середовища впливає на розвиток лишайників. За їхнім видовим складом і ступенем поширеності можна робити висновки щодо забруднення навколишнього середовища.

Дослідження показують, що у промислових районах та територіях навколо них, спостерігається пряма залежність між забрудненням природного середовища й скороченням кількості певних видів лишайників. Отже, лишайники є чудовими біологічними тесторами – організмами, наявність і стан яких залежить від змін у середовищі.

Оскільки лишайники поглинають воду всією поверхнею талому переважно із атмосферних опадів і почасти з водяних парів повітря, їх вологість є насталою й залежить від вологості навколишнього середовища. Таким чином, поглинання води тілом лишайника відбувається, на відміну від вищих рослин, за фізичними, а не за фізіологічними законами. Лишайники здатні тривалий час перебувати у сухому, майже безводному стані, коли їхня вологість становить лише 2–10% сухої маси. За таких умов вони лише припиняють життєві процеси, які поновлюються при першому зволоженні. Такий стан дає їм можливість витримувати сильне сонячне опромінення, нагрівання й охолодження.

Мінеральні речовини у вигляді водних розчинів надходять у слань лишайника із ґрунту, гірських порід, дерев. Переважна кількість

хімічних елементів надходить у лишайники з атмосферними опадами й пилом. Поглинання елементів з дощової води відбувається дуже швидко.

Оскільки кислотність й токсичність опадів у різних умовах середовища сильно варіює, (наприклад, у зоні впливу металургійних заводів вони мають кисле середовище; у зонах підприємств, які виділяють в атмосферу луги – лужними) при підвищенні концентрації хімічних сполук у воді й повітрі, різко зростає їхній вміст у сланях лишайників. У лісі лишайники мають більшу здатність накопичувати мінеральні й органічні речовини, ніж лишайники відкритих місць. Особливо багато мінеральних й органічних речовин потрапляє в тіло епіфітних лишайників, що ростуть на стовбурах дерев, за допомогою яких можна визначити наявність в атмосфері майже 30 елементів: літію, натрію, калію, магнію, кальцію, стронцію, алюмінію, титану, ванадію, хрому, марганцю, заліза, нікелю, міді, свинцю, ртуті, урану, фтору, йоду, сірки та ін.

Чим більше лишайники наближуються до джерела забруднення тим більше їх слань товстішає, стає компактнішою, майже повністю втрачає плодове тіло та рясно покривається соредіями. Подальше забруднення атмосфери призводить до забарвлення лопаті лишайників у білуватий або фіолетовий кольори, їх таломи зморщуються і з часом гинуть.

Найбільш чутливою є реакція лишайників на наявність діоксиду сірки, концентрація якої 0,5 мг/м³ є згубною для всіх видів лишайників. На територіях, з середньою концентрацією SO₂ понад 0,3 мг/м³, лишайники практично відсутні. З поступовим віддаленням від джерела забруднення, коли концентрація діоксиду сірки зменшується від 0,3 до 0,05 мг/м³, спочатку з'являються накипні лишайники, потім листуваті (фісція, леканора, ксанторія). Зменшення концентрації до 0,05 мг/м³ сприяє появі кущистих лишайників (уснея, алекторія, анаптіхія) і деяких листуватих (лобарія, пармелія).

Чутливість лишайників до забруднювачів пояснюється унеможливленням виділяти у навколишнє середовище поглинені токсичні речовини, що й викликає фізіологічні порушення та морфологічні зміни.

На частоту поширення лишайників впливає кислотність субстрату. На корі, що має нейтральну реакцію, лишайники почувають

себе краще, ніж на кислому субстраті. Цим пояснюється залежність видового складу лишайників від породи дерев.

У 1926 р. шведський учений Р. Серкандер опублікував дані своїх ліхенологічних досліджень у Стокгольмі. За кількістю лишайників він поділив місто на три зони: «лишайникова пустеля» (центр міста); «зона пригнічення», де зустрічаються одиничні екземпляри лишайників і «нормальна зона» – передмістя (табл. 15.1).

Таблиця 15.1

Поширеність лишайників у різних районах міста

| Зони лишайників | Район міста | Концентрація діоксиду сірки |
|--|--|---|
| «Лишайникова пустеля» (лишайники практично відсутні). | Центр міста і промислові райони, повітря сильно забруднене | Вище 0,3 мг/м ³ |
| «Зона пригнічення» (флора лишайників бідна – переважно накипні і листоваті види). | Район міста із середнім рівнем забрудненості | 0,05 мг/м ³ -0,3 мг/м ³ |
| «Зона нормальної життєдіяльності» максимальна видова різноманітність; зустрічаються і куцисті лишайники. | Окраїни міста, приміські території, паркові зони | Менше 0,05 мг/м ³ |

Таким чином, методика оцінювання забруднення атмосфери за наявністю та різноманітністю лишайників базуються на таких закономірностях:

1. Чим сильніше забруднене середовище, тим менша кількість та різноманітність лишайників.
2. Чим сильніше забруднене середовище, тим менша площа стовбура дерева вкрита лишайниками.
3. Найбільш чутливими до підвищення рівня забруднення середовища є куцисті лишайники, які зникають першими, потім зникають листоваті, останніми – накипні.

Хіг роботи:

Дайте письмові відповіді на запитання:

1. Поясніть сутність методу ліхеноіндикації.
2. Чим обумовлена виняткова чутливість лишайників до забруднювачів?
3. Які «зони лишайників» можна виділити на міській території в залежності від забруднення повітря?
4. На яких закономірностях ґрунтується методика оцінювання забруднення атмосфери за наявністю та різноманітністю лишайників?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна:

- Моніторинг довкілля : підруч. / В. М. Боголюбов, М. О. Клименко, В. Б. Мокін та ін. ; за ред. В. М. Боголюбова і Т.А.Сафранова. Херсон : Гринь Д.С., 2011. 530 с.
- Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін [та ін.]. Сєверодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. 420 с.,
- Крайнюков О. М. Моніторинг довкілля : навч. посібник. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009. 176 с.
- Моніторинг довкілля : конспект лекцій / укладач Л. Л. Гурець. Суми : Сумський державний університет, 2016. 250 с.
- Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : навч. посібник / В. М. Ісаєнко, Г. В. Лисиченко, Г. В. Дудар та ін. Київ : Книжкове видавництво НАУ, 2009. 316 с.
- Клименко М. О., Прищепя А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля : підруч. Київ : Академія, 2006. 360 с.
- Степова О. В., Рома В. В. Моніторинг поверхневих вод : навч. посібник. Полтава : ПолтНТУ, 2017. 82 с.

Допоміжна:

