

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
(НУБіП України)**

Кафедра загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності

РОБОЧИЙ ЗОШИТ
для проведення практичних робіт з дисципліни
МОНІТОРИНГ ДОВКІЛЛЯ
для студентів денної форми навчання ОС Бакалавр за спеціальністю
«101 Екологія»

Київ – 2021

Наведено практичні завдання для вивчення дисципліни «Моніторинг довкілля», зокрема, структури і завдань Державної системи моніторингу довкілля України та систем моніторингу в країнах Європейського союзу. Розглянуто особливості проведення моніторингу атмосферного повітря, поверхневих та підземних вод, морів та океанів, геологічного середовища та ґрунтів.

Окремо розглянуто методи проведення особливих видів моніторингу, а саме: фоновий, моніторинг лісових екосистем, біотичний, кліматичний та громадський моніторинг. Акцентовану увагу на методи аналізу результатів моніторингових спостережень, підходи до екологічного картографування та прогнозування стану довкілля.

Схвалено вченою радою факультету захисту рослин, біотехнологій та екології Національного університету біоресурсів і природокористування України, протокол № 3 від 22.10.2021 р.

Автори розробки:

Старший викладач кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності, кандидат сільськогосподарських наук, А.В. Сальнікова

Професор кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності, доктор педагогічних наук, професор В.М. Боголюбов.

Рецензенти:

Доцент кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності, кандидат сільськогосподарських наук О.О. Ракоїд;

Доцент кафедри агросфери та екологічного контролю, кандидат сільськогосподарських наук, доцент О. І. Наумовська.

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	4
1. Практична робота 1. Основні поняття та визначення системи моніторингу довкілля.....	5
2. Практична робота 2. Аналіз державної системи моніторингу довкілля України.....	9
3. Практична робота 3. Аналіз Європейської системи моніторингу на прикладі Директиви ЄС щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень.....	13
4. Практична робота 4. Аналіз нормативно-правової бази моніторингу довкілля в Україні та за кордоном	16
5. Практична робота 5. Організація моніторингових спостережень за станом атмосферного повітря на місцевому і регіональному рівнях	18
6. Практична робота 6. Організація моніторингу поверхневих вод в басейні річки.....	25
7. Практична робота 7. Категорії постів та програми моніторингу морів та океанів.....	35
8. Практична робота 8. Особливості організації геологічного моніторингу у місцях видобутку корисних копалин	41
9. Практична робота 9. Основні підходи до моніторингу вмісту забруднюючих речовин у ґрунті.....	46
10. Практична робота 10. Організація та функціонування громадського моніторингу на прикладі системи моніторингу атмосферного повітря в Україні.....	51
11. Практична робота 11. Моніторингові дослідження лісової екосистеми на прикладі моніторингової ділянки на території Голосіївського парку.....	55
12. Практична робота 12. Особливості проведення біотичного моніторингу (методи біоіндикації та біотестування).....	61
13. Практична робота 13. Статистична обробка даних кліматичного моніторингу.....	64
14. Практична робота 14. Побудова графіків, карт та моделей за допомогою графічних редакторів.....	70
15. Практична робота 15. Прогнозування зміни динаміки чисельності популяції у біоценозі.....	73
Рекомендована література	79

Вступ

Основною метою навчальної дисципліни «Моніторинг довкілля» є формування у майбутніх фахівців теоретичних знань, умінь та практичних навичок у галузі одержання інформації щодо поточного стану різних компонентів довкілля (поверхневих і підземних вод, вод морів та океанів, атмосферного повітря, ґрунтів), оцінювання рівнів шкідливого впливу на них антропогенних навантажень, прогнозування змін стану довкілля, розробки науково обґрунтованих рекомендацій для підтримки управлінських рішень та проведення природоохоронних заходів.

Завдання дисципліни: розкрити предмет, методи і місце дисципліни «Моніторинг довкілля» в системі екологічних знань, висвітлити її засади; ознайомити з основними розділами дисципліни; сприяти формуванню екологічного світогляду майбутніх екологів.

Після вивчення курсу студенти повинні **знати:**

- Предмет і завдання національної системи моніторингових досліджень;
- Особливості організації моніторингових досліджень в розвинутих країнах світу;
- Наукове, методичне і технічне забезпечення системи моніторингових досліджень;
- Нормативну базу системи моніторингу довкілля;
- Програми спостережень за джерелами і рівнем забруднень довкілля;
- Методи аналізу і прогнозування змін навколишнього середовища.

вміти:

- Обґрунтовувати вибір методів і місць спостережень за станом довкілля;
- Використовувати сучасні методи аналізу і прогнозування стану довкілля;
- Виявляти динаміку змін показників стану довкілля;
- Розробляти рекомендації для підтримки управлінських рішень.

Практична робота №1

Тема роботи: **Основні поняття та визначення моніторингу довкілля**

Мета роботи: 1) оволодіння основними поняттями дисципліни «моніторинг довкілля»; 2) визначення основних завдань моніторингу довкілля; 3) ознайомлення із принципами функціонування системи моніторингу довкілля; 5) вивчення класифікації систем моніторингу довкілля.

Основні поняття: моніторинг довкілля, система моніторингу довкілля, об'єкти моніторингу, завдання моніторингу.

Теоретичні відомості

Моніторинг (англ. — той, який контролює, попереджає) навколишнього середовища — система спостереження і контролю за природними, природно-антропогенними комплексами, процесами, які відбуваються у них, навколишнім середовищем в цілому з метою раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього середовища, прогнозування масштабів неминучих змін.

Метою моніторингу навколишнього середовища є екологічне обґрунтування перспектив і удосконалення системи моніторингу навколишнього середовища, оцінювання фактичного і прогнозованого його стану; попередження про зниження біорізноманітності екосистем, порушення екологічної рівноваги в навколишньому середовищі, погіршення умов життєдіяльності людей.

Предметом моніторингу навколишнього середовища як науки є організація і функціонування системи моніторингу, оцінювання і прогнозування стану екологічних систем, їх елементів, біосфери, характеру впливу на них природних і антропогенних чинників.

Об'єктами моніторингу навколишнього середовища, залежно від рівня і мети досліджень, можуть бути навколишнє середовище, свої елементи (атмосферне повітря, поверхневі і підземні води ґрунтовий і рослинний

покриви, екосистеми, їх абіотичні і біотичні складові, біосфера) і джерела впливу на навколишнє середовище.

Історія розвитку моніторингу навколишнього середовища:

Спостереження за причинно-наслідковими явищами і процесами природного середовища було необхідною умовою пристосування до навколишнього світу і заставою виживання і розвитку людства. Первісна людина спостерігала за навколишнім середовищем, робила певні висновки і передбачення. Із становленням і розвитком наступних історичних формацій придбаний досвід спочатку в усній, а потім у письмовій формі зберігався, аналізувався і передавався наступним поколінням. Перше велике ділення праці (відділення землеробських (осілих) і скотарів (кочових) племен), очевидно, зумовило і певну диференціацію в оцінюванні найважливіших природних явищ, які відбивалися на життєдіяльності людей. На перших етапах розвитку вплив людства на природне середовище мав локальний характер, був незначним, а виробнича діяльність спиралася на природні сили (енергію води, вітру і тому подібне). Найдавніші письмові визначні пам'ятки, які свідчать, що спостереження за навколишнім середовищем були важливою умовою розвитку суспільства, залишили єгиптяни, греки і, практично, всі народи, які мали писемність.

Так, *Гіппократ (прибл. 460—370 до н. е.)* в своєму трактаті «Про повітря, води і місцевості» (прибл. у 390 р. до н.е.) розглядав вплив навколишнього середовища на здоров'я людини. Деякі факти і трактування екологічного напрямку відображені в праці Арістотеля (384—322 рр. до н.е.) «Про виникнення тварин» (прибл. у 340 р. до н.е.).

Теофраст Ерезійський (371—280 рр. до н.е.) наводить дані про своєрідність рослин, які ростуть в різних умовах, залежність їх форм і особливостей від ґрунту і клімату. З розвитком суспільства накопичувалася інформація екологічного характеру, систематизувалися дані, аналізувалися

зміни в стані навколишнього природного середовища, зумовлені впливом природних чинників і діяльністю людини.

У ХХ ст. людина дістала можливість активно впливати на навколишнє середовище і користуватися новими ресурсами. Саме розповсюдженням антропогенного впливу на природу та зміни її стану і було зумовлено становлення моніторингу довкілля як наукового напрямку. Як науково-практичний напрям "Моніторинг довкілля" виник в другій половині ХХ ст., завданням якого є встановлення критеріїв і виявлення меж стійкості екологічних систем. На той час поняття «Моніторинг довкілля» охоплювало не тільки систему постійних спостережень за станом компонентів біосфери але і засновану на природничо-науковій основі (біологічною, фізико-хімічною, геофізичною) певну їх методологію, а також відзначало дієвий засіб охорони навколишнього середовища. На початку 70-х років ХХ ст. були обґрунтовані альтернативні концепції моніторингу довкілля як сфери наукового знання і практичної діяльності.

Згідно з концепцією формування Глобальної системи моніторингу довкілля (Стокгольм, 1972 р.) моніторинг довкілля є системою цілеспрямованих, періодично повторюваних і програмованих спостережень за одним і більше елементами навколишнього середовища у просторі та часі (Ю. Ізраель, 1984). Основними елементами цієї системи є спостереження, оцінювання і прогнозування стану навколишнього середовища з метою наукової підтримки управлінських рішень.

Завдання:

1. Опишіть історичні етапи формування системи моніторингу довкілля, заповнивши табл. 1.

Таблиця 1. Основні історичні події формування моніторингу довкілля

№ з/п	Основні події (дата)	Внесок у розвиток моніторингу довкілля	Науковці

2. Визначте рівні проведення спостережень (навести приклади) та принципи класифікації систем моніторингу за методами спостережень.
3. Сформулюйте особливості класифікації систем моніторингу довкілля, запропоновану академіком І.П. Герасимовим.
4. Опишіть фактори, індикатори та показники, які досліджуються в системі моніторингу довкілля.

Практична робота №2

Тема роботи: Аналіз державної системи моніторингу довкілля України

Мета роботи: 1) вивчення принципів функціонування державної системи моніторингу довкілля в Україні; 2) визначення структури та рівнів проведення досліджень в державній системі моніторингу довкілля; 3) ознайомлення з діяльністю суб'єктів державної системи моніторингу довкілля.

Основні поняття: державна система моніторингу довкілля, види моніторингу, рівні моніторингу, суб'єкти державної системи моніторингу.

Теоретичні відомості

Державна система моніторингу довкілля — це система спостережень, збирання, оброблення, передачі, зберігання й аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень про запобігання негативним змінам довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки. Вона створюється з дотриманням міжнародних вимог і є сумісною з аналогічними міжнародними системами.

Структура та рівні державної системи моніторингу довкілля передбачають розбудову таких видів моніторингу навколишнього природного середовища (НПС) в Україні:

— загальний (стандартний) моніторинг НПС — це оптимальні за кількістю параметрів спостереження в пунктах, об'єднаних в єдину інформаційно-технологічну мережу, що дають змогу розробляти управлінські рішення на всіх рівнях;

— оперативний (кризовий), сутність якого полягає у спостереженнях за спеціальними показниками на цільовій мережі пунктів у реальному масштабі часу за окремими об'єктами та джерелами підвищеного екологічного ризику в окремих регіонах, котрі визначено як зони надзвичайної екологічної ситуації, а також у районах аварій із шкідливими екологічними наслідками з метою забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їх ліквідації, створення безпечних умов життєдіяльності;

— фоновий (науковий) моніторинг НПС – спеціальні високоточні спостереження за всіма компонентами природного довкілля, а також за характером, складом, кругообігом та міграцією забруднювальних речовин, за реакціями організмів на забруднення на рівні окремих популяцій, геосистем і біосфери в цілому. Так моніторинг здійснюється у природних та біосферних заповідниках і на інших територіях, що охороняються.

Система державного моніторингу довкілля контролює об'єкти трьох масштабних рівнів:

- 1) локального (включно з імпактним) — територію окремих об'єктів (підприємств, міст, ландшафтів та їх складових);
- 2) регіонального — територію економічних і природних регіонів та адміністративно-територіальних одиниць;
- 3) національного — територію країни загалом.

В Україні функції здійснення спостережень за станом об'єктів навколишнього середовища покладено на центральні органи виконавчої влади, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля (ДСМД), а також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля, зобов'язані здійснювати екологічний контроль за виробничими процесами та станом промислових зон, збирати, зберігати та безоплатно надавати дані і/або узагальнену інформацію.

Основними завданнями суб'єктів системи моніторингу є:

- довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля;
- аналіз екологічного стану довкілля та прогнозування його змін;
- інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки;
- інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, а також забезпечення екологічною інформацією населення країни і міжнародних організацій.

Моніторинг довкілля здійснюється Міністерством охорони навколишнього природного середовища (Мінприроди), Держгідрометслужбою Міністерства надзвичайних ситуацій (МНС), Міністерством охорони здоров'я (МОЗ), Міністерством аграрної політики (МАП), Держкомлісгоспом, Держводгоспом, Держкомземом, Держжитлокомунгоспом, Держгеослужбою Мінприроди та їх органами на місцях, а також підприємствами, установами та організаціями, що належать до сфери їх управління. Всі ці організації і установи є суб'єктами системи моніторингу за загальнодержавною і регіональними програмами реалізації відповідних природоохоронних заходів, що зазначено у «Методичні рекомендації з підготовки регіональних та загальнодержавної програм моніторингу довкілля. – К. : Мінекоресурсів України, 2001. – 36 с.

Завдання:

1. Опишіть організацію державної системи моніторингу за складовими довкілля згідно нормативних документів.
2. Наведіть перелік суб'єктів системи державного моніторингу України та їх основних завдань згідно таблиці 1.

Таблиця 1

№ з/п	Суб'єкт моніторингу	Об'єкти, за яким проводить спостереження	Показники, за яким проводить спостереження

3. Визначте вид та масштаб моніторингу, який необхідно проводити на певній території згідно варіанту (табл. 2). Встановіть об'єкти проведення моніторингу, опишіть показники, які необхідно визначати у кожному конкретному випадку.

Таблиця 2

№ варіанту	Ситуація
1	Масштабна аварія на металургічному підприємстві
2	Несанкціонована вирубка лісів у Київському районі Київської області
3	Мор риби у Київському водосховищі
4	Пекарня у м. Києві
5	Львівський хімічний завод
6	Парки м. Дніпро
7	Рівненський природний заповідник
8	Виверження вулкану Кракатау
9	Вміст хімічних речовин у річці Дніпро
10	Несанкціоноване сміттєзвалище у с. Калинівка Броварський район Київської області
11	Забруднення ґрунтів господарства залишками пестицидів
12	Підвищений вміст нітратів в озері Світязь
13	Кар'єр видобутку граніту (Рівненська обл., Сарненський р-н., с. Селище)
14	Видобуток бурштину у Поліссі України
15	с. Межиріч Павлоградський район Дніпропетровської області
16	Поховання радіоактивних відходів
17	Аварія а Чорнобильській АЕС
18	Витік нафтопродуктів у Середземне море
19	Хімічний завод у Рівненській області
20	Комунальне господарство м. Вишгород

Практична робота №3

Тема роботи: **Аналіз системи моніторингу Європейської союзу на прикладі Директиви ЄС щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень**

Мета роботи: познайомитись з Директивами ЄС щодо контролю забруднень довкілля.

Основні поняття: якісні стандарти стану навколишнього середовища, найкращі доступні технології, транскордонний вплив.

Теоретичні відомості

Директива 96/61/ЄС «Щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень» передбачає досягнення всеохоплюючого запобігання та контролю забруднення спричиненого певними видами господарської діяльності людини. Вона містить ряд механізмів, які запроваджуються на різних підприємствах, які покликані запобігати або зменшувати рівень забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів та ґрунтів.

