

*МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ*

М. І. Бургаз

**БІОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА
Конспект лекцій**

Одеса
Одеський державний екологічний університет
2019

Б 90

УДК 597.2/.5

Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного університету Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій (протокол №3 від 31.10. 2019 р.)

Бургаз М.І.

Біологічний моніторинг водного середовища: конспект лекцій. Одеса, Одеський державний екологічний університет, 2019. 69 с.

В конспекті лекцій висвітлені питання моніторингу та біомоніторингу, дослідження й оцінки антропогенного впливу на природне середовище й біосферу в цілому. Розкриті основні поняття методів визначення біологічно значущих антропогенних навантажень на основі реакцій на них живих організмів та їх спільнот. Викладаються загальні теоретичні основи, на яких побудовані системи біоіндикації та методологія біоіндикаційних досліджень; розкриті основні завдання і принципи біотестового аналізу, критерії вибору тесту і тест-об'єкта, основні реакції відгуку, що враховуються при біотестуванні. Конспект лекцій для студентів IV курсу денної та заочної форми навчання за спеціальністю “Водні біоресурси та аквакультура”.

ISBN 978-966-186-075-8

© Бургаз М.І., 2019

© Одеський державний екологічний університет, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЯКІСТЬ ПРИРОДНИХ ВОД.....	6
1.1 Водокористування та водоспоживання	6
1.2 Проблеми якості води	7
2 СТАН ПРИРОДНИХ ВОД.....	10
2.1 Природні ресурси, їх класифікація та значущість.....	10
2.2 Водний фонд України	14
3 ВПЛИВ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ ТА ВІДТВОРЕННЯ РИБНИХ ЗАПАСІВ	16
3.1 Аграрне господарство	16
3.2 Енергетика і транспорт	19
3.3 Лісове, промислове і комунальне господарство	21
3.4 Умови проведення окремих заходів з відтворення рибних запасів у природних водоймах	23
4 ОЧИСТКА СТІЧНИХ ВОД.....	27
4.1 Види очистки стічних вод	27
4.2 Екологізація процесів очистки стічних вод	30
5 МОНІТОРИНГ. МЕТОДИ ТА ФОРМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ ЕКОСИСТЕМ	32
5.1 Види і структура моніторингу	37
6 МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ	40
6.1 Наземні спостереження	40
6.2 Біоіндикаційні методи	41
6.3 Фізико-хімічні методи	42
6.4 Дистанційне зондування	43
7 ОЦІНКА ФАКТИЧНОГО СТАНУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	46
7.1 Органолептичні показники води	46
7.2 Гранично допустимі концентрації (ГДК)	52
8 БІОІНДИКАЦІЯ І БІОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ.....	57
8.1 Біологічний моніторинг	57
8.2 Біоіндикація	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	68

ВСТУП

Дисципліна «Біологічний моніторинг водного середовища» відноситься до професійно-практичного циклу рівня ВО бакалавр і є базою для подальшої підготовки фахівців за спеціальністю «Водні біоресурси та аквакультура».

Вивчення цієї дисципліни дає змогу майбутнім фахівцям оволодіти знаннями цілісного уявлення про методи визначення біологічно значущих антропогенних навантажень на основі реакцій на них живих організмів та їх спільнот.

Навчальна робота проводиться у формі лекцій, лабораторних та практичних занять і самостійної роботи студентів. Відповідно до цього дисципліна «Біологічний моніторинг водного середовища» розрахована на 25 годин лекцій, 15 годин практичних занять, 10 годин лабораторних занять, 70 годин самостійної роботи.

Підсумкова форма контролю - залік. Контроль поточних знань виконується на базі модульної системи, залишкових знань - за формою письмових контрольних робіт.

Самостійна робота студентів забезпечується спеціальними методичними розробками і консультативною допомогою викладача.

Дисципліна «Біологічний моніторинг водного середовища» базується на знаннях дисциплін фундаментальної та професійної підготовки: біології, хімії тощо. Здобуті знання з дисципліни „ Біологічний моніторинг водного середовища " будуть використані при подальшому вивченні дисциплін в рамках курсу підготовки магістрів: «Охорона гідробіоресурсів», «Рибінспекція» та ін., а також при штучному та природному відтворенні риб.