- Посудін Ю. І. Моніторинг довкілля з основами метрології : підруч. Київ : 2012. 426 с.
- Вознюк Н. М., Копилова О. М. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Охорона і раціональне використання природних ресурсів». Рівне : НУВГП, 2017. 23 с.
- Трушева С.С. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Моніторинг ґрунтів». Рівне : НУВГП, 2018. 26 с.
- Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та організації самостійної роботи з дисципліни «Прикладна гідроекологія» / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва ; уклад.: В. М. Ладженський, Т. В. Дмитренко. Харків : ХНАМГ, 2011. 23 с.
- Методичні вказівки до проведення практичних занять та до виконання самостійної роботи з курсу «Екологічна експертиза» / укл. Л. В. Сіренко. 2012. 26 с.
- Методичні вказівки до виконання практичних робіт та самостійної роботи з курсу «Моніторинг довкілля» / уклад. Радовенчик В. М. Київ : КПІ, 2013. 28 с.
- Екологічна експертиза: навч. посібник / М. І. Федючка, Т. М. Коткова, С. І. Матковська та ін. ; за заг. ред. М. І. Федючки / 2-ге вид., доп. і перероб. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. 144 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Середньорічні концентрації забруднюючих речовин у контрольних створах водних об'єктів регіону за звітний рік (мг/л)

| Місце спостереження за якістю води | Показники складу та властивостей | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|------------------|---------------|----------|---------|----------------|---------|---------------|-----|-------------------|---------|------|-----------|---------|--------|---------|------|------|
| | завислі речовини | БСК ₅ | мінералізація | сульфати | хлориди | амоній солевий | нітрати | нафтопродукти | ХСК | розчинений кисень | фосфати | цинк | марганець | фториди | залізо | нітриди | мідь | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| Державна установа «Київський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» | – | 2,5 | – | 12,53 | 31,4 | 0,53 | 5,3 | – | – | 10,6 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| р. Здвиж ст. № 34 | – | 2,9 | – | 12,27 | 34,4 | 0,5 | 4,43 | – | – | 9,7 | – | – | – | – | – | – | – | 0,29 |
| р. Здвиж ст. № 35 | – | 2,75 | – | 10,67 | 24,3 | 0,58 | 6,53 | – | – | 11,1 | – | – | – | – | – | – | – | 0,26 |
| р. Здвиж ст. № 36 | – | 3,85 | – | 10,67 | 21,6 | 0,46 | 5,13 | – | – | 10,0 | – | – | – | – | – | – | – | 0,24 |
| р. Здвиж ст. № 37 | – | 2,9 | – | 12,27 | 23,1 | 0,36 | 5,6 | – | – | 10,7 | – | – | – | – | – | – | – | 0,28 |
| р. Здвиж ст. № 38 | – | 2,85 | – | 10,93 | 25,0 | 0,43 | 4,83 | – | – | 11,0 | – | – | – | – | – | – | – | 0,28 |
| р. Здвиж ст. № 39 | – | 2,95 | – | 13,07 | 29,8 | 0,44 | 5,3 | – | – | 10,5 | – | – | – | – | – | – | – | 0,26 |
| р. Здвиж ст. № 40 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 0,24 |

Закінчення додатку А

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----|------|-----|-------|-------|------|------|---|------|------|-------|---------|-------|------|------|-------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| р. Тетерів ст. № 41 | – | 3,25 | | 13,87 | 36,0 | 0,44 | 5,57 | | | 9,4 | | | | | 0,27 | 0,05 | |
| р. Тетерів ст. № 42 | – | 3,10 | | 10,67 | 34,9 | 0,44 | 4,97 | | | 9,1 | | | | | 0,21 | 0,05 | |
| р. Тетерів ст. № 43 | – | 3,40 | | 12,53 | 44,5 | 0,47 | 6,7 | | | 9,4 | | | | | 0,29 | 0,04 | |
| р. Тетерів ст. № 44 | – | 3,75 | | 10,13 | 37,4 | 0,39 | 6,8 | | | 9,2 | | | | | 0,28 | 0,05 | |
| р. Тетерів ст. № 45 | – | 3,20 | | 12,27 | 40,6 | 0,41 | 6,23 | | | 8,8 | | | | | 0,25 | 0,05 | |
| р. Тетерів ст. № 46 | – | 3,45 | | 10,93 | 38,5 | 0,44 | 6,67 | | | 9,4 | | | | | 0,27 | 0,04 | |
| р. Рось створ 44 | – | 3,1 | 388 | 20,38 | 37,1 | 0,23 | 4,32 | – | 28 | 8,2 | 0,076 | н/в | 0,013 | 0,24 | 0,23 | 0,063 | 0,0052 |
| р. Рось створ 45 | – | 3,1 | 325 | 32,21 | 40,03 | 0,18 | 4,4 | – | 26,7 | 8,8 | 0,047 | 0,7573 | 0,005 | 0,48 | 0,21 | 0,124 | 0,08008 |
| р. Рось створ 46 | – | 3,0 | 325 | 33,82 | 40,41 | 0,24 | 4,5 | – | 26,9 | 8,8 | 0,047 | 0,08543 | 0,005 | 0,24 | 0,26 | 0,089 | 0,05188 |
| р. Рось створ 47 | – | 3,7 | – | – | – | 0,36 | 3,7 | – | 29,2 | 7,8 | 0,046 | – | – | – | 0,29 | 0,085 | – |
| р. Рось створ 48 | 12 | 2,7 | 412 | 26,32 | 17,37 | 0,27 | 5,8 | – | 9,0 | 10,8 | 0,03 | 0,09443 | 0,005 | 0,48 | 0,23 | 0,142 | 0,04670 |
| р. Рось створ 49 | – | 4,8 | 398 | 16,7 | 69,01 | 0,6 | 4,85 | – | 23,2 | 9,3 | 0,037 | 0,5000 | 0,02 | 0,26 | 0,33 | 0,208 | н/в |
| р. Рось створ 50 | – | 5,1 | 321 | 19,59 | 81,68 | 0,51 | 4,1 | – | 19,3 | 8,5 | 0,02 | 0,1017 | 0,016 | 0,24 | 0,34 | 0,34 | н/в |
| р. Рось створ 51 | – | 4,75 | 410 | 19,04 | 67,6 | 0,67 | 6,2 | – | 36 | 8,8 | 0,04 | 0,1045 | 0,006 | 0,48 | 0,34 | 0,25 | н/в |

ДОДАТОК Б

до Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями

ЕКОЛОГІЧНА КЛАСИФІКАЦІЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД
ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ТА ГІДРОФІЗИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Б.1. Класифікація якості поверхневих вод за мінералізацією та електропровідністю

| Гідрохімічна область | Клас якості вод | I | | II | | III | | IV | | V | |
|--|------------------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|--|---|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| 1. Північне Полісся та Закарпаття | Категорія якості вод | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| | Сума іонів, мг/дм ³ | < 100 | 100–150 | 151–200 | 201–300 | 301–400 | 401–1000 | >1000 | | | |
| 2. Південне й східне Полісся, гірський Крим, Дніпро, Дністер, Південний Буг, Дунай | Питома електропровідність, μS | < 100 | 100–170 | 171–225 | 226–350 | 351–450 | 451–1200 | >1200 | | | |
| | Сума іонів, мг/дм ³ | < 200 | 200–350 | 351–500 | 501–750 | 751–1000 | 1001–1500 | >1500 | | | |
| 3. Північний і західний Лісостеп | Питома електропровідність, μS | < 225 | 225–375 | 376–550 | 551–800 | 801–1200 | 1201–1700 | >1700 | | | |
| | Сума іонів, мг/дм ³ | < 500 | 500–750 | 751–1000 | 1001–1250 | 1251–1500 | 1501–2000 | >2000 | | | |
| 4. Східний Лісостеп і Степ | Питома електропровідність, μS | < 550 | 550–800 | 801–1200 | 1201–1500 | 1501–1750 | 1751–2250 | >2250 | | | |
| | Сума іонів, мг/дм ³ | < 1000 | 1000–1500 | 1501–2000 | 2001–3000 | 3001–4000 | 4001–5000 | >5000 | | | |
| | Питома електропровідність, μS | < 1200 | 1200–1750 | 1751–2250 | 2251–3500 | 3501–4500 | 4501–5500 | >5500 | | | |

Б.2. Класифікація якості поверхневих вод за вмістом сульфатів

| Гідрохімічна область | Клас якості вод | | II | | III | | IV | | V | |
|--|-----------------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-------|--|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| Категорія якості вод | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| 1. Правобережне Поліся | <5 | 5-7 | 8-10 | 11-20 | 21-30 | 31-100 | >100 | | | |
| 2. Західний Лісостеп, східне Поліся, Карпати, гірський Крим, Дніпро, Дунай | <10 | 10-30 | 31-60 | 61-120 | 121-180 | 181-500 | >500 | | | |
| 3. Південний захід Степу й північний схід Лісостепу | <60 | 60-100 | 101-200 | 201-300 | 301-500 | 501-1000 | >1000 | | | |
| 4. Північний схід Степу, Призов'я та Причорномор'я | <200 | 201-500 | 501-1000 | 1001-1250 | 1251-1500 | 1501-2000 | >2000 | | | |