Угода про асоціацію між Україною та Європейським союзом має всеохоплюючий характер, це означає, що положення Угоди поширюються на весь спектр відносин між Україною та ЄС. Досягнення поглибленої інтеграції у відносинах вимагає значного зближення законодавства, в тому числі складних механізмів забезпечення однакового тлумачення оцінки та державного контролю за станом навколишнього середовища, зокрема моніторингу довкілля.

Директива 96/61/ЄС «Щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень» закликає до дій, спрямованих, зокрема, на обмеження утворення відходів та впровадження новітніх технологій. Як зазначено в Преамбулі, цілі і принципи політики Співтовариства щодо захисту навколишнього середовища, як їх викладено в статті 130s Договору, складаються, зокрема, із запобігання, зменшення та, наскільки це можливо, усунення забруднення шляхом надання пріоритету заходам впливу на джерела виникнення забруднення та забезпечення економного споживання природних ресурсів відповідно до

принципу фінансової відповідальності забруднювача та принципу запобігання забрудненню.

Метою даної Директиви є досягнення всеохоплюючого запобігання та контролю забруднення, спричиненого напрямами діяльності, перерахованими в Додатку I. Вона передбачає механізми, запроваджені з метою запобігання або, де такої можливості не передбачається, зменшення викидів в атмосферу, воду та ґрунт, спричинених наслідками вищезазначеної діяльності, включаючи механізми контролю відходів з метою досягнення високого рівня захисту навколишнього середовища в цілому, без шкоди для Директиви 85/337/ЄЕС та інших відповідних положень Співтовариства.

Стаття 3 визначає загальні принципи, що регулюють головні зобов'язання власника. Так, держави-члени вживають необхідних заходів з метою гарантування, що компетентні органи забезпечують експлуатацію устаткування наступним чином: а) вжито усіх відповідних превентивних заходів для запобігання забруднення, зокрема, через використання найкращих доступних технологій; б) не викликано ніякого істотного забруднення; с) відповідно до Директиви про відходи уникається утворення відходів; якщо ж відходи утворені, вони утилізуються або, якщо це технічно та економічно неможливо, знищуються, уникаючи при цьому або зменшуючи будь-яку шкоду навколишньому середовищу; d) енергія використовується раціонально; e) вжито необхідних заходів для запобігання нещасних випадків та обмеження їх наслідків; f) вжито необхідних заходів для повного зупинення діяльності з метою уникнення будь-якого ризику забруднення та повернення об'єкту до задовільного стану. Такі загальні принципи, викладені в даній статті, держави-члени повинні брати до уваги при отриманні ліцензії на відповідне устаткування.

Ряд державних нормативно-правових документів України були змінені (імплементовані) у відповідності із положеннями Директиви ЄС 96/61/ЄС «Щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень».

Завдання:

1. Проаналізуйте Директиву ЄС 96/61/ЄС «Щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень» від 24 вересня 1996 року. Заповніть таблицю 1

Таблиця 1. Характеристика Директиви ЄС 96/61/ЄС «Щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень»

№ з/п	Основні положення Директиви	Розділ Директиви, де записано положення

2. Визначіть значення термінів, що наведені у Директиві, зокрема, якісні стандарти стану навколишнього середовища, найкращі доступні технології, транскордонний вплив.
3. Зробіть висновки про стан імплементації положень Директиви ЄС 96/61/ЄС «Щодо всеохоплюючого запобігання і контролю забруднень» в законодавство України.

Практична робота №4

Тема роботи: **Аналіз нормативно-правової бази системи моніторингу довкілля в Україні та за кордоном**

Мета роботи: познайомитись з організацією моніторингових спостережень за станом атмосферного повітря в Україні та країнах ЄС

Теоретичні відомості

Згідно із Постановою Кабінету Міністрів України № 391 від 30 березня 1998 р. **державна система моніторингу довкілля** – це система спостережень, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки. Це Положення визначає порядок створення та функціонування такої системи в Україні.

Моніторинг атмосферного повітря регулюється Постановою Кабінету Міністрів України № 827 від 14 серпня 2019 р. «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».

В свою чергу, моніторинг поверхневих вод та морів підпорядкований Постанові Кабінету міністрів України № 758 від 19 вересня 2018 р. «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод».

Моніторинг земель в Україні регулюється трьома постановами, а саме: Постановою Кабінету Міністрів України № 661 від 20 серпня 1993 р. «Про затвердження Положення про моніторинг земель», Постановою Кабінету Міністрів України № 2041 від 26 грудня 2003 р. «Про внесення змін до Положення про моніторинг земель» та Постановою Кабінету Міністрів України №760 від 21 серпня 2019 р. «Про внесення змін до постанов Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. № 661 і від 17 жовтня 2012 р. № 1051»

Автоматизовані системи моніторингу за об'єктами довкілля в Україні функціонують згідно Наказу Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 27 березня 2009 року № 148 «Про затвердження

Правил створення та експлуатації автоматизованих систем екологічного контролю і моніторингу об'єктів підвищеної екологічної небезпеки та Регламенту створення та функціонування автоматизованих систем екологічного контролю і моніторингу об'єктів підвищеної екологічної небезпеки»

Завдання роботи:

1. Проаналізуйте сучасну нормативно-правову базу державної системи моніторингу довкілля (ДСМД) в Україні. Заповніть таблицю 1.

Таблиця 1.

№ з/п	Об'єкт моніторингу довкілля	Нормативно-правовий документ	Коротка характеристика документу
1.	Атмосферне повітря		
2.	Поверхневі води		
3.	Море		
4.	Ґрунти		
5.	Рослини і тварини (біотичний моніторинг)		

2. Порівняйте нормативно-правову базу ДСМД України з відповідними Директивами ЄС, зокрема, використання **автоматизованих систем моніторингу атмосферного повітря в Україні та в Європейському союзі** (із використанням даних сайтів: <https://aqicn.org/map/europe>; <http://ecology.donoda.gov.ua/avtomatizovana-sistema-monitoringu-dovkillya-u-doneckij-oblasti/>; <http://masters.donntu.org/2009/fvti/varzar/diss/indexu.htm>; <https://rubryka.com/article/monitoring-air-ukraine/>) та з врахуванням повноти визначення головних поллютантів **групи А** (див. Постанову КМУ № 827 від 30.08.2019 та Директиву ЄС2008/50).

Практична робота №5

Тема роботи: Організація моніторингових спостережень за станом атмосферного повітря на місцевому і регіональному рівнях

Мета роботи: набути практичних навичок з розрахунку концентрацій головних поллютантів атмосферного повітря для конкретних джерел забруднення.

Основні поняття: гранично-допустимий викид, пости спостереження, методи вимірювання концентрацій забруднюючих речовин в повітрі, програми спостережень.

Теоретичні відомості

Під моніторингом атмосферного повітря мають на увазі інформаційно-технічну систему спостережень, оцінювання і прогнозування рівня забруднення атмосферного повітря та надання на цій основі рекомендацій щодо заходів з охорони атмосферного повітря.

Постом спостереження є вибране місце (точка місцевості), на якому розміщують павільйон або автомобіль, обладнаний відповідними приладами.

Стаціонарний пост призначений для забезпечення регулярного відбору проб повітря з метою визначення і реєстрації вмісту ЗР. Серед 38 стаціонарних виділяють опорні стаціонарні пости, які призначені для виявлення довготривалих змін вмісту основних (пил, CO, SO₂, NO₂) і найбільш поширених специфічних ЗР. До основних ЗР в Україні відносять також формальдегід, бенз(а)пірен та свинець. Їх Відповідно до існуючої державної системи моніторингу атмосферного повітря кількість стаціонарних постів орієнтовно визначається виходячи з чисельності населення (табл.1) і може бути збільшена в умовах складного рельєфу місцевості, а також при наявності великої кількості джерел викидів та при наявності історичних споруд, тощо.

Таблиця 1. Кількість контрольно-вимірювальних постів в залежності від чисельності населення

Чисельність населення, тис. чол.	50	50-100	100-200	200-500	500-1000	> 1 млн.
Кількість постів	1	2	3	3-5	5-10	10-20 стаціонарних та маршрутних

Маршрутний пост призначений для регулярного відбору проб повітря в місцях, де неможливо чи недоцільно встановлювати стаціонарний пост. Такі пости використовують при необхідності більш детально вивчити стан забруднення атмосферного повітря в окремих районах, наприклад, в нових житлових районах. Це також регулярні спостереження, але за допомогою спеціально обладнаних машин, які переміщуються за певним маршрутом (їх продуктивність: біля 5000 проб на рік, 8-10 проб щодня в 4-5 точках). Порядок об'їзду маршрутних постів (заздалегідь вибраних точок на місцевості) повинен бути один і той же, щоб відбір проб в кожній точці визначався одним і тим же часом доби.

Пересувний (підфакельний) пост призначений для відбору проб під димовим (газовим) факелом з метою виявлення зони впливу конкретного джерела промислових викидів. Відбір проб здійснюється також за допомогою спеціально обладнаної автомашини. Підфакельні пости – це точки, розташовані на фіксованих відстанях від джерела. Вони переміщуються відповідно до напрямку факела джерела викидів, що обстежується.

Репрезентативність спостережень за станом атмосферного повітря в місті залежить від правильності розташування постів на території, що обстежується.

При виборі місця розташування постів потрібно встановити, яку інформацію очікують отримати – рівень забруднень атмосферного повітря, характерний для відповідного району міста, чи концентрацію домішок в конкретній точці, що перебуває під впливом викидів окремого промислового підприємства, автомагістралі чи іншого джерела.

У першому випадку пост повинен бути розташований на ділянці, яка не підлягає впливу окремо розташованих джерел викидів (завдяки перемішуванню міського повітря рівень забруднення атмосфери буде визначатись сумарним впливом всіх джерел викидів).

У другому випадку пост розміщується в зоні максимальних концентрацій викидів від конкретного джерела. Пости розміщуються на відкритих майданчиках, що провітрюються з усіх боків (на асфальті, твердому ґрунті чи газоні).

Розподіл в атмосфері забруднюючих речовин, що викидаються з промислових джерел забруднення, підкоряється законам турбулентної дифузії.

На процес розсіювання викидів суттєво впливає стан атмосфери, розміщення підприємств і джерел викидів, характер місцевості, фізичні та хімічні властивості речовин, що викидаються, висота джерела, діаметр гирла. Горизонтальне переміщення суміші визначається, як правило, швидкістю вітру, а вертикальне – розподілом температур у вертикальному напрямку.

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини C_m ($\text{мг}/\text{м}^3$) при викиді газоповітряної суміші з одинокого точкового джерела з круглим гирлом, яке досягається при несприятливих умовах на відстані X_m (м) від джерела визначається за формулою:

$$C_m = \frac{A \times M \times F \times m \times n \times}{H^2 \sqrt{V_1 \times \Delta T}} \quad (1)$$

де A – коефіцієнт, що враховує частоту температурних інверсій (для розміщених на території України джерел висотою менше 200 м в зоні 50^0 до 52^0 п.ш. - 180 (Чернігівська, Сумська, Київська, Волинська, Рівненська, Житомирська області), а південніше 50^0 п.ш. – 200;

M – маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу за одиницю часу, г/с;

F – коефіцієнт швидкості осідання шкідливих речовин в атмосферу (для газів – 1, для парів – 2, для пилу – 3);

H – висота джерела викиду, м (для наземних джерел $H=2\text{м}$);

η – коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості. У випадку рівної або слабо перехресної місцевості з перепадом висот, що не перевищує 50 м на 1 км приймаємо $\eta = 1$;

ΔT – різниця між температурою, що викидається газоповітряною сумішшю і температурою навколишнього атмосферного повітря T_p , ^0C ;

V_1 – витрата газоповітряної суміші ($\text{м}^3/\text{с}$), що визначається за формулою:

$$V1 = \frac{\pi \times D^2}{4} \times \omega_0 \quad (2)$$

де D – діаметр гирла труби, м;

ω_0 – середня швидкість газоповітряної суміші з гирла джерела викиду, м/с; m

і n – коефіцієнти, що враховують умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду, їх визначають в залежності від параметрів $f, fe, V_M, V'm$:

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 \times D}{H^2 \times \Delta T} \quad (3)$$

$$V_m^1 = \frac{\omega_0}{H} \quad (4)$$

$$fe = 800 (V_m')^3 \quad (5)$$

$$V_m = 0.65 * \sqrt{\frac{V1 \Delta T}{H}} \quad (6)$$

V_M – небезпечна швидкість вітру – швидкість вітру при якій приземні концентрації мають найбільші значення. Коефіцієнти m визначаються залежно від f за формулою:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1\sqrt{f} + 0.34\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100 \quad (7)$$

$$m = \frac{1.47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f \geq 100 \quad (8)$$

Для $fe < f < 100$ значення коефіцієнта m знаходиться при $f = fe$.

Коефіцієнт n , при $f < 100$, визначається залежно від V_M :

$$n = 4.4 V_M, \quad \text{при } V_M < 0.5 \quad (9)$$

$$n = 0.532 \times V_M - 2.13 V_M + 3.13, \quad \text{при } 0.5 \leq V_M < 2 \quad (10)$$

$$n = 1, \quad \text{при } V_M \geq 2 \quad (11)$$

При $f \geq 100$ або $\Delta T \approx 0$ коефіцієнт n обчислюється таким чином:

$$V_M = 0.5 \text{ (холодні викиди)} \quad C_m = \frac{A \times M \times F \times n \times \mu}{H^{4/3}} \times K \quad (12)$$

$$K = \frac{D}{8 \times V1} = \frac{1}{7.1 \times \sqrt{\omega_0 \times V1}} \quad (13)$$

Мережа спостережень за станом повітря, сформована зі стаціонарних, маршрутних та під факельних постів дає змогу контролювати забруднення

повітря в населеному пункті, виявляти вплив джерела забруднення на певній території та викиди стаціонарних джерел забруднення.

Залежно від призначення поста спостереження визначають забруднюючі речовини, що повинні контролюватися., оскільки мають негативний вплив. На стаціонарних постах обов'язково проводять спостереження за такими речовинами, як пил, оксид сірки, оксид вуглецю, оксид азоту і тими речовинами, концентрації яких перевищують ГДК. Ці спостереження проводяться при умові, що підприємства впливають на місця розташування даних постів.

На маршрутних постах проводять спостереження за тими речовинами, концентрації яких перевищують ГДК, та додатково за пилом, діоксидом сірки, оксидом вуглецю, оксидом азоту, при умові, що вони є в газовій суміші викиду.

Спостереження під факелом проводять за типовими для даного підприємства інгредієнтами. В зоні максимального забруднення аналізують концентрації всіх речовин, що викидаються, за межею СЗЗ – лише, ті речовини, концентрації яких перевищують ГДК.

Завдання:

1. Сформулюйте головні принципи організації моніторингових спостережень за атмосферного повітря в Україні.
2. Розрахуйте концентрації шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери (вихідні дані табл. 2).

Таблиця 2

Викиди підприємства в атмосферне повітря:

Варіант	Забруднююча речовина	Значення, г/с	ГДК, г/с	Висота труби, м	Діаметр труби, м	Швидкість викиду, м/с	Температура викиду, °С
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сірчаний газ	0,9		60	0,1	3,0	83
2	Сірководень	0,3		55	0,2	1,2	42
3	Оксид вуглецю	3,9		45	0,3	4,8	75
1	2	3	4	5	6	7	8

4	Пил нетоксичний	5,7		100	0,4	4,1	15
5	Сажа	0,4		15	0,5	1,3	45
6	Діоксид азоту	0,6		85	0,6	2,8	95
7	Діоксид сірки	0,5		95	0,7	2,3	125
8	Аміак	0,7		60	0,8	2,9	85
9	Ртуть	0,006		45	0,9	3,1	105
10	Вуглеводні	0,3		50	1,0	0,8	63
11	Сірчаний газ	0,7		15	0,8	2,0	90
12	Сірководень	0,5		65	0,3	1,2	42
13	Оксид вуглецю	3,9		45	0,1	4,8	75
14	Пил нетоксичний	5,7		100	0,4	4,1	18
15	Сажа	0,4		15	0,5	1,3	47
16	Діоксид азоту	0,6		85	0,6	2,8	99
17	Діоксид сірки	0,5		95	0,7	2,3	110
18	Аміак	0,7		60	0,8	2,9	95
19	Ртуть	0,03		45	0,9	3,1	105
20	Вуглеводні	0,3		50	1,0	0,8	63
21	Сірчаний газ	0,9		60	0,3	3,0	83
22	Сірководень	0,3		55	0,4	1,2	42
23	Оксид вуглецю	3,9		45	0,8	4,8	75
24	Пил нетоксичний	8,9		100	0,5	4,1	11
25	Сажа	0,4		15	1,3	5,4	77

3. Розрахуйте кількість та місця розташування пунктів спостереження за станом атмосферного повітря у населеному пункті згідно варіанту (табл. 3).