В результаті вивчення дисципліни «Біологічний моніторинг водного середовища» студенти повинні знати

- загальні теоретичні основи, на яких побудовані системи біоіндикації та методологія біоіндикаційних досліджень;
- основні завдання і принципи біотестового аналізу, критерії вибору тесту і тест-об'єкта, основні реакції відгуку, що враховуються при біотестуванні;
- основні принципи використання явищ біоакумулювання речовин для оцінки якості середовища;
- концептуальні засади застосування біомаркерів для виявлення біохімічних і фізіологічних ефектів забруднювальних речовин;
- підходи біоіндикації на основі структурних параметрів біологічних співтовариств;
- спеціальні підходи і індекси, які застосовуються при оцінці якості

- водного, наземно-повітряного та ґрунтового середовищ існування;
- фактори, що визначають величину екологічного ризику, покроковий опис процедури його оцінки, а також виявлення місця і ролі біоіндикації в оцінці екологічного ризику.

Перелік базових знань та вмінь, що безпосередньо входять до галузевого стандарту вищої освіти та якими мають володіти студенти після вивчення дисципліни:

- проводити планування біоіндикаційних досліджень залежно від поставлених завдань;
- визначати рівні організації, на яких можливо здійснити біоіндикацію якості природного середовища (молекулярний, тканинний, організмівий);
- оцінювати якість води, ґрунту та повітря за відгуком тест-об'єктів і можливу небезпеку для довкілля різних джерел забруднення;
- здійснювати статистичну обробку отриманих даних;
- аналізувати токсичну дію ідентифікованих і неідентифікованих речовин, що присутні в об'єктах довкілля

1 ЯКІСТЬ ПРИРОДНИХ ВОД

1.1 Водокористування та водоспоживання

У природі вода виконує численні і різноманітні функції. Це перенесення механічних частинок і розчинених хімічних речовин з поверхні і під землею. *Вода* - важливий фактор сучасного рельєфоутворення (ерозія і денудація; перенесення і відкладення продуктів руйнування), ґрунтоутворювального процесу і формування клімату. *Ґрунтова волога* - обов'язковий компонент утворення рослинної біомаси. Всі природні води найтіснішим чином пов'язані між собою і утворюють гідросферу, суцільну водну оболонку Землі.

Призначення води як природного ресурсу - підтримання життєвих потреб людства. У виробничій і господарській діяльності людина застосовує воду для очищення, миття, охолодження обладнання і матеріалів, поливу рослин, гідротранспортування, забезпечення специфічних процесів (вироблення електроенергії). Водне середовище використовується для вилову риби, видобутку підводних запасів сировини і палива, збору водних рослин, перевезення вантажів, поховання відходів.

В наш час все більшої гостроти набуває проблема прісної води. Генеральною Асамблеєю ООН було оголошено, що понад мільярд людей планети страждає від нестачі доброякісної води, необхідної для пиття і господарських потреб.

Природні води відносяться до вичерпних, частково відновлюваних природних ресурсів.

За характером використання природних вод усі галузі господарства поділяють на **водоспоживачів і водокористувачів**.

Водоспоживачі - галузі, що вилучають воду з природних джерел, споживають її для вироблення промислової і сільськогосподарської продукції та для комунально-побутових потреб і повертають в джерела в іншому місці, в меншій кількості і гіршої якості. До водоспоживачів відносяться промисловість, теплова та атомна енергетика, сільське господарство, комунально-побутова сфера.

Водокористувачі - галузі, які не вилучають воду з джерел і використовують не саму воду, а її енергію або використовують воду як середовище або елемент ландшафту. До водокористувачів належать гідроенергетика, водний транспорт, рибне господарство, рекреаційний комплекс.

Діяльність і тих і інших тягне за собою зміни хімічного складу і фізичних властивостей води. Можна сказати, що усі водокористувачі і

водоспоживачі, як антропогенний фактор впливу на водне середовище, є об'єктами моніторингу водних ресурсів.

1.2 Проблеми якості води

Прісні води використовуються як для питного водопостачання, так і для промисловості, сільського господарства- практично при всіх видах людської діяльності. Залежно від цілей використання води вимоги до її хімічного складу та фізичних властивостей можуть бути різні.