146

Б.3. Класифікація якості поверхневих вод за вмістом хлоридів

| Гідрохімічна область | Клас якості вод | | II | | III | | IV | | V | |
|--|-----------------|---------|---------|------------------------------------|-----------|-----------|-------|--|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | |
| Категорія якості вод | 1 | 2 | 3 | 4 <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> | 5 | 6 | 7 | | | |
| 1. Поліся й Закарпаття | <5 | 5-7 | 8-10 | 11-20 | 21-30 | 31-100 | >100 | | | |
| 2. Лісостеп, північний захід Степу, гірський Крим, Дніпро, Дунай | <10 | 10-25 | 26-50 | 51-100 | 101-150 | 151-300 | >300 | | | |
| 3. Східний Степ, крім центру | <50 | 50-100 | 101-250 | 251-500 | 501-600 | 601-700 | >700 | | | |
| 4. Призов'я, Причорномор'я та центр східного Степу | <250 | 250-400 | 401-600 | 601-1000 | 1001-1500 | 1501-2000 | >2000 | | | |

Б.4. Класифікація якості поверхневих вод за хімічними трофо-сапробіологічними критеріями

| Клас якості вод | II | | III | | IV | | V | |
|---|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Категорія якості вод | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Показники | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Кисневий режим | | | | | | | | |
| Розчинений кисень, мг O ₂ /дм ³ | > 8,0 | 7,6-8,0 | 7,1-7,5 | 6,1-7,0 | 5,1-6,0 | 4,0-5,0 | < 4,0 | |
| % насичення | 96-105 | 91-96 | 81-90 | 71-80 | 61-70 | 40-60 | < 40 | |
| % насичення у гіполімніоні (для водоїм) | > 70 | 70-60 | 59-50 | 49-40 | 39-30 | 29-10 | < 0,10 | |
| Гідрфізичні й загальні гідрохімічні | | | | | | | | |
| Завислі речовини, мг/дм ³ | < 5 | 5-10 | 11-20 | 21-30 | 31-50 | 51-100 | > 100 | |
| Прозорість, м | > 1,50 | 1,00-1,50 | 0,65-0,95 | 0,50-0,60 | 0,35-0,45 | 0,20-0,30 | < 0,20 | |
| pH | 6,9-7,5 | 6,7-6,8 | 6,5-6,6 | 6,3-6,4 | 6,1-6,2 | 5,9-6,0 | < 5,9 | |
| Вміст азоту | | | | | | | | |
| Азот амонійний, мгN/дм ³ | < 0,10 | 0,10-0,20 | 0,21-0,30 | 0,31-0,50 | 0,51-1,00 | 1,01-2,50 | > 2,50 | |
| Азот нітритний, мгN/дм ³ | < 0,002 | 0,002-0,005 | 0,006-0,010 | 0,011-0,020 | 0,021-0,050 | 0,051-0,100 | > 0,100 | |
| Азот нітратний, мгN/дм ³ | < 0,20 | 0,20-0,30 | 0,31-0,50 | 0,51-0,70 | 0,71-1,00 | 1,01-2,50 | > 2,50 | |
| Загальний N, мгN/дм ³ | < 1,0 | 1,1-1,5 | 1,6-2,0 | 2,1-4,0 | 4,1-6,0 | 6,1-10,0 | > 10,0 | |
| Вміст фосфору | | | | | | | | |
| Фосфор фосфатів, мР/дм ³ | < 0,015 | 0,015-0,030 | 0,031-0,050 | 0,051-0,100 | 0,101-0,200 | 0,201-0,300 | > 0,300 | |
| Загальний P, мР/дм ³ | < 0,015 | 0,015-0,030 | 0,031-0,060 | 0,061-0,120 | 0,121-0,200 | 0,201-0,300 | > 0,300 | |

147

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|-------|---------|---------|----------|-----------|-----------|--------|
| Вміст органічних речовин | | | | | | | |
| Загальний С, мгС/дм ³ | < 3,0 | 3,0–5,0 | 5,1–8,0 | 8,1–12,0 | 12,1–20,0 | 21,0–30,0 | > 30,0 |
| Перманганатна окислюваність, мг О ₂ /дм ³ | < 3,0 | 3,0–5,0 | 5,1–8,0 | 8,1–10,0 | 10,1–15,0 | 15,1–20,0 | > 20,0 |
| Біхроматна окислюваність, мг О ₂ /дм ³ | < 9 | 9–15 | 16–25 | 26–30 | 31–40 | 41–60 | > 60 |
| БСК ₅ , мг О ₂ /дм ³ | < 1,0 | 1,0–1,6 | 1,7–2,1 | 2,2–4,0 | 4,1–7,0 | 7,1–12,0 | > 12,0 |

Б.5. Класифікація якості поверхневих вод за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії

| Клас якості вод Категорія якості вод Показники | I | | II | | III | | | IV | V |
|--|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Залізо загальне (основна шкала), мкг/дм ³ ** | < 50 | 50–70 | 76–100 | 101–500 | 501–1000 | 1001–2500 | 2501–5000 | > 5000 | |
| Залізо загальне (для північного Полісся, крім рік Горинь, Стир і Случ), мкг/дм ³ ** | < 200 | 200–600 | 601–1000 | 1001–1500 | 1501–2000 | 2001–4000 | 4001–8000 | > 8000 | |
| Ртуть, мкг/дм ³ | < 0,02 | 0,02–0,05 | 0,06–0,20 | 0,21–0,50 | 0,51–1,00 | 1,01–2,50 | 2,51–5,00 | > 5,00 | |
| Кадмій, мкг/дм ³ | < 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3–0,5 | 0,6–1,5 | 1,6–5,0 | 5,1–10,0 | > 10,0 | |
| Мідь, мкг/дм ³ | < 1 | 1 | 2 | 3–10 | 11–25 | 26–50 | 51–100 | > 100 | |
| Цинк, мкг/дм ³ | < 10 | 10–15 | 16–20 | 21–50 | 51–100 | 101–200 | 201–500 | > 500 | |
| Свинець, мкг/дм ³ | < 2 | 2–5 | 6–10 | 11–20 | 21–50 | 51–100 | 101–200 | > 200 | |
| Хром загальний, мкг/дм ³ | < 2 | 2–3 | 4–5 | 6–10 | 11–25 | 26–50 | 51–100 | > 100 | |
| Нікель, мкг/дм ³ | < 1 | 1–5 | 6–10 | 11–20 | 21–50 | 51–100 | 101–200 | > 200 | |
| Марганець, мкг/дм ³ | < 10 | 10–25 | 26–50 | 51–100 | 101–500 | 501–1250 | 1251–2500 | > 2500 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--|--------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|--------|
| Міш. як., мкг/дм ³ | < 1 | 1–3 | 4–5 | 6–15 | 16–25 | 26–35 | > 35 |
| Фториди, мкг/дм ³ | < 100 | 100–125 | 126–150 | 151–200 | 201–500 | 501–1000 | > 1000 |
| Ціаніди, мкг/дм ³ | 0 | 1–5 | 6–10 | 10–25 | 26–50 | 51–100 | > 100 |
| Нафтопродукти, мкг/дм ³ | < 10 | 10–25 | 26–50 | 51–100 | 101–200 | 201–300 | > 300 |
| Феноли (леткі), мкг/дм ³ | 0 | < 1 | 1 | 2 | 3–5 | 6–20 | > 20 |
| СПАР, мкг/дм ³ | 0 | < 10 | 10–20 | 21–50 | 51–100 | 101–250 | > 250 |
| Коефіцієнт донної акумуляції, накопичення важких металів у донних відкладах (КДА), од. ⁻¹ | < 10 | 10–50 | 51–100 | 101–250 | 251–500 | 501–1000 | > 1000 |
| Накопичення поллютантів у гідробіонтах, од. ⁻¹ | < 10 | 10–50 | 51–100 | 101–500 | 501–1000 | 1001–5000 | > 5000 |
| Індекс забурнення донних відкладів (ІЗД)** | < 0,5 | 0,5–1,0 | 1,1–1,3 | 1,4–1,6 | 1,7–1,8 | 1,9–2,0 | > 2 |
| Кадмій у донних відкладах, мг/кг сухої ваги** | < 0,2 | 0,2–0,3 | 0,4–0,7 | 0,8–1,3 | 1,4–2,0 | 2,1–5,0 | > 5,0 |
| Свинець у донних відкладах, мг/кг сухої ваги** | < 2,5 | 2,5–5 | 6–15 | 16–30 | 31–60 | 61–200 | > 200 |
| Мідь у донних відкладах, мг/кг сухої ваги** | < 10 | 10–15 | 16–25 | 26–50 | 51–75 | 76–100 | > 100 |
| Сумарна бета-активність, 10 ⁻¹² Ки/дм ³ *** | < 4,4 | 4,4–5,5 | 5,6–7,5 | 7,6–10 | 11–150 | 151–270 | > 270 |
| ⁹⁰ Sr, 10 ⁻¹² Ки/дм ³ *** | < 0,62 | 0,62–0,75 | 0,76–0,99 | 1,0–3,0 | 3,1–40 | 41–90 | > 90 |
| ¹³⁷ Cs, 10 ⁻¹² Ки/дм ³ *** | < 0,12 | 0,12–0,25 | 0,26–0,50 | 0,51–5,0 | 5,1–150 | 160–1500 | > 1500 |