Таблиця 3. Вихідні дані до завдання 3

Варіант	Населений пункт
1	2
1	Тернопіль
2	Яремче
3	Київ
4	Кременчук
5	Дніпродзержинськ
6	Харків
7	Суми
8	Канів
9	Одеса
10	Луцьк
11	Алчевськ
12	Вінниця
13	Рівне
14	Запоріжжя
15	Кропивницький
16	Львів
17	Чернівці

1	2
18	Черкаси
19	Краматорськ
20	Біла церква
21	Бердичів
22	Городок
23	Хмельницький
24	Житомир
25	Калуш

4. Опишіть забруднюючі речовини, що мають місце у населеному пункті (згідно варіанту) та обрати програму проведення моніторингу атмосферного повітря.

5. Визначіть речовини, що підлягають контролю, обрати мережу та програми спостережень, заповнити таблицю 4.

Таблиця 4.

Пости спостереження	Кількість постів	Речовини, що контролюються	
		Програма спостережень	Перевищують ГДК
Стаціонарні			
Маршрутні			
Пересувні (підфакельні)			

Практична робота №6

Тема роботи: **Організація моніторингу поверхневих вод в басейні річки**

Мета роботи: 1) вивчення особливостей проведення моніторингу поверхневих вод; 2) визначення кількості та місця розташування постів спостереження за поверхневими водами; 3) визначення особливості оцінки впливу водогосподарського комплексу на басейн річки.

Основні поняття: гранично-допустимий скид, види постів спостереження, програми спостережень за поверхневими водами, водогосподарський комплекс.

Теоретичні відомості

Склад і обсяг гідрохімічних робіт у пунктах спостережень (перелік показників якості води, що визначаються у пробах води з водойм і водотоків) устанавлюють з урахуванням **цільового використання стічних вод**, їх складу, вимог споживачів. Вибір програми спостережень залежить від **категорії пункту спостережень**.

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 межені – при найменшій витраті та при проходженні дощового паводка; восени – перед льодоставом, а також під час зимової межені.

Програми проведення моніторингу поверхневих вод поділяються на повну та скорочену (таблиця 1).

Таблиця 1. Програми проведення моніторингу поверхневих вод

Програма	Показники
Повна	<p><i>Гідрологічні показники:</i> – витрати води, м³ /с; – швидкість течії, м/с (на водотоках); – рівень, м (на водоймах)</p> <p><i>Гідрохімічні показники:</i> – візуальні спостереження наявності плаваючих домішок та плям на поверхні води; – температура, °С; – кольоровість, градуси; – прозорість, см; – запах, бали; – водневий показник (рН); – концентрація розчиненого у воді кисню, мг/л; – концентрація завислих речовин, мг/л ; – мінералізація (сухий залишок), мг/л ; – хімічне споживання кисню, мг/л; – біохімічне споживання кисню за 5 діб, мг/л; – концентрація біогенних елементів – іонів амонію, нітритів та нітратів, фосфатів, мг/л</p>
Скорочена	<p>Гідрологічні показники: – витрати води, м³ /с (на водотоках); – рівень, м (на водоймах)</p> <p>Гідрологічні показники: – витрати води, м³ /с (на водотоках); – рівень, м (на водоймах)</p> <p>Гідрохімічні показники: – візуальні спостереження наявності плаваючих домішок та плям на поверхні води; температура, °С; – водневий показник (рН); – концентрація розчиненого у воді кисню, мг/л; – концентрація завислих речовин, мг/л ; – хімічне споживання кисню, мг/л; – біохімічне споживання кисню за 5 діб, мг/л; – концентрація двох – трьох найбільш характерних забруднюючих речовин, мг/л (взяти із завдання 4 Практичної роботи 5)</p>

Моніторинг якості поверхневих вод передбачає організацію стаціонарної мережі пунктів спостережень за природним складом і забрудненням поверхневих вод; спеціалізованої мережі пунктів спостережень за забрудненими водними об'єктами; тимчасової експедиційної мережі пунктів спостережень. Мережі спостережень створюють з дотриманням певних вимог:

- надання переваги вивченню і контролюванню антропогенної дії на поверхневій воді;
- систематичність і комплексність спостережень за фізичними, хімічними та біологічними показниками та проведення відповідних гідрологічних вимірів;
- узгодження строків спостережень з характерними гідрологічними ситуаціями;

- визначення показників якості води єдиними методами;
- оперативність одержання інформації про якість води.

Основним принципом організації спостережень є їх комплексність, яка передбачає узгоджену програму робіт з гідрохімії, гідрології, гідробіології та забезпечує моніторинг якості води за фізичними, хімічними, гідробіологічними показниками.

Найважливішим етапом організації робіт є вибір місця розташування пункту спостереження.

Моніторинг забруднення вод проводиться на постійних та тимчасових пунктах спостереження, які розміщують у місцях, де наявний або відсутній вплив господарської діяльності.

Пункт спостереження за якістю поверхневих вод – місце на водоймищі або водотоці, де проводять комплекс робіт для одержання даних про якісні й кількісні характеристики води.

Пункти стаціонарної мережі спостереження поділяють на чотири категорії. Пункти спостережень першої категорії розміщують на водотоках і водоймищах, що мають особливо важливе народногосподарське значення, коли існує ймовірність перевищення концентрації певних показників. Пункти спостереження другої категорії розташовують на водних об'єктах, які знаходяться в районах промислових міст, селищ з централізованим водопостачанням, у місцях відпочинку населення, в місцях скиду колекторно-дренажних вод з сільськогосподарських полів, на граничних і кінцевих створах рік. Пункти спостереження третьої категорії розміщують на водних об'єктах, що характеризуються помірним або слабким навантаженням (в районах невеликих населених пунктів та промислових підприємств). Пункти спостереження четвертої категорії формують на незабруднених водних об'єктах (фонових ділянках).

Пункти спостереження розташовують з урахуванням стану та перспектив використання водних об'єктів на підставі попередніх досліджень.

На пунктах спостереження досліджують один або кілька створів.

Створ пункту спостереження – умовний поперечний переріз водоймища або водотоку, де проводиться комплекс робіт для одержання інформації про якість води.

Створи спостережень розміщують з урахуванням гідрометричних умов і морфологічних особливостей водоймища або водотоку, наявності джерел забруднення, об'єму та складу стічних вод.

При спостереженнях за водоймою загалом встановлюють не менше **трьох створів**, по можливості рівномірно розподілених її акваторією з урахуванням конфігурації берегової лінії. У разі спостережень за окремими ділянками водойми створи розташовують у такий спосіб:

1. на водоймах з інтенсивним водообміном: **один створ вище джерела забруднення і решта створів (не менше двох) нижче джерела забруднення на відстані 0,5 км** від місця скиду зворотних вод та безпосередньо за межею зони забруднення;
2. на водоймах з помірним та уповільненим водообміном – один створ поза зоною впливу джерела, другий створ суміщають зі створом скиду зворотних вод, решту створів (не менше двох) розташовують по обидва боки від останнього на відстані **0,5 км** від місця скиду та безпосередньо за межею зони забрудненості.

Кожний створ має кілька вертикалей та горизонталей, їх розташування в кожному створі визначається характером скидів, особливостями течії водоймища або водотоку, рельєфом дна.

Вертикаль створу – умовна вертикальна лінія від поверхні води до дна водоймища або водотоку, на якій здійснюють дослідження для отримання інформації про якість води.

Горизонт створу – зона на вертикалі (в глибину), де виконують комплекс досліджень для отримання інформації про якість води.

Раціональне розміщення пунктів спостережень, систематичність, комплексність і точність при здійсненні моніторингу поверхневих вод дають

змогу отримати достовірну інформацію, яка може бути використана як з практичною, так і з теоретичною метою.

Водогосподарський комплекс (ВГК) – це сукупність різних галузей народного господарства, які разом використовують водні ресурси одного водного басейну. Такі галузі називаються учасниками ВГК. Серед них особливої уваги потребують водоспоживачі, що забирають воду, частина якої безповоротно втрачається, а залишки повертають із зміненою якістю.

Водокористування — це використання водних об'єктів для задоволення потреб населення та об'єктів господарської діяльності.

Згідно з Держстандартом 17.1.1.03-86 водокористування класифікується за такими ознаками:

— за цілями водокористування — господарсько-питне, комунально-побутове, промислове, сільськогосподарське, для потреб енергетики, для рибного господарства, для водного транспорту та лісосплаву, для лікувальних та курортних потреб тощо;

— за об'єктами водокористування — поверхневі, підземні, внутрішні та територіальні морські води;

— за способом використання — з вилученням води та з її поверненням, з вилученням води без повернення, без вилучення води;

— за технічними умовами водокористування — із застосуванням технічних споруд, без застосування споруд.

У залежності від цілей водокористування джерела водопостачання поділяються на дві категорії.

До I категорії відносяться водні об'єкти, що використовуються як джерела централізованого або нецентралізованого господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості. До II категорії відносяться водні об'єкти для культурно-побутових цілей і ті, що знаходяться в межах населених пунктів.

При водокористуванні має місце водоспоживання, котре може бути безповоротним, повторним, оборотним.

З метою раціонального використання води запроваджено норми споживання води на одного мешканця та на умовну одиницю продукції, характерну для підприємств кожної з галузей промисловості. У районах з обмеженими водними ресурсами слід дотримуватися водогосподарського балансу, котрий передбачає порівняння водокористування з потенційними ресурсами водних басейнів.

Кількість забруднюючих речовин розраховуємо за формулою:

$$N_{з.р.} = C_{з.р.} * Q \text{ (г/с)} \quad (1)$$

$$N_{з.р.} = C_{з.р.} * Q * 86400/10^6 \text{ (т/добу)} \quad (2)$$

де $C_{з.р.}$ – концентрація забруднюючої речовини, мг/л;

Q - витрата стічних вод, м³/с

Кількість забруднень розраховуємо за формулою:

$$N_{з.р.} = A * n \text{ (т/добу)} \quad (3)$$

де A - кількість забруднюючих речовин на 1 мешкання; n - кількість мешканців, чол.

Концентрацію забруднюючих речовин розраховуємо за формулою:

$$C_{з.р.} = N_{з.р.} / (Q * 0,0864), \text{ мг/л} \quad (4)$$

де Q - витрата побутових вод.

Кількість забруднення на 1 тварину * кількість голів = кількість забруднення (т/добу) (5)

$$C_{з.р.} = N_{з.р.} / (Q * 0,0864), \text{ мг/л} \quad (6)$$

Завдання:

1. Поясніть суть терміну «якість води». Які існують показники якості *природних вод*?
2. Води рибогосподарського, питного та комунально-побутового призначення поясніть різницю між цими поняттями.
3. Розробіть програму спостережень за поверхневими водами найбільшої річки вашого міста (села), до них підібрати методи і терміни відбору проб.

4. Проведіть розрахунки для оцінювання впливу на водний об'єкт промислового підприємства (табл. 2), використовуючи формули 1 і 2.

Таблиця 2. Вплив промислового підприємства на річку

№ варіанту	Підприємство	Забруднююча речовина	Концентрація забруднюючої речовини, мг/л С з.р.	Витрата стічних вод, м ³ /с Q	Кількість забруднюючої речовин	
					г/с	т/добу
1	2	3	4	5	6	7
1	харчова промисловість	завислі речовини	200	0,08		
2	целюлозно-паперове	БСК повне	50	0,09		
3	легка промисловість	азот амонійний	25	0,07		
4	шкіряно-взуттєва промисловість	хромати	10	0,08		
5	харчова промисловість	нітрати	11	0,09		
6	молочний завод	азот загальний	37	0,07		
7	виробництво мінеральних добрив	фосфати	80	0,08		
8	цементний завод	хлориди	71	0,09		
9	азбестовий завод	сульфати	12	0,07		
10	завод із виробництва полімерів	СПАР	14	0,06		
11	харчова промисловість	завислі речовини	800	0,2		
12	целюлозно-паперове	БСК повне	150	0,22		
13	легка промисловість	азот амонійний	100	0,13		
14	шкіряно-взуттєва промисловість	хромати	25	0,17		
15	харчова промисловість	нітрати	70	0,35		
16	молочний завод	азот загальний	100	0,11		
17	виробництво мінеральних добрив	фосфати	230	0,15		

1	2	3	4	5	6	7
18	цементний завод	хлориди	90	0,27		
19	азбестовий завод	сульфати	22	0,19		
20	завод із виробництва полімерів	СПАР	18	0,44		
21	харчова промисловість	нітрати	150	0,22		
22	молочний завод	азот загальний	200	0,33		
23	виробництво миючих засобів	фосфати	55	0,17		
24	цементний завод	хлориди	77	0,70		
25	азбестовий завод	сульфати	69	0,14		

УВАГА!!!! Отримані значення кількості забруднюючої речовини необхідно порівняти із ГДК цієї речовини.

5. Проведіть розрахунок концентрацій забруднюючих речовин в стічних водах комунального господарства міста і села за вихідними даними (табл. 3), використовуючи формули 3 та 4. Розрахунки зведіть в таблицю 4.

Таблиця 3. Вихідні дані для розрахунок концентрацій забруднюючих речовин в стічних водах комунального господарства міста і села

№ варіанту	Назва забр.речовини	Населення міста, чол.	Населення села, чол.	Кількість забр. речовин, г/добу на 1 мешканця А		Витрати побут.вод, м ³ /с Q
				міста	села	
1	2	3	4	5	6	7
1	Завислі речовини	130000	850	65	22,45	0,17
2	БСК повне	400000	1200	80	19,52	0,07
3	Азот (амонійні солі)	75000	700	8,0	2,41	0,08
4	Фосфати	900000	450	3,0	1,81	0,09
5	Хлориди	80000	1500	9,0	3,0	0,07
6	ПАР	1,5 млн	12000	2,5	0,8	0,07
7	Азот (амонійні солі)	40000	1000	9,47	3,05	0,11
8	Фосфати	123000	743	2,41	0,98	0,04
9	Хлориди	5000	960	7,5	2,1	0,05
10	ПАР	7000	1758	1,7	0,5	0,13
11	Завислі речовини	700000	1111	120	11,45	0,14

1	2	3	4	5	6	7
12	БСК повне	2000	1020	90	17,52	0,07
13	Азот (амонійні солі)	90000	900	16,0	3,41	0,15
14	Фосфати	950000	250	22,0	2,81	0,14
15	Хлориди	100000	2500	11,0	5,0	0,17
16	ПАР	1,1 млн	14000	22,5	0,9	0,02
17	Азот (амонійні солі)	50000	3000	29,47	4,05	0,03
18	Фосфати	115000	800	27,41	7,98	0,07
19	Хлориди	8000	910	47,5	3,1	0,04
20	ПАР	15000	1650	31,7	7,5	0,06
21	Завислі речовини	140000	850	90	11,45	0,08
22	БСК повне	600000	1200	60	17,52	0,09
23	Азот (амонійні солі)	90000	700	78,0	22,41	0,10
24	Фосфати	850000	450	23,0	7,81	0,01
25	Хлориди	30000	1500	69,0	8,0	0,13

Таблиця 4. Кількість забруднюючих речовин та їх концентрації в стічних водах комунального господарства міста і села

№ варіанту	Назва забруднюючої речовини	Кількість забруднюючої речовин, г/добу на 1 мешканця А		К-сть забруд., т/доб п		Витрати побут.вод, м ³ /с N з.р.		Концентрація забруднюючої речовини, мг/дм ³ С з.р.	
		КГМр	КГСр	КГМ	КГС	КГМр	КГС	КГМ	КГС
1									

УВАГА!!!! Отримані значення кількості забруднюючої речовини необхідно порівняти із ГДК цієї речовини.