До води, яка використовується в різних галузях промисловості, ставляться вимоги відповідно до специфіки даного виду виробництва. До води, що використовується для господарсько-питного водопостачання, ставляться вимоги, які можна звести до двох основних умов: нешкідливості її для організму і задовільної якості за смаком, запахом, прозорістю та іншими зовнішніми властивостями (органолептичні показники).

Особливості хімічного складу природних вод і їх фізичних властивостей об'єднуються в поняття «**якість води**» (тобто її придатність для будь-якого використання).

Якість води - характеристика складу і властивостей води, яка визначає її придатність для конкретного водокористування.

До основних проблем якості природних вод можна віднести наступні.

Зараження патогенами - важливий фактор високої захворюваності і смертності від шлунково-кишкових хвороб. Воно знаходиться в прямій залежності від щільності населення і рівня його соціально-економічного розвитку. Забруднення патогенами в повному обсязі контролюється навіть в розвинених країнах світу.

Забруднення органічними речовинами. Органіка потрапляє в воду в розчиненому або зваженому вигляді, головним чином зі стоками каналізації або з нерегульованими побутовими стоками.

Завдяки розчиненому у воді кисню, що надходить з атмосфери за рахунок турбулентного характеру течії, річки мають значну здатність до самоочищення. Однак, коли надходження органіки починає перевищувати самоочищення, забруднення води прогресивно зростає. Крім того, вміст кисню в воді обернено пропорційний її температурі, тому кліматичні умови також відіграють несприятливу роль в зниженні самоочищення річок.

Завислі речовини. Концентрація завислих тонких частинок ґрунту є показником ступеня водної ерозії ґрунту. Значну роль у збільшенні стоку наносів відіграє сільське господарство, завдяки порушенню природного

стану поверхні ґрунтів у басейнах річок. Збільшення стоку наносів призводить до погіршення умов судноплавства на річках, замулення водосховищ і зрошувальних систем.

Асидифікація- антропогенний природний процес підвищення кислої реакції середовища. Вважається, що природні води знаходяться в стані асидифікації, якщо показник *pH* дорівнює або менший за 5,0. Причина асидифікації - сухі і вологі кислотні опади, головними компонентами яких є аерозолі оксидів сірки та азоту і аміак. При взаємодії з водою або ґрунтовою вологою вони утворюють сірчану, азотну і інші кислоти.

Походження кислотних опадів як природне (виверження вулканів, лісові пожежі), так і антропогенне (спалювання палива, в основному вугілля). Зниження показника *pH* призводить до скорочення або зникнення популяцій ракоподібних, риб, комах, водоростей і зоопланктону. Сповільнюються репродукційні функції водних організмів.

Евтрофікація - посилення біологічної продуктивності водойм внаслідок накопичення у воді біогенних елементів. Надмірне надходження сполук азоту та фосфору призводить до посиленого росту водоростей, особливо мікроскопічних водоростей. Періодичний їх розвиток («цвітіння»), а потім відмирання, супроводжується вилученням великої кількості розчиненого у воді кисню і, як наслідок, погіршенням якості природних вод.

Евтрофікація призводить до ряду несприятливих економічних наслідків: зниження рекреаційної цінності водойм, зниження рибної популяції, блокування водозаборів і водоскидів, погіршення якості води.

Евтрофікація – це природний процес, що повільно розвивається та може прискорюватися в результаті діяльності людини. Головними джерелами надходження сполук азоту та фосфору є сільське господарство і побутові стоки.

Підвищена концентрація нітратів. Основне їхнє джерело - сільськогосподарські добрива. Нітрати відрізняються високою розчинністю, і тому при внесенні добрив до 15% від початкової маси йде в водні об'єкти, в основному в підземні води. Надмірна концентрація нітратів у питній воді може спричинити проблеми зі здоров'ям, особливо хвороби крові у дітей і ризик ракових захворювань у дорослого населення.

Мінералізація вод. Господарська діяльність людини призводить до зростання вмісту у воді основних іонів, що зустрічаються в природі (хлоридів, сульфатів, гідрокарбонатів, кальцію, натрію, калію). Зміна кількості розчинених речовин, щомістяться у воді, нерідко призводить до асидифікації, підвищення загальної жорсткості води і, як наслідок, погіршення її якості.