* див. табл. Б.1–Б.3.

** попередні, до розробки національних стандартів.

*** 1 кюри (Ки) = 3,7 · 10¹⁰ беккерелів.

ДОДАТОК В

Середньорічні концентрації забруднюючих речовин
у контрольних створах водних об'єктів Київської області (мг/л)

| Місце спостереження за якістю води | Показники складу та властивостей | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-----------------|---------------|----------|---------|--------------|---------|---------------|------|-------------------|---------|-------|-----------|---------|--------|-------|------|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| | завислі речовини | БК ₂ | мінералізація | сульфати | хлориди | амоній солів | нітрати | нафтопродукти | ХСК | розчинений кисень | фосфати | цинк | марганець | фториди | залізо | нітри | мідь | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Міжрегіональний офіс захисних масивів дніпровських водосховищ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ОБРВ (1990 р.)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| р. Уж, 15 км, с. Черевач, техн в/з м. Чорнобиль | 5,8 | 2,4 | 217,3 | 52,8 | 18,6 | 0,36 | 1,77 | 0,05 | 28,9 | 8,8 | 0,08 | 0,005 | 0,09 | | 0,88 | 0,06 | 0,02 | |
| р. Петерів, 10 км, с. Оране, впливворотних та с/г вод м. Іванкова | 7,1 | 4,5 | 275,8 | 72,5 | 35,8 | 0,31 | 5,2 | 0,05 | 27,8 | 9,4 | 0,20 | 0,005 | 0,08 | | 0,65 | 0,07 | 0,02 | |
| р. Стугна, 7,5 км, м. Обухів | 7,0 | 2,5 | 394,3 | 139,0 | 33,8 | 0,26 | 2,95 | 0,05 | 27,2 | 7,2 | 0,42 | 0,005 | 0,06 | | 0,16 | 0,09 | 0,02 | |
| р. Рось, 278 км, с. Кошів, кордон з Вінницькою обл. | 12,8 | 3,9 | 342,8 | 40,4 | 23,8 | 0,30 | 2,4 | 0,05 | 29,0 | 8,4 | 0,24 | 0,005 | 0,08 | | 0,19 | 0,14 | 0,02 | |

150

Закінчення додатку В

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|-----|------|-------|------|--|------|------|-------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| р. Рось, 218 км, с. Глибочиця, питний в/з м. Біла Церква | 7,6 | 3,7 | 349,2 | 38,1 | 29,1 | 0,24 | 1,88 | 0,05 | 25,7 | 7,9 | 0,24 | 0,005 | 0,06 | | 0,12 | 0,15 | 0,02 |
| р. Рось, 118 км, м. Богуслав, питний в/з міста | 7,7 | 3,6 | 434,9 | 56,0 | 40,2 | 0,27 | 4,8 | 0,05 | 26,8 | 8,2 | 0,78 | 0,005 | 0,06 | | 0,13 | 0,20 | 0,02 |
| р. Роставіця, 41 км, с. Строків, кордон Київської і Житомирської обл. | 22,2 | 5,7 | 402,8 | 43,4 | 34,2 | 0,38 | 2,05 | 0,05 | 35,7 | 8,8 | 0,37 | 0,005 | 0,23 | | 0,30 | 0,12 | 0,02 |
| р. Прип'ять, 60 км, с. Довляди, кордон з Білоруссю | 4,7 | 3,3 | 283,7 | 69,0 | 27,6 | 0,36 | 3,07 | 0,05 | 35,8 | 7,3 | 0,07 | 0,005 | 0,10 | | 0,93 | 0,05 | 0,02 |
| р. Прип'ять, 26 км, м. Чорнобиль | 11,6 | 3,2 | 262,7 | 68,6 | 27,7 | 0,37 | 3,27 | 0,05 | 33,3 | 8,2 | 0,08 | 0,07 | 0,10 | | 0,97 | 0,04 | 0,02 |
| р. Кізка, 5 км, с. Демидів, впливворотних вод «Агромарс» | 26,4 | 18,1 | 383,5 | 125,4 | 61,4 | 19,24 | 8,14 | 0,05 | 101,3 | 4,8 | 7,73 | 0,005 | 0,64 | | 3,61 | 0,65 | 0,026 |
| р. Ірпінь, 28 км, смт. Гостомель, вплив вод р. Буча | 8,2 | 4,5 | 415,3 | 101,2 | 54,5 | 0,62 | 7,75 | 0,05 | 35,9 | 9,2 | 0,34 | 0,005 | 0,09 | | 0,45 | 0,20 | 0,026 |
| р. Ірпінь, 0,1 км, с. Козаровичі, гірло | 7,9 | 6,1 | 417,4 | 99,8 | 48,3 | 0,94 | 5,98 | 0,05 | 46,7 | 8,2 | 1,56 | 0,005 | 0,13 | | 0,43 | 0,18 | 0,02 |

151

ДОДАТОК Д

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

-
1. Біотичний моніторинг – це:
 - а) спостереження за станом і реакцією біотичної складової біосфери на антропогенні дії;
 - б) спостереження за реакцією абіотичної складової біосфери на антропогенні дії;
 - в) спостереження за відхиленнями біоти від нормального природного стану на різних рівнях;
 - г) спостереження за станом абіотичної складової біосфери.

 2. Види обстеження забруднення атмосфери:
 - а) епізодичне, регіональне, глобальне;
 - б) локальне, комплексне, оперативне;
 - в) епізодичне, комплексне, оперативне;
 - г) немає правильної відповіді.

 3. Відсутність білків, що не розклалися, невелика кількість H_2S і CO_2 , помітна кількість O_2 , наявність у воді амінокислот характеризують:
 - а) полісапробні водойми;
 - б) α -мезосапробні водойми;
 - в) β -мезосапробні водойми;
 - г) олігосапробні водойми.