6. Визначіть концентрацію забруднюючих речовин з стічних водах тваринницького комплексу використавши формули 5 та 6, заповніть таблицю 5. Вихідні дані представлено у табл. 6.

Таблиця 5. Концентрація забруднюючих речовин в стічних водах тваринницького комплексу

Назва забруднюючої речовини	Кількість забруднень на 1 тварину г/добу	Кількість голів	Кількість забр, т/доб N з.р.	Витрата Q, м ³ /с	Концентрація забруднюючої речовини, мг/л Сз.р.

УВАГА!!!! Отримані значення кількості забруднюючої речовини необхідно порівняти із ГДК цієї речовини.

Таблиця 6. Вихідні дані до розрахунку стічних вод тваринницького комплексу

Номер варіанту	Назва забруднюючих речовини	Кількість забруднення на 1 тварину	Кількість голів	Витрати стічних вод, м ³ /с
1	БСК5	0,3	700	0,12
2	Калій	0,2	1000	0,07
3	Азот	0,17	1500	0,11
4	Фосфати	0,34	800	0,09
5	Завислі речовини	0,28	650	0,09
6	БСК5	0,38	2369	0,08
7	Калій	0,41	3000	0,11
8	Азот	0,29	1789	0,12
9	Фосфати	0,47	1800	0,13
10	Завислі речовини	0,3	1200	0,17
11	БСК5	0,3	700	0,12
12	Калій	0,2	1000	0,07
13	Азот	0,17	1500	0,11
14	Фосфати	0,34	800	0,09
15	Завислі речовини	0,28	650	0,09
16	БСК5	0,38	2369	0,08
17	Калій	0,41	3000	0,11
18	Азот	0,29	1789	0,12
19	Фосфати	0,47	1800	0,13
20	Завислі речовини	0,3	1200	0,17
21	БСК5	0,3	700	0,12
22	Калій	0,2	1000	0,07
23	Азот	0,17	1500	0,11
24	Фосфати	0,34	800	0,09
25	Завислі речовини	0,28	650	0,09

Практична робота №7.

Тема роботи: Категорії постів та програми моніторингу морів та океанів

Мета роботи: 1) вивчення особливостей організації системи моніторингу морів і океанів; 2) визначення кількості та місця розташування постів спостереження за морями та океанами.

Основні поняття: вертикаль, категорії постів спостереження, програми спостережень за морями та океанами.

Теоретичні відомості

Для організації спостережень за якістю морської води використовують пункти **трьох категорій**. Категорію пункту спостереження вибирають з урахуванням розміщення та потужності джерел забруднення, а також складу, концентрації забруднюючих речовин, регіональних і фізико-географічних умов. Межі контрольованих районів визначають залежно від фізико-географічних особливостей кожного моря з урахуванням розподілу забруднюючих речовин та гідрометеорологічного режиму.

Пункти I категорії призначені для спостереження за якістю води в прибережних районах, які мають важливе народногосподарське значення. Вони розміщуються у районах водокористування населення; у портах і припортових акваторіях; у місцях нересту та сезонного скупчення цінних риб та інших морських організмів; у місцях скиду міських стічних вод і стічних вод промислових та сільськогосподарських комплексів; у районах розробки та транспортування корисних копалин; на гирловому узмор'ї великих річок.

Пункти II категорії призначені для спостереження за якістю води прибережних районів і районів відкритого моря, а також для дослідження сезонної та річної зміни рівня забрудненості морських вод. Вони розташовуються в районах, де надходження забруднюючих речовин проходить за рахунок міграційних процесів.

Пункти III категорії призначені для спостереження за якістю морських вод у районах відкритого моря, для дослідження річної зміни забруднення морських вод і для розрахунку балансу хімічних речовин.

Отже, спостереження за якістю води в пунктах I категорії проводять в місцях скиду забруднюючих речовин, у пунктах II категорії — в забруднених районах морів та океанів, у пунктах III категорії — у відносно чистих водах (фонові спостереження).

На кожному пункті спостереження **визначають кількість і місцезнаходження вертикалей та горизонталей з урахуванням розміщення та потужності джерел забруднення**, а також складу, концентрації та форми надходження забруднюючих речовин.

Кількість вертикалей у пункті спостереження якості води на гирловому узмор'ї визначається його шириною: при ширині річки менше 100 м — 1 вертикаль, від 100 до 1000 м — 3 вертикалі, більше 1000 м — 5 вертикалей.

Одну вертикаль розміщують посередині русла, а інші — рівномірно по його ширині.

Кількість горизонталей визначають залежно від глибини річки: при глибині річки 1—5 м — горизонти проводять на поверхні та біля дна (2 вертикалі); при глибині 5—10 м — на поверхні, на половині глибини і біля дна (3 вертикалі); при глибині річки більше 10 м — на поверхні, через кожні 5 м та біля дна (5 вертикалей).

В інших ситуаціях кількість горизонталей визначають з урахуванням глибини об'єкта, складу та концентрації забруднюючих речовин.

Під час моніторингу морських вод здійснюють спостереження за такими речовинами:

- нафтовими та хлорованими вуглеводами — на поверхні, на глибинах 5, 10, 20 м і біля дна;
- за синтетичними поверхнево активними речовинами та фенолами — на поверхні, на глибині 10 м та біля дна;

- за важкими металами — на поверхні, на горизонтах 10, 50, 100 м та біля дна.

Додатковим горизонтом при спостереженнях є шар води, де стрибкоподібно змінюється температура.

Достовірність і повноту спостережень забезпечує виконання програм спостережень за якістю морських вод. Вони поділяються на два типи: програми спостережень за фізико-хімічними показниками (табл. 1) і програми спостережень за гідробіологічними показниками (табл. 2).

Таблиця 1. Програма спостережень за якістю морських вод за фізико-хімічними показниками

Показники	Розмірність	Програма спостережень	
		Повна	Скорочена
Нафтові вуглеводи	мг/л	+	+
Розчинений кисень	мг/л, %	+	+
Водневий показник рН	—	+	+
Візуальні спостереження за станом поверхні	—	+	+
Хлоровані вуглеводи, в т.ч. пестициди	мкг/л	+	
Важкі метали (Hg, Pb, Cd, Cu)	мкг/л	+	
Феноли	мг/л	+	
СПАР	мг/л	+	
Додаткові інгредієнти, які специфічними для даного водного об'єкта: азот нітритний, кремній	мг/л мкг/л	+	
Солоність води	‰	+	
Температура води і повітря	°С	+	
Швидкість і напрямок вітру	м/с	+	
Прозорість води	м	+	

Програма спостережень за фізико-хімічними показниками охоплює визначення основних фізичних характеристик і концентрацій забруднюючих речовин.

При візуальних спостереженнях відзначають явища, незвичні для досліджуваного району моря, наприклад плавучі домішки, плівки, масляні

плями; розвиток, накопичення та відмирання водоростей; масовий викид молюсків на берег; підвищення мутності, незвичне забарвлення води.

Таблиця 2. Програма спостережень за якістю морських вод за гідробіологічними показниками

Показники	Одиниці вимірювання	Програма спостережень	
		Повна	Скорочена
Зоопланктон:			
загальна чисельність організмів;	екз./м ³	+	+
видовий склад, кількість і список видів;		+	+
загальна біомаса;	мг/м ³	+	
чисельність основних груп і видів;	екз./м ³	+	
біомаса основних груп і видів	мг/м	+	
Фітопланктон:			
загальна чисельність клітин;	клітин/л	+	+
видовий склад, кількість та список видів;		+	+
загальна біомаса;	г/м ³	+	
кількість основних систематичних груп, чисельність груп		+	
Мікробні показники:			
загальна чисельність мікроорганізмів;	клітин/мл	+	+
концентрація сапрофітних бактерій;	клітин/мл	+	+
концентрація хлорофілу фітопланктону;	мкг/л	+	+
загальна біомаса;	мг/л	+	
кількісний розподіл індикаторних груп морської мікрофлори (сапрофітні, нафтоокислювальні, ксилорокислювальні, фенолоокислювальні, ліполітичні бактерії);	клітин/мл	+	
інтенсивність фотосинтезу фітопланктону		+	

Програма спостережень за якістю морської води за гідробіологічними показниками є доповненням фізико-хімічної програми.

Залежно від категорії пункту спостереження визначають тип програми та терміни проведення спостережень.

У пунктах I категорії спостереження проводять три рази на місяць за фізико-хімічними та гідробіологічними показниками: 1 декада — скорочена програма; 2 декада — повна програма; 3 декада — скорочена програма.

У пунктах II категорії спостереження проводяться 5—6 разів на рік за повною програмою.

У пунктах III категорії спостереження проводять 2—4 рази на рік за повною програмою спостережень.

Виконання обох програм у комплексі дає змогу отримати максимально точну оцінку якості води.

Завдання:

1. Дослідити екологічну ситуацію у Чорному та Азовському морі. Визначити основні забруднювачі цих морів (1-1,5 сторінки).
2. Визначити категорію пункту спостереження, розрахувати кількість пунктів спостереження та обрати програми спостережень за станом морів згідно варіанту (табл. 1).

Таблиця 1

№ варіанту	Місто
1	2
1	Одеса
2	Ялта
3	Гурзуф
4	Залізний порт
5	Маріуполь
6	Бердянськ
7	Чорноморськ
8	Мисхор
9	Євпаторія
10	Арабацька стрілка
11	Ізмаїл
12	Приморськ
13	Коблеве
14	Очаків
15	Затока
16	Южний
17	Скадовськ
18	Лазурне
19	Генічеськ
20	Кирилівка
21	Алушта
22	Алупка

1	2
23	Севастопіль
24	Судак
25	Коктебель

3. Відповідно до варіанту (табл. 2) визначити кількість горизонталей та вертикалей для пункту спостереження.

4. Таблиця 2. Вихідні дані до визначення кількості горизонталей та вертикалей для пункту спостереження.

№ варіанту	Фізико-хімічні показники	Гідробіологічні показники
1	Нафтові вуглеводи	мікробні показники
2	Розчинений кисень	зоопланктон
3	Водневий показник рН	фітопланктон
4	Візуальні спостереження за станом поверхні	мікробні показники
5	Хлоровані вуглеводи	зоопланктон
6	Важкі метали (Hg, Pb, Cd, Cu)	фітопланктон
7	Феноли	мікробні показники
8	СПАР	зоопланктон
9	Азот нітритний	фітопланктон
10	Кремній	мікробні показники
11	Пестициди	зоопланктон
12	Нафтові вуглеводи	фітопланктон
13	Розчинений кисень	мікробні показники
14	Водневий показник рН	Зоопланктон
15	Візуальні спостереження за станом поверхні	фітопланктон
16	Хлоровані вуглеводи	мікробні показники
17	Важкі метали (Hg, Pb, Cd, Cu)	зоопланктон
18	Феноли	фітопланктон
19	СПАР	мікробні показники
20	Азот нітритний	зоопланктон
21	Кремній	фітопланктон
22	Пестициди	мікробні показники
23	Нафтові вуглеводи	зоопланктон
24	Розчинений кисень	фітопланктон
25	Водневий показник рН	мікробні показники

Практична робота №8

Тема роботи: Особливості організації геологічного моніторингу у місцях видобутку корисних копалин

Мета роботи: 1) Ознайомитись з організацією системи моніторингу геологічного середовища; 2) навчитись планувати проведення моніторингу геологічного середовища.

Основні поняття: моніторинг геологічного середовища, полігон проведення моніторингу геологічного середовища, опорні полігони, фонові полігони.

Теоретичні відомості

В залежності від типу моніторингу геологічного середовища (МГС), використовують 4 основні групи спостережень: інвентаризаційні, ретроспективні, режимні і методичні.

Інвентаризаційні спостереження містять в собі набір трудомістких та вартісних спостережень за об'єктами геологічного середовища (ГС), які, зазвичай, не входять до складу режимних спостережень. Ці спостереження за окремий період можуть проводитись з черговістю 1 раз на рік (або на 2-3 роки і більше) за найбільш консервативними елементами ГС, а також при визначенні фонових значень 422 параметрів ГС на територіях, які не порушені техногенними навантаженнями.

Ретроспективні спостереження спрямовані на виявлення тенденцій розвитку ГС, або його компонентів, встановлення закономірностей їх змін. Ретроспективні спостереження складають основу для вирішення прогностичних задач в МГС. За терміном і періодичністю проведення мають бути різними в залежності від того, наскільки інтенсивні зміни елементів ГС.

Режимні стаціонарні спостереження – це спостереження за динамікою процесів (явищ) на стаціонарних ділянках, точках, пунктах з метою виявлення їх закономірностей і обумовленості. Вони відображають тимчасові (річні, сезонні, місячні, добові і т. ін.) коливання параметрів ГС. Мережа режимних спостережень (наприклад, інженерно-геологічних і гідрогеологічних), які

мають деякі риси автономності, повинна органічно вписуватися в загальну структуру МГС.

Методичні спостереження спрямовані на вдосконалення методів МГС, або створення нових методів. Вони часто проводяться до ретроспективних і режимних спостережень. Особливо значна їх роль на початковій стадії організації мережі МГС.

Для кожної мережі спостережень при цьому розробляється програма спостережень. За аналогією зі спостереженнями за іншими природними середовищами при розробці програми спостережень необхідно відповідати на питання: що, де, чим (як), з якою частотою і періодичністю проводити спостереження?

Мережі спостережень у межах ГС формуються у тривимірному просторі і, в залежності від масштабу досліджень або рангу ГС, мають бути детальними, локальними, регіональними і національними.

Розрізняють точку спостереження (точку відбору проби ґрунту, свердловину, джерело і т. ін.) та пункт спостереження (гідрогеологічний, інженерно-геологічний, геофізичний і т. ін.), полігон спостережень, який забезпечує групу спостережень, наприклад, гідрогеологічних.

Полігони детальних спостережень призначені для вирішення задач збору попередньої інформації на ділянках, типові умови яких відповідають опорному полігону. Опорний полігон відповідає локальному рівню досліджень на типовій (опорній) ділянці району з однотипним ГС.

Різновиди опорних полігонів - **фонові полігони**, які призначені для збору інформації про ГС на територіях, які не порушені техногенними процесами. Сукупність опорних полігонів утворює полігон регіональних досліджень. Окрім того, можуть утворюватися **спеціальні полігони**, які призначені для спостережень за станом ГС на екологічно небезпечних об'єктах (наприклад, в районах існуючих АЕС), а також дослідно-методичні полігони і полігони для наукових досліджень.

Серед дистанційних методів спостережень в системі МГС використовуються **аерокосмічні методи** (телевізійна, інфрачервона, радіолокаційна і фотозйомка і т. ін.). Окрім того, широко використовуються геофізичні методи (сейсмоакустичне зондування, електричне зондування, термометрія і т. д.).

Проведення еколого-геологічних досліджень передбачає такі стадії: підготовча, польова, аналітична і стадія камеральних робіт. Особливістю їх є необхідність комплексного вивчення ГС шляхом проведення геологічних, геохімічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, ландшафтних та інших досліджень, а також аналізу матеріалів аерокосмічних зйомок. Це дозволяє в сукупності оцінити стан ГС, спрямованість процесу техногенезу і еколого-геологічної ситуації на території, яку ми вивчаємо.

Перспективним напрямком при вдосконаленні методів екологогеологічного картографування є аерокосмічні (дистанційні) дослідження, які дозволяють створити оперативні моделі сучасного стану геологічного середовища. Аналіз методичних підходів до складання карт екологічного змісту показує, що основним принципом створення подібних моделей є відображення природних і техногенних чинників динаміки навколишнього середовища.