Забруднення важкими металами. Важкі метали можуть знаходитися в невеликих, але небезпечних концентраціях в оброблених стічних водах

або в більш концентрованому вигляді на звалищах промислових відходів, потрапляючи звідти в підземні води. Крім того, важкі метали добре акумулюються в донних відкладах водойм. Багато важких елементів, таких, як свинець, ртуть, цинк, хром, кобальт, мідь, надзвичайно токсичні не тільки для водної флори і фауни, а й для людини.

Органічні мікробруднення. В даний час у виробництві і використанні знаходиться близько 100 000 хімічних речовин, в основному органічного походження. Вони потрапляють у водойми зі стоками переважно хімічної, нафтохімічної, металургійної, целюлозно-паперової та текстильної промисловості. І, хоча концентрації органічних забруднювальних речовин в природних водах зазвичай дуже малі, вони мають високу токсичність (один грам діоксину робить непридатним для життя близько 1 млн м³ води).

Багато забруднювальних речовин відрізняються довгою тривалістю перебування в навколишньому середовищі, передаються за харчовими ланцюгами, накопичуючись в окремих ланках, маючи здатність пригнічувати імунні системи організму.

Питання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте призначення води як природного ресурсу.
2. Хто такі водоспоживачі?
3. Хто такі водокористувачі?
4. Що таке асидифікація?
5. Що таке евтрофікація?
6. До чого призводить підвищена концентрація нітратів у воді?
7. До чого призводить забруднення води важкими металами?
8. До чого призводять органічні мікробруднення?

2 СТАН ПРИРОДНИХ ВОД

2.1 Природні ресурси, їх класифікація та значущість

Природні ресурси

це природні компоненти та сили природи, що використовуються або можуть бути використані як засоби виробництва та предмет споживання для задоволення матеріальних і духовних потреб суспільства, підвищення якості життя людей.

Засвоєною матеріальною сутністю природні ресурси вважаються частиною географічного середовища. Це сукупність природних умов існування та діяльності людей. Вони належать до компонентів природи, а відтак їх розподіл на Землі та концентрація в її надрах визначаються природними закономірностями. У розумінні О.О. Мінца природні ресурси

«тіла і сили природи, які надані на рівні розвитку продуктивних сил вивченості можуть бути використані для задоволення потреб людського суспільства у формі безпосередньої участі в матеріальній діяльності».

Природні ресурси не можуть існувати і використовуватися поза природніми умовами, що є їх природно-історичною базою: для виникнення і розвитку ресурсів необхідні певні природні умови. Через це природні ресурси виражають собою соціальну значущість корисності природи, її здатність задовольняти потреби людини, ставлять складну сукупність матеріальних елементів і процесів, що знаходяться в постійному розвитку у часі та просторі, будучи точкою стику людського суспільства і природи, сферою прикладання його розуму і сил.

Таким чином, природні умови і природні ресурси як поняття мають двоїтий характер. І тому представники географічної науки підкреслюють, що «це категорії не природні, а суспільні, головним чином економічні». І.В. Комар під природними ресурсами в їх сукупності з усіма природними умовами розуміє весь навколишній світ щодо людського суспільства.

Засвоєною економічною сутністю природні ресурси мають споживчу вартість. Їх придатність, корисність, техніко-економічні властивості, масштаб та способи використання визначаються сукупними потребами.

Природні ресурси є матеріальною базою виробництва, постійно споживаються ними і вимагають свого повного відновлення у натуральній формі. А відтак для забезпечення безпосереднього суспільного відтворення процес праці, зв'язаний з підготовкою природних елементів до включення у господарський оборот, повинен бути безперервним. Цей процес здійснюється у сфері матеріального, та кінематериального виробництва: капітального будівництва, сільськогосподарського господарства, видобувної промисловості, рекреаційного господарства то

що. На базі цього забезпечується зв'язок між суспільством і природою та між ними в різних сферах природокористування.

Категорія «природні ресурси» вказує на безпосередній зв'язок природи з господарською діяльністю людини, що нерідко призводить до негативних суспільних явищ, завдаючи природі великої шкоди. А відтак процес взаємодії людини з довкіллям за своєю суттю двоєдиний. З одного боку, це використання природних ресурсів, а з іншого, вплив надовкілля на необхідність рахуватися з природоохоронними процесами.