 4. Відсутність вільного (розчиненого) кисню, наявність у воді білків, що не розклалися, значних кількостей H_2S і CO_2 , відновлювальний характер біохімічних процесів, невелика кількість біологічних видів характеризують:
 - а) полісапробні водойми;
 - б) α -мезосапробні водойми;
 - в) β -мезосапробні водойми;
 - г) олігосапробні водойми.

 5. Відсутність H_2S і CO_2 , кількість O_2 близька до величини нормального насичення, розчинених органічних речовин практично немає – ознаки, що характеризують:
 - а) полісапробні водойми;
 - б) α -мезосапробні водойми;
 - в) β -мезосапробні водойми;
 - г) олігосапробні водойми.

 6. Гідрологічні спостереження включають:
 - а) витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$), швидкість течії за опорних вимірів, витрати на водотоках і рівень води на водоймищах;
 - б) глибину і ширину водотоку;
 - в) візуальні спостереження, температуру, концентрацію завислих речовин, рН; ХСК; БСК₅; концентрації речовин-забруднювачів;
 - г) біологічне різноманіття гідробіонтів, титри мікроорганізмів.

-
7. Гідрометричні спостереження включають:
 - а) витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$), швидкість течії за опорних вимірів, витрати на водотоках і рівень води на водоймищах;
 - б) глибину і ширину водотоку;
 - в) візуальні спостереження, температуру, концентрацію завислих речовин, рН; ХСК; БСК₅; концентрації речовин-забруднювачів;
 - г) біологічне різноманіття гідробіонтів, титр мікроорганізмів.

 8. Гідрохімічні спостереження включають:
 - а) витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$), швидкість течії за опорних вимірів, витрати на водотоках і рівень води на водоймищах;
 - б) глибину і ширину водотоку;
 - в) візуальні спостереження, температуру, концентрацію завислих речовин, рН; ХСК; БСК₅; концентрації речовин-забруднювачів;
 - г) біологічне різноманіття гідробіонтів, титр мікроорганізмів.

 9. Для достовірної діагностики стану ґрунтів необхідна комплексна інформація:
 - а) про зміни структури землекористування, сівозміни і тип господарства (інтенсивне, екстенсивне, біодинамічне тощо);
 - б) про зміни структури ґрунтового покриву, трансформацію земельних угідь, основні показники (рН, вміст гумусу, забрудненість, біологічна активність тощо);
 - в) про зміни структури і забруднення ґрунтів, земельних угідь, природоохоронних територій тощо;
 - г) про ґрунтово-кліматичні, господарсько-економічні особливості агроєкосистеми, якісний і кількісний стан всіх складових її компонентів (ґрунтів, рослин, води, атмосфери).

 10. До високонебезпечних речовин, які забруднюють атмосферне повітря, відносять:
 - а) бенз(а)пирен, свинець, сполуки ртуті і хрому, гексахлоран, ціановодні, пентаоксид ванадію, ДДТ, озон тощо;
 - б) сірчана кислота, сірководень, кофеїн, феноли, діоксид азоту, бензол, хлор, оксиди марганцю тощо;
 - в) діоксид сірки, тютюн, бутиловий спирт, пил, сажа тощо;
 - г) оксид вуглецю, етиловий спирт, аміак, нафталін, ацетон, діоксид сірки, тютюн, бутиловий спирт, скипидар тощо.

 11. До глобальних екологічних проблем належать:
 - а) втрата біологічної різноманітності, зміна клімату, забруднення біосфери, «озонові діри»;
 - б) «гарячі плями» на поверхні Землі, опустелювання в Азії, Африці та Європі;
 - в) зниження рН Світового океану, зміни клімату і забруднення поверхневих вод;
 - г) бідність і тероризм.

-
12. До групи біологічних факторів забруднень відносять:
- а) мікроорганізми, гриби, біогенні речовини;
 - б) макроорганізми та продукти їх життєдіяльності;
 - в) відходи комунального господарства та агропромислового комплексу;
 - г) мікроорганізми (віруси, бактерії) та продукти їх життєдіяльності.
-
13. До надзвичайно небезпечних речовин, які забруднюють атмосферне повітря відносять:
- а) бенз(а)пирен, свинець, сполуки ртуті і хрому, гексахлоран, ціановодні, пентаоксид ванадію, ДДТ, озон тощо;
 - б) сірчана кислота, сірководень, кофеїн, феноли, діоксид азоту, бензол, хлор, оксиди марганцю тощо;
 - в) діоксид сірки, тютюн, бутіловий спирт, пил, сажа тощо;
 - г) оксид вуглецю, етиловий спирт, аміак, нафталін, ацетон, скипидар тощо.
-
14. До основних речовин, які забруднюють атмосферне повітря, в Україні відносять:
- а) пил, CO, SO₂, NO₂, формальдегід, бенз(а)пирен, свинець;
 - б) пил, CO, SO₂, NO₂, радіонукліди, ртуть;
 - в) оксиди вуглецю, сірки, азоту та важкі метали;
 - г) пил, CO, CO₂, SO₂, NO₂, феноли, радіонукліди.
-
15. Добова програма спостережень за атмосферним повітрям включає:
- а) отримання інформації про середньодобову концентрацію шляхом безперервного відбору проб;
 - б) отримання інформації про разові концентрації щогодини протягом доби;
 - в) отримання інформації про середньодобову концентрацію шляхом відбору проб через кожні 2 години;
 - г) отримання інформації про середньодобову концентрацію шляхом відбору проб через кожні 4 години.
-
16. Другий створ пункту спостереження за станом поверхневих вод рекомендують розміщувати:
- а) на відстані 0,5 км нижче за течією від місця скиду стічних вод або 0,5–1,0 км нижче останнього колектора;
 - б) на відстані 1 км вище джерела забруднення;
 - в) на відстані 1,5 км вище джерела забруднення;
 - г) у місці достатнього змішування стічних вод із водами річки.
-
17. З якою періодичністю проводять моніторингові спостереження за об'язковою програмою на водотоках з довгим паводком (більше місяця)?
- а) 7–8 разів на рік;
 - б) 5–6 разів на рік;
 - в) 3–4 рази на рік;
 - г) 4–11 разів на рік.

-
18. З якою періодичністю проводять моніторингові спостереження за об'язковою програмою на водотоках зі стійкою літньою межею та слабо вираженим осіннім підйомом води?
- а) 7–8 разів на рік;
 - б) 5–6 разів на рік;
 - в) 3–4 рази на рік;
 - г) 4–11 разів на рік.
-
19. З якою періодичністю проводять моніторингові спостереження за об'язковою програмою на тимчасових водотоках?
- а) 7–8 разів на рік;
 - б) 5–6 разів на рік;
 - в) 3–4 рази на рік;
 - г) 4–11 разів на рік.
-
20. З якою періодичністю проводять моніторингові спостереження за об'язковою програмою на водотоках у гірських районах?
- а) 7–8 разів на рік;
 - б) 5–6 разів на рік;
 - в) 3–4 рази на рік;
 - г) 4–11 разів на рік.
-
21. За глибини більше 10 м на водотоках та більше 20 м на водоймах встановлюють:
- а) один горизонт біля поверхні води (влітку на 0,2–0,3 м від поверхні, взимку біля нижньої поверхні льоду);
 - б) два горизонти: біля поверхні і біля дна (0,5 м від дна);
 - в) три горизонти: біля поверхні, посередині та біля дна;
 - г) наступні горизонти: біля поверхні, на глибинах 10, 20, 50, 100 м та біля дна.
-
22. За глибини більше 100 м встановлюють:
- а) один горизонт біля поверхні води (влітку на 0,2–0,3 м від поверхні, взимку біля нижньої поверхні льоду);
 - б) два горизонти: біля поверхні і біля дна (на відстані 0,5 м від дна);
 - в) три горизонти: біля поверхні, посередині та біля дна;
 - г) наступні горизонти: біля поверхні, на глибинах 10, 20, 50, 100 м та біля дна.
-
23. За глибини від 5 до 10 м встановлюють:
- а) один горизонт біля поверхні води (влітку на 0,2–0,3 м від поверхні, взимку біля нижньої поверхні льоду);
 - б) два горизонти: біля поверхні і біля дна (0,5 м від дна);
 - в) три горизонти: біля поверхні, посередині та біля дна;
 - г) наступні горизонти: біля поверхні, на глибинах 10, 20, 50, 100 м та біля дна.
-
24. За глибини до 5 м встановлюють:
- а) один горизонт біля поверхні води (влітку на 0,2–0,3 м від поверхні, взимку біля нижньої поверхні льоду);
 - б) два горизонти: біля поверхні і біля дна (0,5 м від дна);
 - в) три горизонти: біля поверхні, посередині та біля дна;
 - г) наступні горизонти: біля поверхні, на глибинах 10, 20, 50, 100 м та біля дна.