При проведенні моніторингу геологічного середовища за об'єктами видобутку корисних копалин необхідно:

1. Охарактеризувати тип видобутку гірських порід (родовище, кар'єр, шахта, свердловина, тощо). Метод видобутку.

2. Провести картографування типу використання надр. (позначити на карті ваше родовище).

3. Оцінити стан геологічного середовища досліджуваного об'єкту і встановити його вплив на природні процеси, які протікають на прилеглий території:

1) ґрунтово-кліматичні умови та рослинні угруповання прилеглих територій;

2) ендегенні і екзогенні геологічні процеси, які впливають на формування геологічного середовища (зсуви, карсти, яроутворення та ін. процеси природного характеру);

3) чи входить досліджуваний об'єкт до територіально-промислових (чи є поблизу вашого родовища промислові підприємства), паливно-енергетичних комплексів, промислово-міські агломерації (наявність міст чи сіл поблизу родовища).

4. Розробити рекомендації з обмеження та попередження несприятливих і небезпечних геологічних та техногенних процесів, а також раціонального використання корисних ресурсів.

Завдання:

1. Опишіть вплив гірничої промисловості на навколишнє природне середовище на людину.

2. Охарактеризуйте 4 рівні (класи) природно-антропогенних порушень.

3. Розробіть рекомендації з обмеження та попередження несприятливих і небезпечних процесів у геологічному середовищі згідно варіанту (табл. 1).

Номер варіанту	Назва регіону	Об'єкт спостереження
1	2	3
1	Закарпаття	видобуток Баритових руд Берегівське родовище
2	Рівненська область	артезіанські свердловини
3	Житомирська область	Омелянівське родовище граніту
4	Житомирська область	Головинське родовище лабрадориту
5	Кіровоградська область	Кіровоградське родовище вогнетривких глин
6	Івано-Франківська область	Довбушанське нафтогазове родовище
7	Харківська область	Коробочкинське газоконденсатне родовище
8	Донецька область	Маріупольське родовище залізної руди
9	Дніпропетровська область	Малишівське (Самотканське) родовище
10	Кіровоградська область	Новокостянтинівське уранове родовище
11	Черкаська область	Черкаське родовище бентонітових глин
12	Миколаївська область	Сафонівське уранове родовище
13	Львівська та Волинська області	Львівсько-Волинський вугільний басейн
14	Запорізька область	Біляївське родовище каоліну
15	Кіровоградська область	Новокостянтинівське уранове родовище

1	2	3
16	Житомирська область	Федорівське титан-апатитове родовище
17	Кіровоградська область	Капітанівське нікелеве родовище
18	Луганська область	Бобриківське родовище золота
19	Кіровоградська та Черкаська області	Бовтиське родовище горючих сланців
20	Дніпропетровська область	Петрівське графітоносне родовище
21	Вінницька область	Хмільницьке родовище мінеральних радонових вод
22	Вінницька область	Жежелівське родовище граніту
23	Житомирська область	Коростишівське родовище граніту
24	Запорізька область	Новополтавське рідкіснометалічне
25	Дніпропетровська область	Просянівське родовище каолінів

Практична робота №9

Тема роботи: **Основні підходи до моніторингу вмісту забруднюючих речовин у ґрунті**

Мета роботи: 1) вивчення ґрунтового моніторингу; 2) визначення структури та програми спостережень за ґрунтом.

Основні поняття: моніторинг ґрунту, види спостережень, пункт спостереження.

Теоретичні відомості

Як правило, важкими металами забруднені значні території навколо населених пунктів, що зв'язано із значними викидами автотранспорту міста, промисловості, неорганізованих викидів. Тому для відбору ділянок спостережень за важкими металами користуються наступним методом.

Довжина зони забруднення важкими металами визначається метеорологічними умовами: напрямом і швидкістю вітру. Населений пункт, розміщують в центрі плану, з центру за допомогою циркуля наносять кола з радіусами 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 20; 30 км тобто визначають зону можливого забруднення території. На підготовлений план місцевості наносять контури багаторічної рози вітрів.

Найбільший вектор, який відповідає найбільшому повтору вітрів, відкладають в підвітряну сторону, його довжина становить 25-30см (25-30 км). Таким чином, в контур, утворений розою вітрів, схематично включається територія найбільшої забрудненості важкими металами. В напрямі радіусів будуються сектора шириною 200-300м поблизу джерела забруднення з поступовим розширенням до 1-3 км. В місцях перетину вісі секторів з колами розміщують ключові ділянки, на них сітку опорних розрізів, пункти і майданчики взяття проб.

Ключова ділянка – ділянка площею 1-10 га, яка характеризує типові поєднання ґрунтових умов і умов рельєфу, рослинності та інших компонентів фізико-географічного середовища.

Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами в містах і їх околицях має експедиційний характер. Перед реалізацією польової програми таких спостережень визначають кількість точок відбору проб, складають схему їх територіального розміщення, планують польові маршрути і послідовність робіт, встановлюють терміни виконання робіт, формують топографічний матеріал і ґрунтові карти, проводять інвентаризацію джерел забруднення прилеглих територій.

Матеріал для аналізу рекомендовано збирати в сухий період року — влітку або ранньою осінню (період збирання врожаю основних сільськогосподарських культур). При стаціонарних спостереженнях відбір проб проводять незалежно від експедиційних робіт. Повторний моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами обстеженої території здійснюють через 5—10 років.

Забруднення ґрунтового покриву, внаслідок діяльності промислового сектору, пояснюється осіданням твердих частинок, а також попаданням забруднюючих речовин в результаті мокрого очищення атмосфери. Дослідження показують, що найбільшому впливу підлягають ґрунти, які знаходяться в зоні максимального впливу газових викидів.

Встановлення площі забруднених земель речовинами, що викидаються підприємствами:

$$S=\pi*R^2 \quad (1)$$

R — максимальна відстань формування найбільшої концентрації забруднюючої речовини.

Приймаємо, що вплив автотранспорту найбільш приходить на придорожню зону (20-50м), розраховуємо площу забруднених земель, визначаємо % забруднення загальної площі ґрунтів:

$$X=F_{\text{заб}} * 100\% / F_{\text{заг}} \quad (2)$$

де $F_{\text{заб}}$ – площа забруднених ґрунтів під впливом автотранспорту, $F_{\text{заг}}$ – загальна площа ґрунтів, що досліджується (площа вашого населеного пункту **в га!!!**).

Для оцінки забруднення ґрунтів пестицидами ґрунтові проби відбирають 2 рази на рік (весною після посіву і восени після збору врожаю). При встановленні багаторічної динаміки залишку пестицидів спостереження проводять не менше 6 разів у рік (1 раз перед посівом, 2-4 рази під час вегетації культури, 1-2 рази в період збору врожаю).

Кількість проб визначається за формулою:

$$N = \frac{S_{op.з}}{S_d} * n, \text{ шт.}$$

$S_{op.з}$ – загальна площа орних земель, га

S_d – площа поля, що характеризується однією пробою, га

n – скільки разів на рік відбираються проби ($n=2$ для оцінки ґрунтів, $n=6$ для визначення динаміки зміни вмісту пестицидів).

Завдання:

1. Проведіть розрахунок площі забруднення земель забруднюючими речовинами, що викидає завод використавши формулу 1 та вихідні дані таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані до визначення хімічного забруднення ґрунтів під дією промислових викидів

Номер варіанту	Підприємство	Забруднююча речовина, які викидається	Відстань формування конц. в межах ГДК, R, м
1	2	3	4
1	Хімічний завод	Сірчистий ангідрид	800
2	Азбестовий завод	Сірководень	1000
3	Металообробний завод	Сірчаний газ	300
4	Машинобудівний завод	Сажа	500
5	Паперовий завод	Окис вуглецю	110
6	Цукровий завод	азоту діоксид	400
7	Хлібозавод	Пил нетоксичний	300
8	Спиртовий завод	Двоокис азоту	2000
9	Металургійне підприємство	Пил нетоксичний	600
10	Хімічний завод	Бензол	100
11	Сміттєспальвальний завод	Манган та його сполуки	200

1	2	3	4
12	Азбестовий завод	Сірчистий ангідрид	660
13	Металообробний завод	Сажа	190
14	Машинобудівний завод	Сірководень	50
15	Паперовий завод	Вуглеводні	900
16	Цукровий завод	Окис вуглецю	80
17	Хлібозавод	азоту діоксид	700
18	Спиртовий завод	Пил нетоксичний	350
19	Металургійне підприємство	Манган та його сполуки	1500
20	Хімічний завод	Аміак	140
21	Азбестовий завод	Сірчистий ангідрид	110
22	Металообробний завод	Сажа	400
23	Машинобудівний завод	Сірководень	300
24	Паперовий завод	Вуглеводні	2000
25	Цукровий завод	Окис вуглецю	600

Таблиця 2. Результати розрахунку площі забруднених ґрунтів від підприємства

Підприємство	Забруднююча речовина, які викидається	Відстань формування конц. в межах ГДК, R, м	ГДК забруднюючої речовини	Площа забруднених ґрунтів, га

2. Побудуйте розу вітрів (за місце розташування заводу брати свій населений пункт) та розрахувати кількість контрольних точок спостереження за вмістом важких металів у ґрунті.

3. Визначіть площі земель, що підлягають впливу автотранспорту (вихідні дані у таблиці 3).

4. Організуйте спостереження і контроль за забрудненням ґрунтів пестицидами

Вихідні дані до роботи (табл. 3).

Таблиця 3.

№ варіанту	Площа забруднених ґрунтів під впливом автотранспорту (Fзаб), га	Загальна площа орних земель (Sor.з.), га	Площа поля, що характеризується однією пробою (S д.), га
1	2	3	4
1	8	78	5
2	17	100	2
3	5	150	3
4	20	100	6
5	10	15	1
6	8	60	8
7	17	400	7
8	5	950	15
9	20	200	10
10	10	70	5
11	8	78	10
12	17	100	2
13	4	130	3
14	15	110	4
15	9	10	2
16	8	60	8
17	17	400	100
18	5	950	200
19	20	200	10
20	10	70	5
1	2	3	4
21	8	78	5
22	17	100	2
23	4	130	3
24	15	110	6
25	9	10	2

5. Зробіть висновки про моніторинг ґрунтів у вашому населеному пункті.

Практична робота №10.

Тема роботи: Організація та функціонування громадського моніторингу на прикладі системи моніторингу атмосферного повітря в Україні

Мета роботи: 1) вивчення особливостей громадського моніторингу; 2) познайомитись із функціонуванням громадського моніторингу атмосферного повітря в Україні.

Основні поняття: громадський моніторинг довкілля, автоматичні станції моніторингу повітря, інформаційний канал, надзвичайні екологічні ситуації, екологічна освіта, екологічна свідомість.

Теоретичні відомості

Громадський моніторинг – комплекс заходів, які проводяться громадськими організаціями з метою визначення проблем з якістю довкілля в населених пунктах і формування зауважень до діяльності центральних органів державної влади та органів місцевого самоврядування під час здійснення ними управлінських функцій.

Основними методами громадського моніторингу є :

1) аналіз нормативно-правових документів, що регламентують діяльність органів влади на різних рівнях (локальному, регіональному та державному);

2) подання інформаційних запитів і звернень до органів державної влади та місцевого самоврядування з метою отримання актуальної інформації про стан навколишнього середовища;

3) спостереження за роботою місцевих та державних органів влади, а також за отриманням ними оперативної інформації про стан навколишнього середовища, належний науковий аналіз отриманої інформації для подальшого прийняття управлінських рішень.

Громадський моніторинг за складовими довкілля, який включає мережу автоматичних станцій моніторингу, встановлених громадськими організаціями та/або окремими громадянами. Європейське агентство з навколишнього середовища визнає надзвичайно перспективним, зокрема, у своєму звіті №19

від 2019 року вводить поняття "Citizen Science", або ж "Public Science", що описує саме ці станції громадського моніторингу довкілля.

Основними особливостями організації станцій громадського моніторингу атмосферного повітря в Україні є наявність електроживлення та Wi-Fi-з'єднання для передачі даних з кожної станції в мережу громадської системи моніторингу.

Прикладами системи громадського моніторингу стану атмосферного повітря є дві станції, встановлені на території Національного університету біоресурсів та природокористування України, зокрема на фасадах 3-го та 4-го корпусів, стаціонарні автоматичні станції моніторингу стану атмосферного повітря (відповідно станції зареєстровано на платформах Eco City та SaveDnipro). Ці станції входять до українських мереж громадського моніторингу Eco-Sity та SaveEcoBot, а також всесвітньої мережі AirPollution які поєднують дані про забруднення, джерела забруднень та інструменти захисту довкілля в Україні.

Найбільш функціональною є станція моніторингу повітря AirFreshMax яка вимірює дрібнодисперсний пил фракцій 2,5 та 10 мкм (PM2.5, PM10), CO, NO₂, NH₃, SO₂, O₃, радіаційний фон, температуру, тиск і вологість повітря.

Станції громадського моніторингу підключаються до мережі інтернет через Wi-Fi, проводять вимірювання кожні 145 секунд та відправляють дані до наступних онлайн-ресурсів:

- платформа SaveEcoBot, яка складається за інтерактивної мапи та чат-бота ([Telegram](#), в [Facebook](#), в [Viber](#) чи в [Skype](#));
- платформа системи громадського моніторингу якості повітря Eco City;
- [aqicn.org](#) – глобальна карта забруднення повітря, яка охоплює весь світ.
- [OpenSenseMap.org](#) – відкрита карта, де кожен бажаючий має можливість додати сенсор та публікувати дані.

Станції громадського моніторингу встановлено мешканцями міст, незалежними проектами, організаціями та органами місцевого самоврядування, такими як: Save-Dnipro, luftdaten.info, Eco City, AirVisual, ЛУН Місто Air, Air Pollution, Kyiv Smart City, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Одеський державний екологічний університет, Український гідрометеорологічний центр, Європейська система обміну радіологічними даними.

Завдання:

1. Визначіть види моніторингу з точки зору можливості проведення їх громадського моніторингу (конспект).
2. Напишіть есе про роль громадськості у вирішенні екологічних проблем.
3. Зробіть аналіз даних громадського моніторингу стану атмосферного повітря на сайті екочат-боту SaveEcoBot у населеному пункті згідно варіанту (таблиця 1) за **4 останні доби**.

Таблиця 1. Перелік населених пунктів для проведення аналізу громадського моніторингу стану атмосферного повітря

Номер варіанту	Населений пункт
1	2
1	Біла церква
2	Вінниця
3	Житомир
4	Запоріжжя
5	Ізмаїл
6	Київ
7	Краматорськ
8	Кременчук
9	Кропивницький
10	Кривий ріг
11	Луцьк

1	2
12	Львів
13	Маріуполь
14	Нова Каховка
15	Обухів
16	Одеса
17	Полтава
18	Рівне
19	Слов'янськ
20	Суми
21	Тернопіль
22	Харків
23	Хмельницький
24	Черкаси
25	Чернівці

Занести результати досліджень у таблицю 2.

Таблиця 2. Результати стану атмосферного повітря у місті за даними сайту SaveEcoBot

№ з/п	День тижня(дата)	Показники	Середньодобове значення показника	Висновок про стан атмосферного повітря у досліджуваному місті
1.	Понеділок 26.10.2020	PM 2.5		
		PM10		
		Індекс якості атмосферного повітря		
2.				

5. Порівняйте дані громадських автоматичних станцій спостереження за атмосферним повітрям з даними стаціонарних державних постів спостережень, що знаходяться у вашому населеному пункті з врахуванням положень Постанови КМУ №827 від 14.08.2019 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».

УВАГА!!! Порівняння повинно містити діаграми, таблиці-порівняння та відповідні висновки, що встановлені вами в результаті вашого дослідження.

Практична робота №11.

Тема роботи: Моніторингові дослідження лісової екосистеми на прикладі моніторингової ділянки кафедри загальної екології та безпеки життєдіяльності НУБіПУ на території Голосіївського парку

Мета роботи: 1) вивчення лісового моніторингу; 2) дослідження стану лісових насаджень на моніторинговій ділянці кафедри загальної екології та безпеки життєдіяльності НУБіПУ на території Голосіївського парку.