Існують різні підходи до класифікації природних ресурсів. В основі природних класифікацій знаходяться відмінності природних ресурсів за генезисом і належністю до тих чи інших компонентів і сил природи. Оскільки природні ресурси

це природні тіла, компоненти географічної оболонки Землі, вони мають природну класифікацію. А тому виходячи з належності, відношення до природних систем, а також з розміщення, природні ресурси поділяються на такі групи:

1) за ознакою належності до природних систем: космічні (проміння, метеорити), планетарні (геліоенергія, гравітаційна енергія), ресурси Землі (атмосфера, гідросфера, літосфера);

2) за відношенням до природних систем: елементи природних систем (мінерали, ґрунти, види рослин і тварин тощо) та результати їх функціонування (поліпшення родючості ґрунтів, приріст біологічної маси, зростання поголів'я тварин тощо). Проте останнє важко віднести до чисто природної класифікації, оскільки вони показують результати взаємодії природи з суспільством;

3) за видом і тривалістю кругообігу: удовготривалому кругообігу (космічний, геологічний) і в короткотривалому (біологічний кругообіг води);

4) за характером розміщення на поверхні землі: відносно рівномірно розподілені (атмосфера, біосфера) та зосереджені (гідросфера, літосфера та їх елементи);

5) за можливістю переміщення по території: такі природні ресурси, що перемищуються природно (повітряні маси, вода, тварини), та такі, що не перемищуються (рослинні);

6) за видами: мінеральні, кліматичні, водні, земельні, лісові, рекреаційні тощо.

Природна класифікація не показує місця тієї чи іншої групи природних ресурсів в процесі суспільного відтворення. Довгий час природні ресурси вивчалися переважно природничими науками, тому їх класифікація була оснований на таких критеріях, як форма природних речовин, їх розміщення, ступінь вивченості, характер і місце у них корисного компоненту і т.п. Тільки в силу порушення екологічної рівноваги природні ресурси стали об'єктом вивчення економіки, у зв'язку з чим з'явилася потреба у класифікації природних ресурсів за критерієм господарського використання. Тому застосовуються інші ознаки для класифікації. Основ

нимвидоміхегосподарська.Виходячизгосподарськоговикористання,природніресурсиподіляютьсянатакігрупи:

1)затериторіальноюналежністю:світові(глобальні)танаціональні(зв'язанізпевноютериторією);

2)завичерпністю:вичерпнііневичерпні.

Вичерпніприродніресурси

-
ресурси,якіприїхвидобуткуівикористанніневідтворюютьсяприродоюабовідновлюютьсяавтерміні,значнобільшіупорівнянніізшвидкістюїхвикористання.Довідтворюванихресурсівналежатьгрунти,рослинність,твариннийсвіт,атакождеякімінеральніресурси,наприклад,солі,щоосідаютьвозерахіморськихлагунах,тощо.Вониможутьвідтворюватисявприроднихпроцесахїпідтримуватисяядеякійпостійнійкількості,визначенійрівнемїхщорічноговідтворенняіспоживання.Всвоючергу,вониподіляютьсянавідтворюванііневідтворювані.Доневідтворюванихресурсівналежатьбагатстванадр(горючікопалини,металічнітанеметалічнікориснікопалини).Використанняцихресурсівможливетількиодинраз,івононеминучепризводитьдовиснаженняїхзапасів.Поповненняцихзапасівнеможливе,оскількивідсутніумови,вякихвонивиниклибагатомільйонівроківтому,абовідбуваєтьсядужеповільно.Придодержанніпринципівсталогорозвиткуресурсинадрможутьвикористовуватисялюдиноюнескінченно.

Природніресурси,існуванняякихнеобмеженечасом,називаються***невичерпними***.Прибудь-

якомуінтенсивномупоживанніїхкількістьнезменшується,абозменшуєтьсянастількимало,щоцявеличинанапрактиціігнорується.Доневичерпнихприроднихресурсіввідносятьскліматичніігідрологічні,сонячнаенергія,дощовіпади,кінетичнаенергіявітруіморськогоприбою,потенційнаенергіярікіморськихприпливів,водаякречовинаізасібтранспортування;

3)запоновленням:поновлювальні(біологічні),частковопоновлювальніаботі,щозалучаютьсяуповторневикористання(сировинні),непоновлювальні(горючікопалини).Допоновлювальнихресурсіввідносятьябіологічніресурси,поновленістьякихвчасізалежитьвідтривалостіїхжиттєвогоциклу(злаковікультури -6 -12місяців,ліси -70 -100роківтощо).