-
25. За скороченою програмою 1 спостереження за якістю вод виконують:
- а) гідрологічні спостереження: витрати води на водотоках або рівень води на водоймищах та деякі гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, питома електропровідність;
 - б) гідрологічні спостереження: витрати води на водотоках або рівень води на водоймищах та деякі гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, концентрація завислих речовин, водневий показник, ХСК, БСК5, концентрація забруднювачів в даному пункті спостережень;
 - в) гідрологічні спостереження: витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$), швидкість течії під час опорних вимірів, витрати на водотоках або рівень води на водоймищах;
 - г) гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, концентрація завислих речовин, рН, ХСК, БСК5, концентрація забруднювачів у даному пункті спостережень.
-
26. За скороченою програмою 2 спостереження за якістю вод виконують:
- а) гідрологічні спостереження: витрати води на водотоках або рівень води на водоймищах та деякі гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, питома електропровідність;
 - б) гідрологічні спостереження: витрати води на водотоках або рівень води на водоймищах та деякі гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, концентрація завислих речовин, водневий показник, ХСК, БСК5, концентрація забруднювачів в даному пункті спостережень;
 - в) гідрологічні спостереження: витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$), швидкість течії під час опорних вимірів, витрати на водотоках або рівень води на водоймищах;
 - г) гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, концентрація завислих речовин, рН, ХСК, БСК5, концентрація забруднювачів у даному пункті спостережень.
-
27. За скороченою програмою 3 спостереження за якістю вод виконують:
- а) гідрологічні спостереження: витрати води на водотоках або рівень води на водоймищах та деякі гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, питома електропровідність;
 - б) гідрологічні спостереження: витрати води на водотоках або рівень води на водоймищах та деякі гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, концентрація завислих речовин, водневий показник, ХСК, БСК5, концентрація забруднювачів в даному пункті спостережень;
 - в) гідрологічні спостереження: витрати води ($\text{м}^3/\text{с}$), швидкість течії під час опорних вимірів, витрати на водотоках або рівень води на водоймищах;
 - г) гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, концентрація завислих речовин, рН, ХСК, БСК5, концентрація забруднювачів у даному пункті спостережень.

-
28. За якими показниками визначається санітарний стан води в межах населених пунктів?
- а) рівень безповоротного водокористування;
 - б) концентрація іонів амонію, нітритів, нітрагів, фосфатів;
 - в) концентрація завислих речовин;
 - г) бактеріальне число, колі-індекс, колі-титр.
-
29. За якими показниками визначається санітарний стан ґрунтів в межах населених пунктів?
- а) розораність, лісисисть;
 - б) еродованість;
 - в) урбанізація, ступінь природного вигляду;
 - г) хімічне і бактеріологічне забруднення.
-
30. Забруднення природних вод – це:
- а) процес зміни їх фізичних, хімічних і біологічних властивостей, що може шкідливо впливати на людину та інші живі організми, а також обмежувати можливість цільового використання води;
 - б) процес зміни їх властивостей, що може шкідливо впливати на людину і обмежувати можливості цільового використання води;
 - в) поява у воді фізичних, хімічних і біологічних інгредієнтів, що обмежують можливість цільового використання води;
 - г) процес зміни структури води під дією фізичних і хімічних речовин.
-
31. Зона геологічного середовища, в якій деградація земель складає менше 5% території, класифікується за рівнем природно-антропогенних порушень як:
- а) зона екологічної норми;
 - б) зона екологічного ризику;
 - в) зона екологічної кризи;
 - г) зона екологічного лиха.
-
32. Мережа пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря включає:
- а) стаціонарні і пересувні пости спостережень;
 - б) стаціонарні і підфакельні пости спостережень;
 - в) підфакельні і пересувні пости спостережень;
 - г) маршрутні і підфакельні пости спостережень.
-
33. Моніторинг довкілля включає:
- а) спостереження, оцінювання і прогноз стану навколишнього середовища;
 - б) спостереження, контроль і управління станом навколишнього середовища;
 - в) контроль, аналіз, прогноз і управління станом навколишнього середовища;
 - г) контроль і управління якістю навколишнього середовища.

-
34. На 50–100 тис. жителів кількість постів спостережень за атмосферним повітрям повинна бути не менше:
- а) 2;
 - б) 3;
 - в) 4;
 - г) 2–3.
-
35. Назвіть рівень інтенсивності загальноєвропейського моніторингу лісів, завданням якого є отримати інформацію про просторові і часові зміни стану лісів в окремих країнах і в цілому в Європі:
- а) широкомасштабний моніторинг;
 - б) інтенсивний моніторинг;
 - в) спеціальний аналіз лісових екосистем;
 - г) об'єктний аналіз лісових екосистем.
-
36. Найбільш універсальним підходом до формування систем моніторингу є:
- а) формування регіональної мережі спостережень за об'єктами довкілля;
 - б) одночасне вирішення всіх задач, які виникають під час організації управління якістю довкілля;
 - в) формування національної мережі спостережень за об'єктами довкілля;
 - г) організація глобальної системи моніторингу.
-
37. Наявність аміаку і продуктів його окислювання – азотної й азотистої кислот; амінокислот немає, сірководень – в незначних кількостях, багато кисню у воді, повне окислювання органічної речовини – ознаки, що характеризують:
- а) полісапробні водойми;
 - б) α -мезосапробні водойми;
 - в) β -мезосапробні водойми;
 - г) олігосапробні водойми.
-
38. Неповна програма спостережень за атмосферним повітрям включає:
- а) отримання інформації про разові концентрації щоденно о 7, 13, 19 годині місцевого часу;
 - б) отримання інформації про середньодобові концентрації щоденно о 7, 13, 19 годині місцевого часу;
 - в) отримання інформації про разові концентрації щоденно о 6, 12, 18 годині місцевого часу;
 - г) отримання інформації про разові концентрації щоденно о 8, 14, 20 годині місцевого часу.
-
39. Норми якості води повинні виконуватись в межах всієї ділянки водотоку, починаючи з контрольного створу, який розташований не далі 500 метрів нижче за течією від місця надходження домішок:
- а) для водотоків комунально-побутового та господарсько-питного водокористування;
 - б) для водойм комунально-побутового та господарсько-питного водокористування;
 - в) для водотоків рибогосподарського водокористування;
 - г) для водойм рибогосподарського призначення.