Основні поняття: лісовий моніторинг, стан лісової екосистеми.

Теоретичні відомості

Стан лісової екосистеми характеризується як загальним станом всієї рослинності, та біологічною продуктивністю деревних порід.

Продуктивність екосистем — це кількість органічної речовини (в одиницях маси або енергії), що виробляється з одиниці поверхні за одиницю часу.

Основним завданням програми моніторингу лісів є поглиблення знань про причинно-наслідкові зв'язки між забрудненням повітря і станом лісів на основі тривалих і широкомасштабних спостережень за їх станом. В рамках цієї програми збирається інформація про просторові та часові зміни стану лісів і одночасно покращується розуміння причин погіршення стану лісів.

Екологічний моніторинг лісів в Україні здійснюється в рамках міжнародної програми моніторингу лісів ICP Forests (з 1986 року) та у відповідності до «Положення про державну систему моніторингу довкілля», починаючи з 1993 року.

Держлісагентством України проведені роботи по запровадженню концепції наближеного до природи ведення лісового господарства, що забезпечує стале багатофункціональне ведення лісового господарства та лісокористування, вирощування більш стійких і продуктивних різновікових мішаних лісів та більш широке застосування вибіркового рубок головного користування і рубок переформування на основі екологічно обґрунтованих технологій заготівлі деревини. При цьому зберігається біотичне





різноманіття лісових екосистем, характерною є постійна стабільність водоохоронних, захисних, кліматорегулюючих, санітарно-гігієнічних, оздоровчих та інших корисних властивостей лісів.

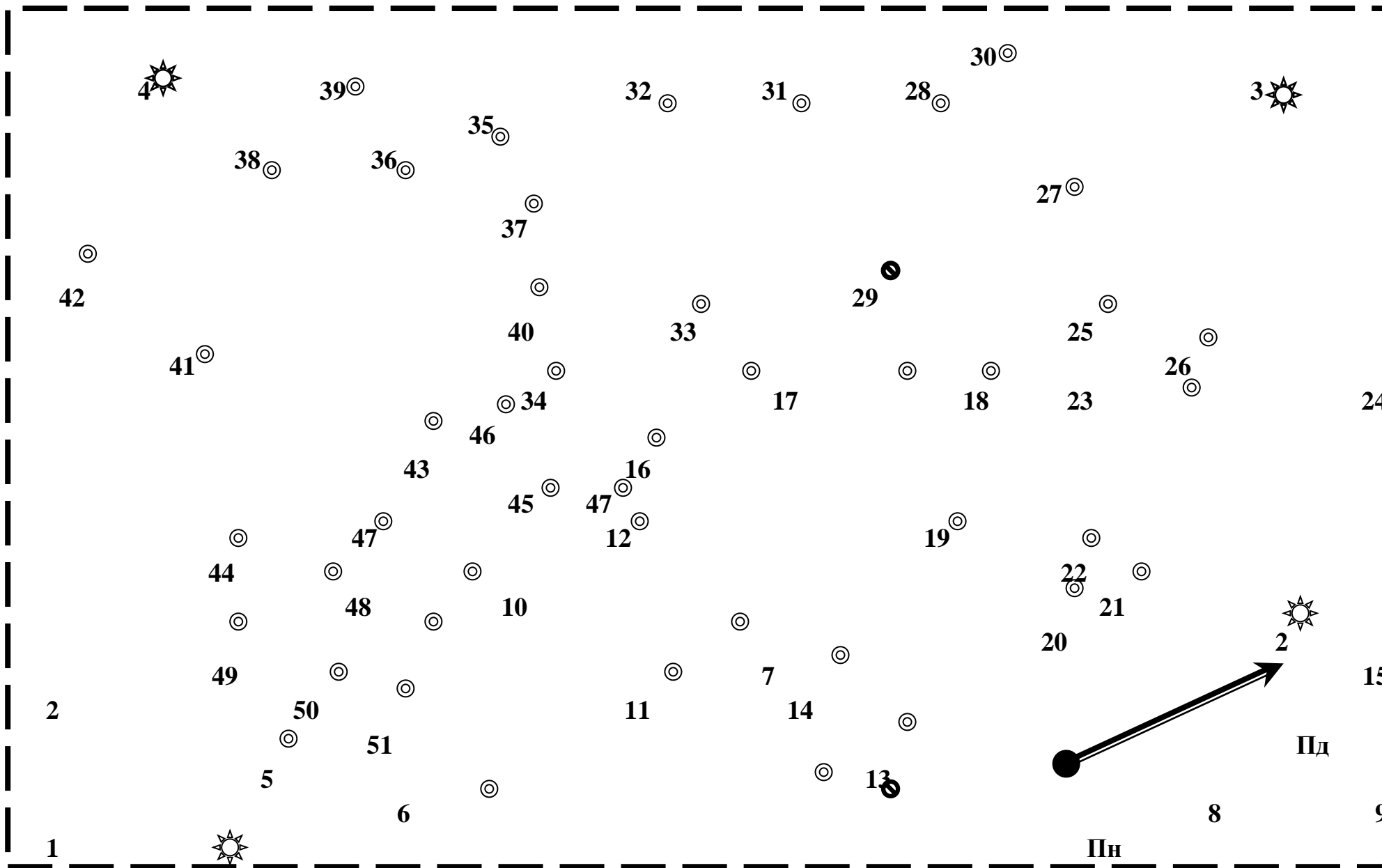
В Національному університеті біоресурсів і природокористування України моніторингова ділянка (площею близько 150 кв. м) створена у 2007 році на кафедрі Загальної екології та безпеки життєдіяльності. Площа для моніторингу закладена неподалік від 4-го корпусу (200 м на південний схід).

Завдання:

1. Визначіть особливості міжнародної системи моніторингу лісів ICP Forests в Україні.
2. Проведіть візуальний огляд і визначити загальний стан ділянки (рис.1).
3. Виконайте вимірювання діаметрів дерев на висоті 1,2 метра від поверхні землі (від найвищої точки поверхні біля основи стовбура).
4. Згідно з графіком рис. 2 розрахуйте орієнтовну біомасу кожного дерева і загальну біомасу дерев. При розрахунках приросту біомаси дерев використовуючи графік співвідношення маси і діаметра деревних рослин (рис. 2) на висоті 1,2 м (за Duvigneaud,1980).
5. За даними табл.1 визначіть приріст біомаси за 2009-2020 роки. Зробіть висновки про динаміку зміни біомаси лісової екосистеми дослідної ділянки з 2009 до 2020 року.

Умовні позначення на схемі:

-  - дерева по яких закладалась дослідна ділянка.
-  - дерева які росли на початок 2007 року.
-  - дерева які відмерли.  – напрям на південь



1 Рис. 1. Схема розташування дерев моніторингової ділянки

Таблиця 1 Завдання до виконання моніторингових досліджень

№ дерева	Назва дерев	2009			20__						Приріс т біомаси
		обхват L, см.	діаметр D, см.	біомаса дерев	L ₁ , (см)	L ₂ , (см)	L ₃ , (см)	L _{сер} , (см)	D, см	біомаса дерев	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Граб	155	49								
2	Клен	220	86								
3	Дуб	350	112								
4	Граб	147	46								
5	Граб	124	39								
6	Граб	96	31								
7	Граб	78	25								
8	Граб	90	29								
9	Повал-не	-	-								
10	Граб	85	27								
11	Граб	104	33								
12	Граб	92	29								
13	Граб	84	27								
14	Граб	80	25								
15	Береза	177	56								
16	Клен	88	27								
17	Клен	140	45								
18	сухе	-	-								
19	Граб	100	32								
20	Граб	104	33								
21	Липа	155	46								
22	Липа	123	39								
23	Граб	136	43								
24	Граб	137	44								
25	Граб	88	28								
26	Граб	63	21								
27	Граб	70	22								
28	Граб	220	70								

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
29	Повалене	-	-		-	-	-		-			
30	Граб	97	31									
31	Граб	80	25									
32	Клен	170	54									
33	Граб	84	27									
34	Граб	95	30									
35	Граб	94	30									
36	Клен	120	38									
37	Граб	82	26									
38	Клен	64	20									
39	Клен	110	35									
40	Клен	135	43									
41	Граб	87	27									
42	Клен	73	24									
43	Береза	182	58									
44	Граб	80	26									
45	Граб	115	37									
46	Граб	116	38									
47	Граб	107	34									
48	Граб	150	47									
49	Граб	126	40									
50	Граб	89	28									
51	Граб	179	58									
Заг. біомаса дерев					Заг. біомаса дерев							

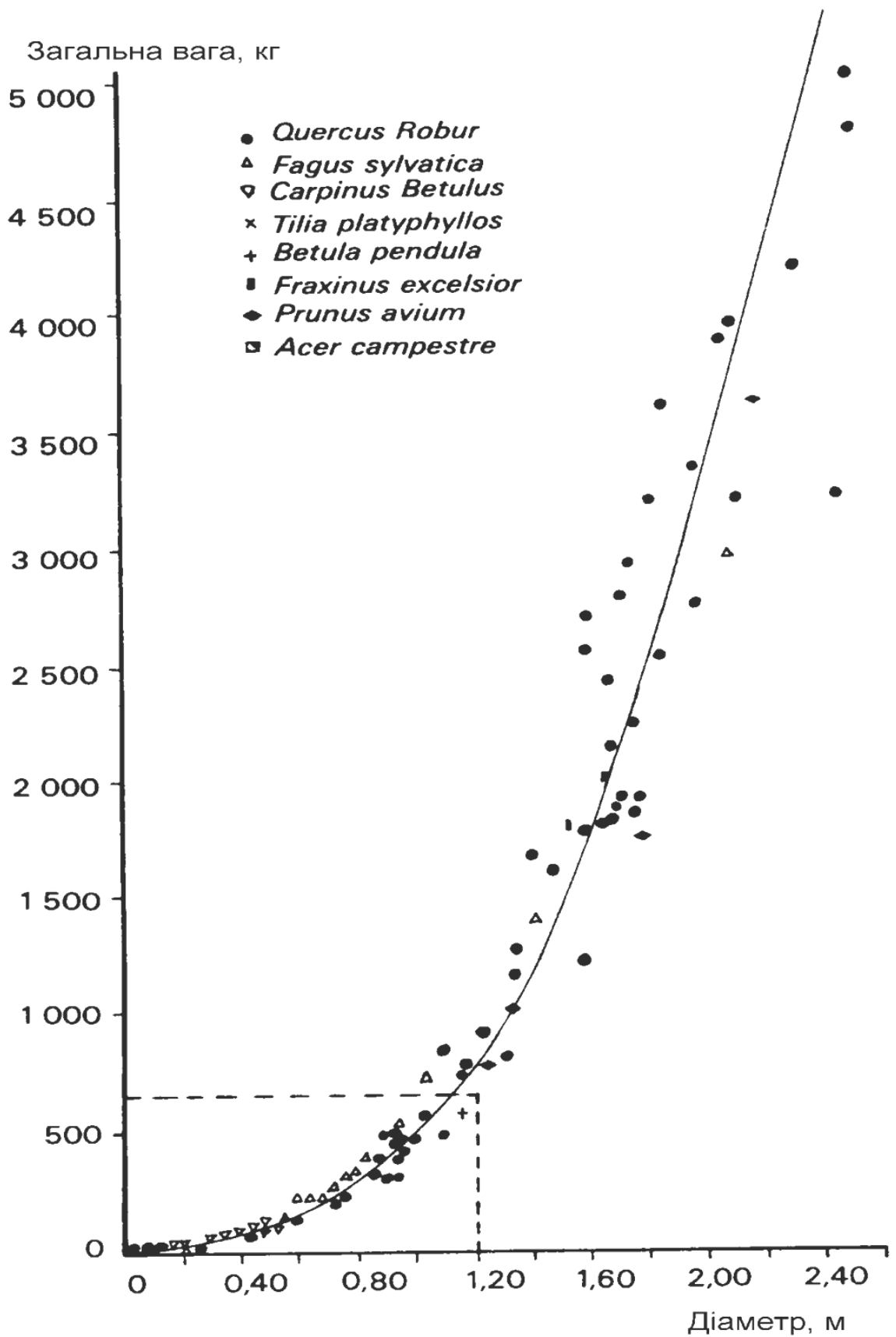


Рис. 2. Співвідношення маси і діаметра деревних рослин на висоті 1,2 м (за *Duvigneaud*, 1980)

Практична робота №12.

Тема роботи: Особливості проведення біотичного моніторингу на прикладі біоіндикації та біотестування

Мета роботи: встановлення особливостей проведення біотичного моніторингу.

Основні поняття: біотичний моніторинг, тест-організм, біоіндикація, біотестування.

Теоретичні відомості

Одним з найбільш оперативних методів отримання інформації про якісний стан довкілля є методи біотичного моніторингу, зокрема, біоіндикація.

Для біоіндикації найбільш поширеним є використання рослин, оскільки вони є найбільш чутливими організмами до змін якості природного середовища, в першу чергу вони реагують на вміст забруднюючих речовин у повітрі, воді та ґрунті.

Існує три способи одержати кількісну характеристику стану навколишнього природного середовища через реакцію рослини на забруднення:

- 1) зіставити ступінь викликаного ушкодження рослин з відомою концентрацією забруднюючої речовини в навколишньому середовищі;
- 2) використовувати рослину як живий колектор (пробовідбірник);
- 3) виміряти кількість забруднюючої речовини або зв'язаного з нею метаболіту і співвіднести отримане значення з концентрацією забруднюючої речовини у повітрі, воді або ґрунті.

При проведенні біотичного моніторингу використовують методи пасивної і активної біоіндикації. *Пасивна біоіндикація* передбачає використання як індикаторних організмів найбільш чутливі види живих організмів, які є доступними для візуального спостереження. Наприклад, риби для водних середовищ і великі безхребетні (жувелиці, дощові черв'яки) – для ґрунтів.

У випадку *активної біоіндикації (експрес-методів)* покладена висока чутливість індикаторного тест-об'єкта до мінімальної кількості забруднюючої речовини, яка впливає не лише на рівні організму, а й на рівні популяції та угруповань. Головна перевага активної біоіндикації полягає в можливості визначення наявності забруднення у елементах навколишнього природного середовища уже на мінімальних його рівнях.

Індикаторні організми повинні вивчатися у комплексі і на всіх стадіях прояву токсикозу, який визначається особливостями дії токсиканту та його концентрацією у середовищі.

Біотестування – це процедура встановлення токсичності середовища за допомогою тест-об'єктів, що сигналізують про небезпеку незалежно від того, які речовини і в якому поєднанні викликають зміни життєво важливих функцій у тест-об'єкті.

У переважній більшості біотестування проводиться у лабораторних умовах для встановлення рівня токсичності тих чи інших речовин на різні тест-системи.

Тест-об'єкт – це тварина, рослина, мікроорганізм, а також клітина, субклітина, хімічні та фізичні системи або їх комбінація, які використовуються для визначення наявності чи вмісту забруднюючих речовин у різних об'єктах довкілля.

Біологічні тест-системи показують *загальний індекс токсичності* атмосферного повітря, води або ґрунту для живих організмів та дозволяють визначити наявність чи кількість токсичних речовин у навколишньому середовищі, навіть у незначній для інших живих організмів концентраціях.

Завдання:

1. Описати токсикант, шляхи його потрапляння у навколишнє природне середовище. Обрати забруднюючу речовину потрібно з таблиці 1 згідно вашого порядкового номеру у списку групи. Обрати рослини-індикатори для вашої конкретної забруднюючої речовини та охарактеризувати їх реакцію на неї.