Догрупичастковопоновлювальнихприроднихресурсівналежать:торф,самоосаднісолі,грунти,ресурсидеревини,темпипоновленняякихзначновідстаютьвідтемпівексплуатації.

Непоновлювальніприродніресурси

-
цеприродніресурси,щонесамовідновлюютьсяпісляїхвикористанняабовідновлюютьсяпротягомдужетривалогочасу.Донихналежитьбільшістькориснихкопалин(рудні,нафта,природнігорючігази,вугілля,горючісланці,ядернаенергіяподілууранутатермоядерна,мінеральнітабудівельніматеріалитощо);

4)занапрямомвикористання:паливно-енергетичні,мінерально-сировинні,продовольчітаін.;

5)зарівнемвивченості:прогнозні,виявлені,детальновивчені;

6) заможливістю використання: недоступні, резервні, можливі для використання й ті, що використовуються;

7) за характером використання: одноцільового (сировинні) та багатocільового використання (лісові, водні, земельні);

8) за якістю: кожний вид природних ресурсів поділяється за класами, групами, типами та іншими класифікаційними одиницями;

9) за впливом виробництва: зазнають шкідливого впливу (біологічні), зазнають невеликого впливу (гідросфера, атмосфера, поверхня літосфери), не зазнають впливу (глибинна частина літосфери).

Заможливістю залучення до господарського обігу природні ресурси можна поділити на можливі для експлуатації (дійсні) та потенційні. Дожливі для експлуатації належать ресурси верхньої оболонки Землі та енергії Сонця, а до потенційних належать ресурси космосу та морських глибин.

Потенційні ресурси хоча й наявні, але не використовуються внаслідок недостатнього рівня розвитку техніки, нерозробленості технології або економічної неефективності. Нерідко існування таких ресурсів має прогностичний і навіть умовний характер.

До потенційних природних ресурсів належать, по-перше, елементи природи, що знаходяться на стадії вивчення або підготовки до промислової експлуатації (освоєння), що є першим етапом залучення природних ресурсів до господарського обігу, приведення їх у такий стан, при якому стає можливою їх експлуатація (наприклад, розвідані родовища корисних копалин); по-друге, природні ресурси, що неможуть використовуватись у господарстві через неможливість вивезення їх з місця видобутку. Отже, для включення потенційних природних ресурсів у суспільне споживання, тобто для перетворення їх на можливі для експлуатації (дійсні), необхідні додаткові знання та затрати праці, що надають цим засобам виробництва певну якість завершеності.

У господарському відношенні можливі для експлуатації природні ресурси поділяються на чотири групи:

- ✓ зовнішні - енергія Сонця, гравітаційна енергія;
- ✓ поверхні Землі, що в свою чергу поділяються на ресурси фізичного середовища (поверхня літосфери та гідросфери) та біологічні (наземні, водні, ґрунтові);
- ✓ земних глибин - мінерально-сировинні та паливно-енергетичні.

За цільовим призначенням природні ресурси поділяються на матеріальні, пізнавальні, естетичні, рекреаційні тощо.

Зарівнем необхідності для життя людини природні ресурси поділяються на крайне необхідні (повітря, вода, їжа) і відносно байдужі.

У зв'язку з інтенсивним використанням природних ресурсів, їх виснаженням і деградацією вони стають предметом все більшого вивчення багатьох галузей науки: економіки, екології, географії, геології тощо. Комплексність використання природних ресурсів визначає можливість і необхідність варіантного підходу

удоїх використання. Вибір варіанта, хочі заснований на всебічному врахуванні природних властивостей ресурсів, але визначається також соціально-економічними і технічними факторами - загальними і локальними.

2.2 Водний фонд України

Всі води (водні об'єкти) на території України є національним надбанням народу України, однією з природних основ його економічного розвитку і соціального одобробу. Водні ресурси забезпечують існування людей, тваринного і рослинного світу і є обмеженими та уразливими природними об'єктами.