-
40. Норми якості води повинні виконуватись в межах на всій ділянці, починаючи з контрольного пункту, який розташований в радіусі не більше 500 метрів від місця надходження домішки:
- а) для водотоків комунально-побутового та господарсько-питного водокористування;
 - б) для водойм комунально-побутового та господарсько-питного водокористування;
 - в) для водотоків рибогосподарського водокористування;
 - г) для водойм рибогосподарського призначення.
-
41. Норми якості води повинні виконуватись на акваторії в радіусі не менше одного кілометра від пункту водокористування:
- а) для водотоків комунально-побутового та господарсько-питного водокористування;
 - б) для водойм комунально-побутового та господарсько-питного водокористування;
 - в) для водотоків рибогосподарського водокористування;
 - г) для водойм рибогосподарського призначення.
-
42. Норми якості води повинні виконуватись на ділянках від пункту водокористування до контрольного створу, який розташований на відстані не менше одного кілометра вище за течією від цього пункту:
- а) для водотоків комунально-побутового та господарсько-питного водокористування;
 - б) для водойм комунально-побутового та господарсько-питного водокористування;
 - в) для водотоків рибогосподарського водокористування;
 - г) для водойм рибогосподарського призначення.
-
43. Організація спостережень за станом біотичної складової біосфери передбачає контроль:
- а) за локальними джерелами та факторами впливу;
 - б) за реакцією біоти – відгуками та наслідками;
 - в) за впливом стану довкілля на захворюваність населення;
 - г) за реакцією глобальних систем (погода і клімат).
-
44. Основна маса речовин, які забруднюють атмосферне повітря припадає:
- а) на викиди автотранспорту;
 - б) на викиди АЕС, ТЕС і ТЕЦ;
 - в) на продукти згоряння органічного палива;
 - г) на викиди транспорту і промислових підприємств.
-
45. Основними методами відбору проб повітря є:
- а) респіраторно-аспіраційний;
 - б) аспіраційний, з заповненням судин обмеженої ємкості;
 - в) аспіраційний, з заповненням судин змінної ємкості;
 - г) всі відповіді правильні.

-
46. Перший створ пункту спостереження за станом поверхневих вод рекомендують розміщувати:
- а) на відстані 0,5 км нижче за течією від місця скиду стічних вод або 0,5–1,0 км нижче останнього колектора;
 - б) на відстані 1 км вище джерела забруднення;
 - в) на відстані 1,5 км вище джерела забруднення;
 - г) у місці достатнього змішування стічних вод із водами річки.
-
47. Під вертикаллю створу розуміють:
- а) умовну відвисну лінію від поверхні води до дна водойми або водотоку, на якій виконують роботи для одержання даних про якість води;
 - б) вертикальну лінію на середині поперечного перерізу водоймища або водотоку, в якому проводять відбір проб води;
 - в) місце на відстані 2 м від берегової лінії водойми або водотоку і 0,3–0,5 м нижче поверхні води;
 - г) умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про якість води.
-
48. Під горизонтом створу розуміють:
- а) місце на вертикалі (в глибину), в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про якість води;
 - б) місце на відстані 2 м від берегової лінії водойми або водотоку і 0,3–0,5 м нижче поверхні води;
 - в) умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про якість води;
 - г) місце на водоймі або водотоці, де систематично проводять комплекс робіт для одержання необхідних даних про якість води.
-
49. Під пунктом спостереження за станом поверхневих вод розуміють:
- а) умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про якість води;
 - б) місце на водоймі або водотоці, де систематично проводиться комплекс робіт для одержання необхідних даних про якість води;
 - в) вертикальну лінію на середині поперечного перерізу водоймища або водотоку, в якому проводять відбір проб води;
 - г) місце на відстані 2 м від берегової лінії водойми або водотоку і 0,3–0,5 м нижче поверхні води.
-
50. Під створом пункту спостереження розуміють:
- а) умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, в якому проводять комплекс робіт для одержання даних про якість води;
 - б) місце на водоймі або водотоці, де систематично проводять комплекс робіт для одержання необхідних даних про якість води;
 - в) вертикальну лінію на середині поперечного перерізу водоймища або водотоку, в якому проводять відбір проб води;
 - г) місце на відстані 2 м від берегової лінії водойми або водотоку і 0,3–0,5 м нижче поверхні води.

-
51. Під час здійснення обов'язкової програми спостереження за якістю вод виконують:
- а) гідрологічні і гідрохімічні спостереження в повному обсязі;
 - б) гідрологічні спостереження: витрати води на водотоках або рівень води на водоймищах та деякі гідрохімічні спостереження: візуальні, температура, питома електропровідність;
 - в) гідрологічні спостереження: витрати води (м³/с), швидкість течії під час опорних вимірів, витрати на водотоках або рівень води на водоймищах;
 - г) гідрохімічні спостереження: візуальні спостереження, температура, концентрація завислих речовин, рН; ХСК; БСК; концентрація речовин, що забруднюють воду в даному пункті спостережень.
-
52. Під час організації системи моніторингу навколишнього середовища інтегральними показниками вважають:
- а) інтенсивність фіто- і хемопроцесів;
 - б) відношення первинної продуктивності до загальної біомаси;
 - в) інтенсивність кругообігу біогенних речовин та швидкість біологічної продукції;
 - г) інтенсивність процесів фотосинтезу та гомеостаз.
-
53. Під час спостереження за якістю води встановлюють не менше:
- а) одного створу;
 - б) двох створів;
 - в) трьох створів;
 - г) чотирьох створів.
-
54. Повна програма спостережень за атмосферним повітрям включає:
- а) отримання інформації про разові і середньодобові концентрації щодня через рівні інтервали часу не менше 4 разів під час обов'язкового відбору о 1, 7, 13, 19 годині;
 - б) отримання інформації про концентрації забруднювачів щодня під час обов'язкового відбору о 1, 8, 14, 20 годині;
 - в) отримання інформації про разові концентрації забруднювачів щодня через рівні інтервали часу не менше 4 разів під час обов'язкового відбору о 6, 12, 18, 20 годині;
 - г) отримання інформації про середньодобові концентрації щодня через рівні інтервали часу не менше 4 разів.
-
55. Постійними пунктами ґрунтового моніторингу вибрано:
- а) природні об'єкти, еталонні об'єкти високого рівня сільськогосподарського використання ґрунтів;
 - б) сільськогосподарські території обладнані спеціальними контрольними приладами;
 - в) землі природоохоронного призначення;
 - г) техногенно порушені ландшафти.

-
56. Постом спостереження за атмосферним повітрям є:
- а) вибране місце, на якому розміщують павільйон або автомобіль, обладнаний відповідними приладами;
 - б) спеціально обладнана точка місцевості;
 - в) обладнаний відповідними приладами та комунікаційними лініями павільйон;
 - г) спеціальна лабораторія у вигляді стаціонарного павільйону або автомобіля.
-
57. При інтенсивності ерозії середнього ступеню втрати ґрунту за рік складають:
- а) менше 6 т/га;
 - б) 6–12 т/га;
 - в) 12–24 т/га;
 - г) 24–60 т/га.
-
58. При якому ступені забруднення ґрунту нафтопродуктами починається їх міграція у підґрунтові води та істотно порушується екологічна рівновага в ґрунтовому біоценозі?
- а) слабе забруднення;
 - б) середнє забруднення;
 - в) сильне забруднення;
 - г) дуже сильне забруднення.
-
59. Причиною ацидифікації є:
- а) органічні і мінеральні токсичні забруднення;
 - б) мінеральні речовини, які стимулюють ріст водоростей, переважно сполуки фосфору (P) та азоту (N);
 - в) кислотні дощі;
 - г) радіоактивні елементи.
-
60. Причиною евтрофікації є:
- а) органічні нетоксичні забруднення;
 - б) органічні і мінеральні токсичні забруднення;
 - в) мінеральні речовини, які стимулюють ріст водоростей, переважно сполуки фосфору (P) та азоту (N);
 - г) кислотні дощі.
-
61. Причиною нуклідизації є:
- а) органічні і мінеральні токсичні забруднення;
 - б) мінеральні речовини, які стимулюють ріст водоростей, переважно сполуки фосфору (P) та азоту (N);
 - в) кислотні дощі;
 - г) радіоактивні елементи.
-
62. Програма фонового екологічного моніторингу на базі біосферних заповідників включає розділи:
- а) моніторинг антропогенного впливу, в першу чергу агротехнічного;
 - б) моніторинг забруднень і відгуків біоти, спостереження за зміною характеристик еталонних природних екосистем та їх антропогенних модифікацій;

- в) моніторинг змін факторів антропогенного впливу;
- г) моніторинг фонових рівнів будь-яких природних екосистем та їх антропогенних модифікацій.