Таблиця 1. Варіанти до завдання 1

Номер варіанту	Забруднююча речовина
1	Молібден (Mo)
2	Сполуки Кобальту (Co)
3	Хлор (Cl ₂)
4	Фосфати
5	Свинець (Pb)
6	Сполуки Кадмію (Cd)
7	Нікель (Ni)
8	Манган (Mn)
9	Хром (Cr)
10	Арсен (As)
11	Пропілен
12	Суміш нафтових газів
13	Розчинні сульфати
14	Двоокис сірки (SO ₂)
15	Фтористий водень (HF)
16	Озон (O ₃)
17	ПАН
18	Фотохімічні оксиданти
19	Аміак (NH ₃)
20	Пил
21	Формальдегід
22	Оксиди вуглецю (CO, CO ₂)
23	Оксиди азоту (NO, NO ₂)
24	Радіоактивні речовини
25	Нітрати

- Для забруднюючої речовини згідно варіанту (таблиця 1) визначіть тест-об'єкти та методики для проведення біотестування у лабораторних умовах.
- Зробіть висновки про важливість проведення біотичного моніторингу довкілля.

Практична робота №13.

Тема роботи: Статистична обробка даних кліматичного моніторингу

Мета роботи: проведення статистичних даних отриманих від кліматичного моніторингу довкілля

Основні поняття: кліматичний моніторинг, статистична обробка, апроксимація, середнє арифметичне.

Теоретичні відомості

Одними із основних завдань кліматичного моніторингу довкілля є прогнозування погодних умов; короткочасних та довгочасних кліматичних змін; контроль за глобальними змінами клімату.

Клімат – це статистична сукупність таких метеорологічних елементів та атмосферних явищ як атмосферний тиск, вітер, температура, вологість, опади, сонячне випромінювання, які спостерігаються у даному регіоні упродовж тривалого проміжку часу. Клімат характеризує сукупність станів, через які проходить система «гідросфера-літосфера-атмосфера» за декілька десятиріч.

Погода – це сукупність поточних метеорологічних елементів та атмосферних явищ, що спостерігаються у даний момент часу у тій чи іншій точці простору.

Кліматичний моніторинг – система спостережень, оцінювання, прогнозування змін і коливань кліматичної системи “атмосфера-гідросфералітосфера-біота”.

Кліматичний моніторинг передбачає: вимірювання основних метеорологічних параметрів, вивчення та аналіз явищ та процесів, що характеризують відповідний стан погоди; визначення реакції кліматичної системи, вплив її елементів на природні й антропогенні зміни; оцінювання внутрішніх та зовнішніх факторів, які впливають на клімат та стан кліматичної системи; визначення можливих фізичних та екологічних перетворень у довкіллі, що відбуваються внаслідок кліматичних змін та коливань.

Для аналізу закономірностей процесів і явищ, що змінюються у часі й у просторі, найбільш поширеними є:

1. Порівняння даних та визначення їх максимуму і мінімуму.
2. Середнє арифметичне метеоданих добове, місячне і річне
3. Визначення дисперсії, медіани, моди.
4. Визначати тільки середнє арифметичне значення (математичне очікування) та середньоквадратичне відхилення.

Усі програми статистичної обробки даних можна розділити на професійні, напівпрофесійні (популярні) та в спеціалізовані. Статистичні програми ставляться до наукоємному програмному забезпеченню, ціна їх часто недоступна індивідуальному користувачеві. Професійні пакети включають велику кількість методів аналізу, а популярні пакети - кількість функцій, достатніх для універсального застосування. Спеціалізовані ж пакети орієнтовані на якусь вузьку область аналізу даних.

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences, PASW Statistics - Predictive Analytics SoftWare (SPSS: An IBM Company, Inc.). Потужний, але й дорогий статистичний пакет обробки даних. Один із лідерів ринку в області комерційних статистичних продуктів, призначених для проведення прикладних досліджень в соціальних науках. Найбільш відомий і найстаріший пакет статистичної обробки даних. Модульний, повністю інтегрований, має усі необхідні можливості програмного комплексу, охоплює всі етапи аналітичного процесу: планування, збір даних, доступ до даних і керування даними, аналіз, створення звітів та поширення результатів. Має зручний інтерфейс. Містить досить повний набір статистичних (усього понад 60) та графічних процедур, а також процедур для створення звітів. Має вбудований засіб, що виконує інтелектуальну функцію, наприклад, пояснює користувачеві, яку статистику краще застосувати в кожному конкретному випадку.

Statistica (StatSoft, Inc.) — добре збалансоване за співвідношенням «потужність/зручність» ПЗ. Має широкий спектр функціональних алгоритмів

і розвинену графіку, а також відповідні засоби для редагування графічних матеріалів. Містить більше 250 статистичних функцій. Користувач має знати статистичну термінологію, а об'ємна довідкова система дає змогу досить повно ознайомлюватися з алгоритмами, що використовуються. Вбудовані функції об'єднані спеціалізованими статистичними модулями: основні статистики і таблиці, непараметрична статистика, дисперсійний аналіз, множинна регресія, нелінійне оцінювання, аналіз часових рядів і прогнозування, кластерний аналіз, факторний аналіз, функціональний аналіз, дискримінанта, аналіз тривалості життя, канонічна кореляція, багатовимірні шкали, моделювання структурними рівняннями тощо.

MathCAD (Parametric Technology Corp.). Потужний пакет для математичних розрахунків, розв'язання рівнянь, побудови графіків тощо. Є системою комп'ютерної алгебри з класу систем автоматизованого проектування, орієнтована на підготовку інтерактивних документів з обчисленнями і візуальним супроводженням, відрізняється легкістю використання і застосування для колективної роботи. Має простий і інтуїтивний інтерфейс користувача. Для введення формул і даних можна використовувати як клавіатуру, так і спеціальні панелі інструментів. Робота здійснюється в межах робочого аркуша, на якому рівняння і вирази відображаються графічно, на противагу текстовому запису в мовах програмування.

Mathematica (Wolfram Research, Inc) — вичерпна система комп'ютерної алгебри для чисельних, символьних та графічних обчислень і візуалізації. Виконує найрізноманітніші математичні операції та перетворення алгебраїчних виразів заданих в чисельній та символьній формах (змінні, функції, поліноми, матриці тощо). Інформацію можна подавати як у звичайному математичному вигляді, так і у вигляді функцій з використанням вбудованої мови програмування.

MATLAB (MathWorks, Inc.) — комп'ютерна оболонка для інтерактивних та командних обчислень і візуалізації. Містить пакет

прикладних програм для числового аналізу, а також мова програмування, що використовується в даному пакеті. Об'єднує в собі чисельний аналіз, операції з матрицями, сигнальні процеси та графіки в зручному для використання середовищі, де задачі та розв'язки подаються у математичному запису без використання традиційного програмування. Є зручним засобом для роботи з математичними матрицями, малюванням функцій, роботи з алгоритмами, створенням робочих оболонок (user interfaces) з програмами в інших мовах програмування.

MS Excel (MicroSoft Corp.). Найбільш поширений додаток з пакету офісних програм MS Office. Причини - наявність російськомовної версії та тісна інтеграцією з MS Word і PowerPoint. Проте, MS Excel - це електронна таблиця з досить потужними математичними можливостями, де деякі статистичні функції є просто додатковими вбудованими формулами. Розрахунки зроблені при її допомозі не визнаються авторитетними науковими журналами. Також у MS Excel неможливо побудувати якісні наукові графіки. Безумовно, MS Excel добре підходить для накопичення даних, проміжного перетворення, попередніх статистичних обчислень, для побудови деяких видів діаграм. Проте остаточний статистичний аналіз необхідно робити в програмах, які спеціально створені для цих цілей. Існують макроси-доповнення для MS Excel, що включають додаткові статистичні функції, які в основних випадках є достатніми для звичайного застосування. Пробну версію макросів можна узяти на сайті виробника.

NCSS (NCSS Software). Статистичний аналіз та побудова графіків за будь-якими даними. Розрахований на непрофесіоналів в області статистичної обробки. Інтерфейс системи багатовіконний. Усі дії користувача супроводжуються підказками. Дозволяє здійснювати статистичний аналіз введених даних, давати графічну інтерпретацію отриманих результатів в зображеннях різних вимірів, імпортувати та експортувати дані в найбільш поширених форматах.

SYSTAT (Systat Software, Inc.). Програма для статистичної обробки. Функції: ділова графіка; параметричні тести (критерії Стьюдента, Фішера, гистограма); непараметричні тести (хі-квадрат, знаків, серій, Вілкоксона, Колмогорова-Смірнова, кореляція Спірмана); категоріальний аналіз (кростабуляція, хі-квадрат оцінка, коефіцієнти узгодження); дисперсійний аналіз (одно-, дво-, багатофакторний); регресійний аналіз (проста регресія, множинна регресія, покрокова регресія, нелінійна регресія); аналіз часових рядів (згладжування, фільтрація, автокореляція, кроскореляція, спектральний, ARIMA-моделі); багатовимірні методи (кореляція (коваріація), кластерний аналіз, факторний аналіз); побудова теоретичних моделей для емпіричних отриманих даних, відображення результатів у вигляді тривимірних поверхонь чи двовимірних кривих; глибокий аналіз і обробка цифрових зображень.

S-PLUS (AT & T Bell Labs, TIBCO Software, Inc.) — інтерактивне програмне середовище для аналізу даних [34]. S-PLUS містить об'єктно-орієнтовану мову програмування, уніфіковану парадигму для дослідження статистичних моделей та тисячі вбудованих статистичних і графічних функцій. Інтерпретатор мови призначений для вбудовування в інше ПЗ, але може використовуватися як окремий інтерпретатор. S-PLUS - це комерційний різновид мови програмування S, яку реалізує компанія TIBCO Software Inc. Основою особливістю S-PLUS є об'єктно-орієнтований підхід в програмуванні та аналітичні алгоритми.

Завдання:

1. Знайдіть дані по температурі повітря за 2010-2018 р. у місті згідно варіанту (таблиця 1) використовуючи довідкові джерела, щорічники.

Номер варіанту	Місто
1	2
1	Бердянськ
2	Івано-Франківськ
3	Конотоп

1	2
4	Запоріжжя
5	Кирилівка
6	Мелітополь
7	Рівне
8	Чернігів
9	Прилуки
10	Глухів
11	Суми
12	Ромни
13	Ковель
14	Луцьк
15	Володимир-Волинський
16	Шепетівка
17	Ямпіль
18	Яготин
19	Київ
20	Полтава
21	Золочів
22	Вінниця
23	Харків
24	Кіровоград
25	Одеса

- Визначіть наступні показники за даними завдання 1: Середнє арифметичне значення, дисперсію, середнє квадратичне відхилення, асиметрію, ексцес.
- За даними таблиці 2 визначте і побудуйте графіки для кожного населеного пункту (обираємо по 3 населених пункти), визначте середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт кореляції Пірсона.

Таблиця 2. Вихідні дані. Середньорічні температури повітря в деяких областях України

Станція	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Варіант 1. Запорізька область														
Бердянськ	-	10,8	12,6	11,3	11,8	13,3	11,2	11,7	12,1	11,4	-	-	15,4	12,2
Ботієве	-	9,9	11,9	10,7	11,1	12,4	10,4	11,2	11,5	10,9	-	-	7,0	11,6
Гуляйполе	-	9,1	11,1	9,8	10,0	11,5	9,3	10,3	10,5	9,9	-	-	13,8	10,5
Запоріжжя	11,1	9,3	11,3	10,2	10,5	11,0	9,4	10,8	10,8	10,4	10,9	10,3	10,9	11,0
Кирилівка	10,3	8,6	10,4	9,2	9,7	10,4	8,5	9,8	10,1	9,7	10,1	5,4	10,2	10,3
Мелітополь	-	10,3	12,2	11,1	11,4	12,9	10,8	11,8	11,8	11,4	-	-	15,0	12,0
Пришиб	11,2	9,4	11,5	10,1	10,6	11,1	9,4	10,9	11,0	10,3	10,8	6,0	10,9	11,0
Варіант 2. Луганська область														
Біловодськ	-	8,0	9,7	8,7	8,9	10,8	8,1	8,9	9,7	7,6	-	-	12,8	8,9
Луганськ	10,7	9,1	10,8	9,7	10,0	10,8	8,7	10,0	10,6	8,1	9,1	8,0	9,8	9,0
Новопсков	-	8,0	9,7	8,9	9,1	11,1	8,2	9,0	9,8	8,6	-	8,2	7,1	9,0
Сватове	-	8,2	9,9	9,1	9,2	10,9	8,4	9,1	9,8	8,8	9,0	8,7	-	9,2
Троїцьке	-	7,5	9,2	8,5	8,7	10,5	8,0	8,5	9,3	8,4	9,2	-	6,7	8,5
Варіант 3. Донецька область														
Артемівськ (Бахмут)	10,4	8,7	10,4	9,4	9,6	10,2	8,2	9,5	10,1	9,1	9,8	10,2	11,1	10,7
Волноваха	-	8,9	10,6	9,5	9,8	11,4	9,2	9,8	10,1	9,4	9,7	9,1	10,9	-
Донецьк	10,3	8,6	10,5	9,4	9,7	10,4	8,4	9,8	10,2	-	-	-	-	9,2
Маріуполь	11,5	9,9	11,6	10,4	10,7	11,5	9,9	10,8	11,3	10,6	11,3	10,8	11,2	11,4
Варіант 4. Дніпропетровська область														
Губиниха	9,4	9,6	10,2	8,2	9,5	10,1	9,1	-	8,0	9,7	8,7	10,8	8,1	8,9
Дніпро	9,5	9,8	11,4	9,2	9,8	10,1	9,4	10,7	9,1	10,8	9,7	10,8	8,7	10,0
Комісарівка	9,4	9,7	10,4	8,4	9,8	10,2	-	-	8,0	9,7	8,9	11,1	8,2	9,0
Кривий ріг	10,4	10,7	11,5	9,9	10,8	11,3	10,6	-	8,2	9,9	9,1	10,9	8,4	9,1
Нікополь	10,1	10,4	11,2	8,8	10,3	11,4	10,7	-	7,5	9,2	8,5	10,5	8,0	8,5
Варіант 5. Полтавська область														
Гадяч	9,9	11,9	10,7	11,1	12,4	10,4	11,2	11,5	10,9	10,1	10,0	12,0	11,1	12,4
Кобелянки	9,1	11,1	9,8	10,0	11,5	9,3	10,3	10,5	9,9	10,0	10,9	13,8	10,0	11,5
Лубни	9,3	11,3	10,2	10,5	11,0	9,4	10,8	10,8	10,4	10,9	10,7	10,9	10,5	11,0
Полтава	10,8	12,6	11,3	11,8	13,3	11,2	11,7	12,1	11,4	10,7	10,3	15,4	11,8	13,3
Варіант 6. Сумська область														
Глухів	7,2	6,7	7,9	8,1	8,1	7,6	9,2	7,5	7,4	7,8	7,7	-	10,7	7,5
Дружба	7,9	6,4	7,8	7,8	7,4	9,2	7,4	7,2	7,6	7,4	8,2	7,0	7,6	7,2
Конотоп	8,1	8,1	7,6	9,2	7,5	7,4	7,8	7,7	8,4	8,6	8,8	7,0	7,7	8,0
Лебедин	7,8	7,4	9,2	7,4	7,2	7,6	7,4	8,2	8,5	8,4	8,2	7,8	7,6	7,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Суми	8,8	7,1	8,8	8,3	8,0	8,5	7,5	8,1	8,4	8,1	8,7	7,9	8,5	8,1
Варіант 7. Харківська область														
Богодухів	9,1	7,6	9,4	8,8	8,6	9,4	8,0	8,8	9,0	8,6	9,3	4,0	9,1	8,8
Великий Бурлук	8,8	7,3	8,9	8,4	8,4	10,3	7,9	8,4	8,9	8,2	9,0	6,7	9,7	8,2
Золочів	-	7,5	9,2	8 9	8,7	8,5	10,3	8,2	8,6	8,9	8,3	6 8	11,7	8,4
Ізюм	9,9	8,4	10,1	9,2	9,4	10,0	8,2	9,5	10,1	9,1	9,8	9,3	9,9	9,5
Красноград	10,0	8,4	10,1	9,3	9,4	10,0	8,5	9,7	9,8	9,3	9,9	6,4	10,7	9,6
Лозова	9,9	8,2	10,0	9,2	9,3	10,0	8,3	9,5	9,8	9,0	9,8	4,7	9,8	9,5
Харків	9,6	8,2	9,7	9,2	9,2	9,9	8,5	9,5	9,6	9,0	9,8	8,9	9,5	9,2

Практична робота №14

Тема роботи: Побудова графіків, карт та моделей за допомогою графічних редакторів.