В умовах нарощування антропогенних навантажень на природне середовище, розвитку суспільного виробництва і зростання матеріальних потреб виникає необхідність розробки і додержання особливих правил користування водними ресурсами, раціонального їх використання та екологічно спрямованого захисту

Усі води (водні об'єкти) на території України становлять її водний фонд.

Доводного фонду України належать:

1) поверхневі води:

- ✓ природні водойми (озера);
- ✓ водотоки (річки, струмки);
- ✓ штучні водойми (водосховища, ставки) і канали;
- ✓ інші водні об'єкти;

2) підземні води та джерела;

3) внутрішні морські води територіального моря.

Землі водного фонду

До земель водного фонду належать землі, зайняті:

- ✓ морями, річками, озерами, водосховищами, іншими водоймами, болотами, а також островами;
- ✓ прибережними захисними смугами вздовж морів, річок та навколо водойм;
- ✓ гідротехнічними, іншими водогосподарськими спорудами та каналами, а також землі, виділені під смуги відведення для них;
- ✓ береговими смугами водних шляхів.

Водні об'єкти загальнодержавного і місцевого значення

Доводних об'єктів загальнодержавного значення належать:

- 1) внутрішні морські води територіального моря;
- 2) підземні води, які є джерелом централізованого водопостачання;
- 3) поверхневі води (озера, водосховища, річки, канали), що знаходяться і використовуються на території більшої однієї області, а також їх притоки в сіх порядків;

4) водні об'єкти в межах територій природно-заповідного фонду загальнодержавного значення, а також віднесені до категорії лікувальних.

Довідних об'єктів місцевого значення належать:

- 1) поверхневi води, що знаходяться i використовуються в межах однієї області i які не віднесені до довідних об'єктів загальнодержавного значення;
- 2) підземні води, які не можуть бути джерелом централізованого водопостачання.

Питання для самоперевірки

1. Що собою являє водний фонд України?
2. Як i види природних ресурсів відносяться до довідного фонду?
3. Що таке класифікація водних ресурсів?
4. За якими принципами i ознаками проводять класифікацію природних ресурсів?
5. У чому полягає значущість природних ресурсів?
6. Які основні проблеми виникають при використанні водних ресурсів?

3 ВПЛИВ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ НА ВОДНІ ОБ'ЄКТИ ТА ВІДТВОРЕННЯ РИБНИХ ЗАПАСІВ

Діяльність людини, спрямована на використання продуктивних сил природи для господарських цілей, робить глибокий вплив на навколишнє середовище.

У цьому процесі людина або безпосередньо змінює навколишній їй рослинний і тваринний світ, знищуючи його господарсько-нецінніх представників і створюючи сприятливі умови для розвитку цінних порід рослин і тварин, або ж ці зміни є непрямим результатом її впливу на елементи неживої природи.

Немає жодної галузі промисловості і господарства, в якій вода не мала б великого значення, тому раціональне використання водних ресурсів країни є одним із важливих завдань сучасного господарства.

Кожна з галузей народного господарства - енергетика, транспорт, аграрне господарство та інші - різноманітно використовують водні ресурси, а звідси і їх різний вплив на водойми, як місце мешкання риб.

У більшості випадків кілька галузей господарства використовують комплексно водні ресурси даного водоймища, внаслідок чого і вплив нарежим останнього більш значущий.

Розглянемо окремо вплив кожної з цих галузей на відтворення рибних запасів.

3.1 Аграрне господарство

Основна мета використання аграрним господарством води полягає в тому, щоб забезпечити необхідну кількість вологи в ґрунті у відповідності з потребами вирощуваних культур. Для цього вживаються два види заходів.

Один з них спрямований на те, щоб максимально зменшити (в посушливих районах) втрати води, одержуваної за рахунок атмосферних опадів. З цією метою крім відповідної обробки ґрунту і сівозміни широко застосовується снігозатримання. Останній захід, затримуючи велику частину талих вод на полях, природно скорочує стік в річки, а тим самим і втрати води даної річки в період паводка.

Але подібний захід може мати суттєвий вплив на паводкові втрати тільки тих річок, основний водозбір яких складається з орних масивів, наприклад Дон.

Інший шлях забезпечення полів водою - зрошення. З цією метою в одних випадках акумулюється стік малих річок шляхом влаштування

безлічі невеликих водосховищ, а в інших випадках - будуються величезні водосховища на великих річках (каскад Дніпровських водосховищ).