-
63. Програма фонового екологічного моніторингу на базі біосферних заповідників НЕ включає:
- а) моніторинг антропогенного впливу, в першу чергу, на фонових рівнях забруднення;
 - б) моніторинг агротехнічних впливів, спостереження за зміною характеристик агроекосистем;
 - в) моніторинг змін природного середовища та інших факторів антропогенного впливу;
 - г) моніторинг фонових рівнів забруднення еталонних екосистем та їх антропогенних модифікацій.
-
64. Пункти спостережень другої категорії розміщують:
- а) на водотоках і водоймищах, що мають особливо важливе господарське значення, коли можливі випадки перевищення значень певних показників якості води;
 - б) на водних об'єктах, які знаходяться в районах промислових міст, селищ із централізованим водопостачанням, у місцях відпочинку населення, в місцях скиду колекторно-дренажних вод із сільськогосподарських полів, граничних створах річок, кінцевих створах річок;
 - в) на водних об'єктах, що характеризуються помірним або слабким навантаженням (у районах невеликих населених пунктів та промислових підприємств);
 - г) на незабруднених водних об'єктах (фонових ділянках).
-
65. Пункти спостережень за якістю морських і океанічних вод 3-ї категорії розташовують:
- а) у прибережних районах важливого господарського значення: зони проживання і відпочинку населення, порти, місця нересту цінних промислових риб, місця скидання стічних вод, гирла великих рік тощо;
 - б) у місцях, де надходження ЗР відбувається за рахунок міграційних процесів, для дослідження сезонної і річної мінливості рівня забруднення морських вод;
 - в) у найбільш чистих районах відкритого моря для дослідження річної динаміки забруднення морських вод;
 - г) немає правильної відповіді.
-
66. Пункти спостережень першої категорії розміщують:
- а) на водотоках і водоймищах, що мають особливо важливе господарське значення, коли можливі випадки перевищення значень певних показників якості води;

- в) ґрунтовий покрив водозабору різноманітний за ступенем засоленості хлоридами, сульфатами;
г) формування фаз водності відбувається одночасно на всьому водозаборі.
-
91. Яка з умов недопустима при визначенні хімічного складу місцевого стоку малих річок?
а) поверхня водозабору неоднорідна за рельєфом, має суттєві перепади висоти;
б) басейн водотоку складений з порід одного літологічного складу і не має суттєвого притоку підземних вод, сформованих за межами даного водозабору;
в) ґрунтовий покрив водозабору одноманітний за ступенем засоленості хлоридами, сульфатами;
г) формування фаз водності відбувається одночасно на всьому водозаборі.
-
92. Яка з умов недопустима при визначенні хімічного складу місцевого стоку малих річок?
а) поверхня водозабору однорідна за рельєфом з малими перепадами висоти;
б) басейн водотоку складений з порід одного літологічного складу і не має суттєвого притоку підземних вод, сформованих за межами даного водозабору;
в) ґрунтовий покрив водозабору одноманітний за ступенем засоленості хлоридами, сульфатами;
г) формування фаз водності відбувається не одночасно на всьому водозаборі.
-
93. Який вид моніторингу передбачає оптимальні за кількістю параметрів спостереження на пунктах інформаційно-технологічної мережі, за результатами яких оцінюють і прогнозують стан довкілля?
а) загальний (стандартний) моніторинг; в) фоновий моніторинг;
б) оперативний моніторинг; г) кризовий моніторинг.
-
94. Який з принципів соціо-екологічного моніторингу передбачає одночасний контроль за всіма групами показників, які відображають найбільш суттєві особливості варіативності екосистем?
а) комплексність; в) системність досліджень;
б) безперервність; г) достовірність досліджень.
-
95. Який з принципів соціо-екологічного моніторингу передбачає одночасне і послідовне дослідження всіх компонентів екосистеми: повітря-вода-ґрунт-рослина-тварина-людина?
а) комплексність; в) системність досліджень;
б) безперервність; г) достовірність досліджень.

-
96. Який з принципів соціо-екологічного моніторингу передбачає періодичність спостережень кожного соціально-екологічного показника з урахуванням можливих темпів і інтенсивності його змін?
а) комплексність; в) системність досліджень;
б) безперервність; г) достовірність досліджень.
-
97. Який з принципів соціо-екологічного моніторингу передбачає точність просторового варіювання і супроводжується оцінюванням достовірності відмінностей?
а) комплексність; в) системність досліджень;
б) безперервність; г) достовірність досліджень.
-
98. Який нормативний показник встановлює максимальний вміст забруднювача у повітрі, що при цілодобовому вдиханні не виявляє прямого чи опосередкованого шкідливого впливу на людину?
а) ГДК максимальна разова; в) ГДК робочої зони;
б) ГДК середньодобова; г) орієнтовно безпечний рівень впливу (ОБРВ).
-
99. Який нормативний показник встановлює максимальний вміст забруднювача у повітрі, що за 20–30 хвилин вдихання не викликає рефлекторних реакцій людини (відчуття запаху, світлочутливість) або змін біоелектричної активності головного мозку?
а) ГДК максимальна разова; в) ГДК робочої зони;
б) ГДК середньодобова; г) орієнтовно безпечний рівень впливу (ОБРВ).
-
100. Який нормативний показник встановлює максимальний вміст інгредієнта, що не повинен викликати захворювань у працівників або призводити до погіршення стану здоров'я у віддалені терміни при щоденному вдиханні протягом 8 годин (але не більше 41 години на тиждень)?
а) ГДК максимальна разова; в) ГДК робочої зони;
б) ГДК середньодобова; г) орієнтовно безпечний рівень впливу (ОБРВ).
-
101. Який принцип організації агроекологічного моніторингу вимагає одночасного спостереження за основними групами показників, що характеризують коротко- і довготермінові зміни агрокосистем?
а) комплексність; в) системність;
б) неперервність; г) достовірність.
-
102. Який принцип організації агроекологічного моніторингу передбачає періодичність спостережень за кожним показником з урахуванням можливих темпів та інтенсивності їхніх змін?
а) комплексність; в) системність;
б) неперервність; г) достовірність.

Навчальне видання

АНАНЬЄВА Таміла Володимирівна

МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ

ПРАКТИКУМ

Дизайн обкладинки В. Савельєва
Технічне редагування Т. Шутова
Верстка Ю. Семенченко



Підписано до друку 00.00.2021 р.
Формат 60×84/16. Папір офсетний.
Цифровий друк. Гарнітура Times.
Ум. друк. арк. 10,00.
Наклад 300. Замовлення № 1221-437.

Видавництво та друк: ОЛДІ-ПЛЮС
вул. Паровозна, 46а, м. Херсон, 73034
Свідоцтво ДК № 6532 від 13.12.2018 р.

Тел.: +38 (0552) 399-580, +38 (098) 559-45-45,
+38 (095) 559-45-45, +38 (093) 559-45-45
Для листування: а/с 20, м. Херсон, Україна, 73021
E-mail: office@oldiplus.ua