Мета: ознайомитись із програмами і принципами побудови графіків, карт та моделей елементів навколишнього природного середовища у графічних редакторах.

Теоретичні відомості

Сучасні технології моделювання не тільки полегшили і прискорили процес побудови та дослідження моделі, але й значно наблизили сприйняття інформації спеціаліста з моделювання систем і спеціаліста, що працює у галузі, яка моделюється. Результати моделювання, які представлені засобами анімації, допомагають знайти спільну мову і розуміння між спеціалістами з моделювання систем та спеціалістами, що працюють у галузі, яка моделюється.

Графічний редактор – прикладна програма (або пакет програм), що дозволяє її користувачеві створювати і редагувати зображення на екрані комп'ютера і зберігати їх в графічних форматах файлів, наприклад, JPEG, PNG, GIF, TIFF.

Графічні редактори поділяються на дві категорії: **растрові і векторні**.

Растрові редактори є найкращим засобом обробки фотографій і малюнків, тому що забезпечують високу точність передачі градацій кольорів і півтонів. Растрові зображення неможливо збільшувати для уточнення деталей. Оскільки зображення складається з точок, то збільшення призводить до того, що точки стають більшими, що візуально спотворює ілюстрацію. Цей ефект називається пікселізацією.

Графічні редактори, в яких використовується растрова графіка: **Paint, PhotoShop**.

Програми векторної графіки зберігають інформацію про об'єкти, що становлять зображення у вигляді графічних примітивів: прямих ліній, дуг кіл, прямокутників, закрасок і т.д.

Застосовується в комп'ютерній поліграфії, системі комп'ютерного проектування, картографування.

Графічні редактори, в яких використовується векторна графіка: Corel Draw, Adobe Illustrator, MS Word.

Картографічний метод дослідження - метод наукового дослідження, у якому карта виступає як модель досліджуваного об'єкта і проміжна ланка між об'єктом і дослідником. Картографічний метод дослідження включає:

- опису по картах;
- графічні побудови: профілі, блок-діаграми й ін.;
- виміру по картах, математичну обробку цих вимірів і т.д.

Розрізняють дослідження з окремих карт і по серіях карт різної тематики, різночасним і різномасштабним.

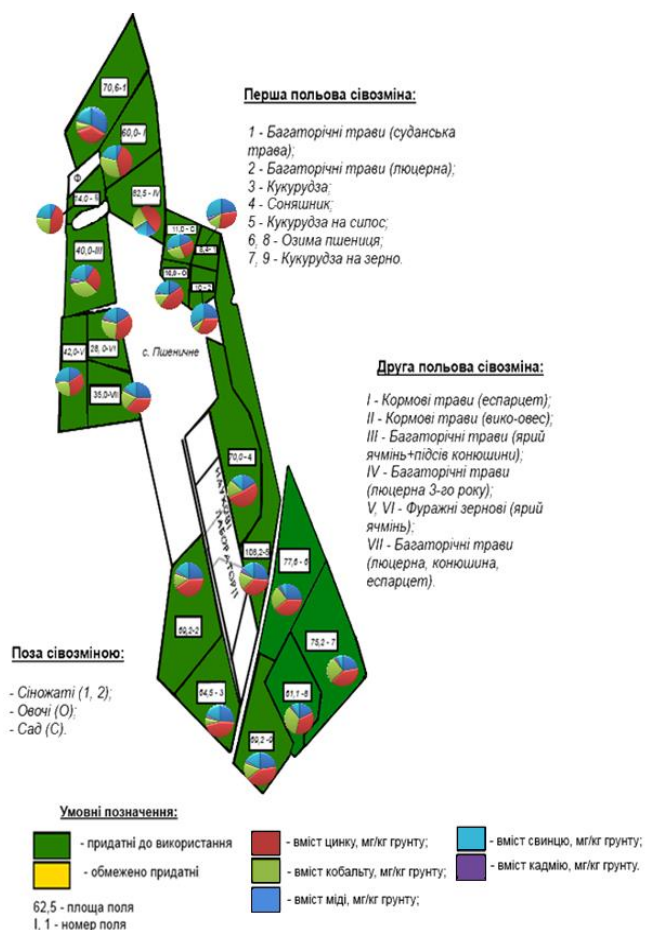


Рисунок 1. Приклад практичного використання графічного редактора в картографуванні (Відповідність ґрунтів ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» щодо вимог органічного виробництва за вмістом забруднюючих речовин)

Завдання:

1. Розрахуйте середньодобові значення Індексу якості повітря у досліджуваних містах згідно варіанту (табл. 1) по кожному району міста.

Таблиця 1. Вихідні дані до завдання

Номер варіанту	Місто
1	Київ
2	Вінниця
3	Луцьк
4	Кривий ріг
5	Нікополь
6	Бахмут
7	Маріуполь
8	Торецьк
9	Любар
10	Мукачеве
11	Запоріжжя
12	Івано-Франківськ
13	Біла церква
14	Бориспіль
15	Кропивницький
16	Львів
17	Миколаїв
18	Одеса
19	Чорноморськ
20	Полтава
21	Рівне
22	Суми
23	Конотоп
24	Тернопіль
25	Харків

2. Побудуйте у графічному редакторі картограму забруднення атмосферного повітря по районах міста за Індексом якості повітря (за РМ 2.5) у місті згідно варіанту (табл. 1).

Практична робота №15

Тема роботи: Прогнозування зміни динаміки чисельності популяції у біоценозі

Мета: Ознайомитись з методами прогнозування стану навколишнього середовища.

Основні поняття: методи моделювання, прогноз, тренд, експоненціальне згладжування.

Теоретичні відомості

Методи моделювання і прогнозування широко застосовуються під час розв'язання різного роду оптимізаційних задач, наприклад:

1. Оптимізація моніторингової мережі;
2. Дослідження і прогнозування динаміки екологічних процесів та явищ;
3. Визначення особливостей зміни абіотичних та біотичних факторів навколишнього середовища та їх вплив на елементи довкілля;
4. Вибір оптимальних місць розташування певних об'єктів за багатьма критеріями;
5. Динаміка зміни кількості забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі.

Процесори електронних таблиць, зокрема, MS Excel, надають можливість побудови математичної моделі часового ряду у вигляді тренду.

Тренд – це вираз тенденції даних у вигляді достатньо простого рівняння, яке найкращим чином проводить апроксимацію тенденції часового ряду.

Формування трендових моделей проводиться за методом найменших квадратів. У цій функції можна обрати вид тренду, тобто функції, а програма синтезує рівняння, що описує даний тренд, що дає найменшу суму квадратів різниці між експериментальними даними (наявними) і значеннями, які

розраховуються за синтезованим рівнянням. За даними рівняннями тренду можна здійснювати інтерполяцію та екстраполяцію даних.

MS Excel підтримує такі форми тренду:

- 1) **лінійна** – застосовується для апроксимації даних методом найменших квадратів у відповідності до рівняння

$$y = a + bt \quad (1)$$

де a – початковий рівень тренду на момент чи період, що прийнятий за початок відліку; b – середня зміна за одиницю часу (константа тренду); t – часовий період.

- 2) **експотенціальна** – застосовується для апроксимації даних за методом найменших квадратів у відповідності до рівняння.

$$y = ce^{kt} \quad (2)$$

- 3) **логарифмічна** – застосовується для апроксимації даних методом найменших квадратів у відповідності до рівняння:

$$y = c \ln t + a \quad (3)$$

- 4) **поліноміальна** – застосовується для апроксимації даних за методом найменших квадратів у відповідності до рівняння:

$$y = b + c_1t + c_2t^2 + \dots + c_6t^6 \quad (4)$$

- 5) **степенева** – застосовується для апроксимації даних за методом найменших квадратів у відповідності до рівняння:

$$y = ct^b \quad (5)$$

де c , b – константи.

Для оцінювання якості тренду в MS Excel автоматично розраховується коефіцієнт детермінації R^2 , який показує долю варіації досліджуваного показника (y) пояснюється за рахунок фактора часу (t) при даній формі тренду.

MS Excel підтримує також один із методів прогнозування на основі згладжування, який називається експотенціальним згладжуванням.

Вибір найкращої апроксимації потрібно виконувати за допомогою поєднання графічного подання тренду разом із первинними даними часового ряду, яке забезпечує наочність, задіяння евристичних механізмів.

Завдання:

1. Побудуйте часовий тренд і на основі нього розрахувати прогноз чисельності і—тої популяції тварин до кінця року, використавши вихідні дані із таблиці 1.

Таблиця 1. Вихідні дані по чисельності і-тої популяції тварин

№ з/п	Рік	Місяць	Кількість особин
1	2	3	4
1.	2018	1	350
	2018	2	425
	2018	3	289
	2018	4	487
	2018	5	526
	2018	6	962
	2018	7	756
	2018	8	615
	2018	9	550
	2018	10	482
	2018	11	459
	2018	12	240
2.	2019	1	469
	2019	2	512
	2019	3	621
	2019	4	692
	2019	5	859
	2019	6	1012
	2019	7	812
	2019	8	592
	2019	9	428
	2019	10	388

1	2	3	4
	2019	11	318
	2019	12	214
3.	2020	1	358
	2020	2	456
	2020	3	741
	2020	4	798
	2020	5	870
	2020	6	962
	2020	7	1022
	2020	8	857
	2020	9	633
	2020	10	492
	2020	11	398
	2020	12	190

За допомогою майстра діаграм побудувати графіки зміни кількості особин у часі. Згідно наступної послідовності дій: Майстер діаграм --- Проста точкова діаграма ---- Далее --- вибрати Діапазон (що містить номери періодів і відповідні значення показника за попередні місяці) --- задати назву діаграми --- Створити діаграму на тому ж аркуші.

2. Побудуйте на діаграмі лінію поліноміального тренду 6-ступеня для цього:

Диаграмма --- Добавить линию тренда --- Тип – Полиномиальная (встановити ступінь полінома 6) --- Параметры --- Показывать уравнение на диаграмме ы Поместить на диаграмму величину достоверности аппроксимации.

У вікні Параметры --- Название аппроксимирующей кривой обрати Другое і задати назву кривої, у полі Прогноз задати побудову лінії тренду на 6 періодів (до кінця року).

3. Зробіть висновки про прогноз чисельності і—тої популяцій на наступні 6 місяців.

Рекомендована література
Список рекомендованої літератури

Основна література:

1. Боголюбов В.М. Моніторинг довкілля: Підручник [Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін.]; за ред.. В.М.Боголюбова і Т.А.Сафранова. – Херсон: Грінь Д.С., 2012. – 530 с..
2. Боголюбов В.М. Техноекологія: Підручник [М.С. Мальований, В.М. Боголюбов та ін.] / За ред.. М.С.Мальованого. – Херсон: Д.С.Грінь, 2014. – 653 с.
3. Боголюбов В.М. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник [Лаврик В.І., В.М.Боголюбов, Л.М.Полетаєва, С.М.Юрасов, В.Г.Ільїна] / За ред. В.І. Лаврика. – К.: ВЦ «Академія», 2010. – 400 с.
4. Виноградов Б.В. Космические методы изучения природной среды. - М.: Мысль, 1976.
5. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды. Изв. АН СССР. Сер. геогр., №3. – М., 1975. – С.13-25.
6. Гідроекологічна токсиметрія та біоіндикація забруднень: Теорія, методи, практика використання / за ред. І.Т.Олексіна, Л.П.Бражинського. - Львів: Світ, 1995. - 437 с.
7. ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы. Основы.: Пер.с англ.: - М.: Дата+, 1999. – 490 с.
8. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” /Відомості ВРУ, 1991, №41.
9. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. - М.: Гидрометеиздат, 1984. - 560 с.
10. Картографические исследования природопользования (теория и практика работ) / Руденко Л.Г. и др. - К.: наукова думка.1991. - 212 с.
11. Королёв В.А. Мониторинг геологической среды: Учебник. - М.: Изд. МГУ, 1995. - 272 с.

12. Крайнюков О.М. Мониторинг навколишнього середовища: Підручник. – Харків: ХНУ ім. В.Н.Каразіна, 2009. – 176 с.
13. Красовский Г.Я., Петросов В.А. Ведение в методы космического мониторинга окружающей среды / Учебное пособие. – Харьков: ХАИ, 1999. – 206 с.
14. Красовський Г.Я., Петросов В.А. Інформаційні технології космічного моніторингу водних екосистем і прогнозу водоспоживання міст. – К.: Наукова думка, 2003. – 224 с.
15. Медведєв В.В. Мониторинг почв Украины. – Х.: Антиква, 2002. – 248 с.
16. Методичні рекомендації з підготовки регіональних та загальнодержавної програм моніторингу довкілля. – К.: Мінекоресурсів України, 2001. – 36 с
17. Митчел Э. Руководство по ГИС-анализу. Пространственные модели и взаимосвязи. — К.: ЕСОММ, 2000. — 180 с.
18. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учеб. пособие в двух частях: Ч.2. Специальная / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 337 с.
19. Мониторинг загрязнения атмосферы в городах / Под ред. А.С.Зайцева. Тр. Вып. 543. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 108 с.
20. Мониторинг фонового загрязнения природной среды. - Л.: Гидрометеоиздат, 1982, вып. 1.
21. Опыт и методы экологического мониторинга. - Сб. статей АН СССР. Институт агрохимии и почвоведения – Ленинград, Пушкино, 1978. – 265 с.
22. Патика В.П., Тараріко О.Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 296 с.
23. Примак А.В., Щербань А.Н. Методы и средства контроля загрязнения атмосферы К.: Наукова думка, 1980.-

24. Положення про державну систему моніторингу довкілля. Затверджено постановою Кабінету міністрів України від 30 березня 1998 р. №391.

25. Порядок здійснення державного моніторингу вод. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 20 липня 1996 р. №815.

26. Рудько Г., Адаменко О. Екологічний моніторинг геологічного середовища: Підручник. — Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2001. — 260 с.

27. Чепурна, Т. Б. Моделювання і прогнозування стану довкілля : лаб. практикум / Т. Б. Чепурна. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2013. - 115 с.

Додаткова література

1. Новиков В.И. и др. Методы исследования качества воды водоемов. - М.: Медицина, 1990.

2. РОДОС - Европейская система поддержки принятия решений в реальном масштабе времени по внеобъектному реагированию при радиационных авариях / Материалы Международного семинара, Киев, 13-18 жовтня 199.

3. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод: Підручник. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с.

4. Топчієв О.Г. Про методологічні засади регіонального геоєкологічного моніторингу// Геоєкологія України. – К.: 1993. – С.25-28.

5. Фёдорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 1997. - 305 с.

6. Федоровская А.Х., Пимонова Н.В., Пименов К.В. Экоаналитический мониторинг бенз(а)пирена в объектах окружающей среды // Экологическая химия. – 2002. - №11(2). – С.86-90.

7. Munn R.E. Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase 1. SCOPE, rep. 3, Toronto, 1973. - 130 p.

8. Report of the international meeting on monitoring Held at Nairobi 11 - 20 Feb. 1974.-60 p.

Інтернет-системи даних моніторингу довкілля

1. Інтерактивна веб-система моніторингу басейнів річок Європи Європейської агенції з довкілля (карти мереж моніторингу вод, дані про якість вод, карти скидів вод, водозаборів тощо): <http://www.eea.europa.eu/themes/water/mapviewers/myRBD>
2. Відкрита база даних Держводагенства України про якість води в річках: <http://data.gov.ua/pas.../e202bd1f-71b0-48b2-87e7-7e4fb1d7e2d5>
3. Інтерактивна веб-система моніторингу якості поверхневих вод частини басейну річки Західний Буг: <http://zbbuvr.lutsk.ua/Monitoring/Results.html>
4. Інтерактивна веб-система моніторингу якості поверхневих вод у Вінницькій області: <http://edem.vstu.vinnica.ua/monitoring/>