Вода, що використовується для зрошення, витрачається на харчування рослин і випаровування, і лише незначна її частина у вигляді підземного стоку повертається назад у річку.

Іноді для зрошення використовується так звана жива течія води, тобто використання води річки в весняний та літній періоди.

Для затримання паводкових вод русла рачок перегороджують греблями різної висоти, завдяки чому на ділянці річок, вищої від греблі (верхній б'єф) утворюється підпір води, який, затоплюючи велику площу суші, формує водосховище.

Висота греблі (а звідси і висота підпору води) залежить від рельєфу річкової долини: ухилу місцевості, висоти берегів.

На малих річках такі греблі мають зазвичай невелику висоту - в кілька метрів, а на великих річках їх висота досягає десятків метрів. Протяжність підпору води вгору по річці, при одній і тій же висоті підпору біля греблі, залежить від поздовжнього профілю річкової долини.

На рівнинних річках з малим ухилом русла споруда гребель навіть невеликої висоти створює підпір води у верхньому б'єфі на великій відстані. При пологому поперечному профілі місцевості розлив на підпертій ділянці охопить значну частину прилеглої до річки території. Внаслідок цього утворюється велике за площею і протяжністю водосховище, значна частина якого буде мати невеликі глибини.

У чому ж буде виражатися вплив гідробудівництва для цілей зрошення на відтворення рибних запасів?

Вплив цей різноманітний і специфічний відносно окремих груп риб.

1. Прохідні риби. Будівництво греблі може позбавити риб можливості проходу до місць нересту в тих випадках, коли останні розташовані вище від греблі.

Якщо нерестовища розташовані в межах зони підпору, вони взагалі втрачають своє значення для прохідних риб, тому що в результаті підпору води різко падає швидкість течії, збільшується глибина води, відбувається замулення дна річки на цій ділянці. Всі ці зміни перетворюють зону підпору на ділянки, не придатні для нересту прохідних риб.

Але і при збереженні нерестовищ у верхньому б'єфі пропуск плідників доцільний лише в тих випадках, коли забезпечено скочування молоді. З цієї точки зору на водосховищах, споруджених для цілей зрошення, велику небезпеку становить винесення молоді, що скачується, в зрошувальні системи, де вона потім гине.

2. Напівпрохідні риби. Зарегулювання паводка призводить до того, що у весняний період різко зменшується стік річки, знижується висота паводка, змінюється хід паводка в часі.

Для напівпрохідних риб нерестовищами служать низинні ділянки дельт, затоплені паводковими водами. Величина площі затоплення, час початку затоплення і тривалість останнього залежать від характеру паводка в окремі роки.

У роки з раннім паводком низини затоплюються раніше, що створює сприятливі умови для заходу плідників. Пізні паводки, навпаки, погіршують умови розподілу напівпрохідних риб на нерестових площах, так як до часу заходу їх у дельту затоплені в цьому випадку лише найбільш низько розташовані ділянки дельти.

Велике значення має тривалість стояння високої води, від цього залежить тривалість існування нерестових і вирощувальних водойм в дельтах річок. У цьому відношенні бувають роки з тривалим, середнім і коротким паводками.

Від поєднання висоти паводка, його тривалості та перебігу залежить водний режим на нерестовищах напівпрохідних риб. При зарегулюванні паводка річки водний режим в дельті протягом весни і літа докорінно змінюється, площа затоплення та період стояння високої води скорочуються.

В окремих випадках весняний стік може настільки скоротитись, що нерестово-вирощувальні площі в пониззі річки абсолютно не затоплюються і напівпрохідні риби повністю позбавляються своїх місць для нересту.

У дельті таких річок, як Кубань, де нерестовищами напівпрохідних риб є не тимчасові водойми, а постійні водойми-лимани, скорочення весняного стоку річкової води чинить інший вплив. Воно зменшує проточність лиманів і тим самим спричиняє їх осолонення, що негативно впливає на ікру риб. При значному осолоненні лимани взагалі втрачають своє значення як нерестово-вирощувальні водойми.

Зарегулювання стоку річки для потреб аграрного господарства порушує не тільки умови розмноження прохідних і напівпрохідних риб, але й впливає на умови нагулу молоді в морі.

Забір значної частини річкового стоку на зрошування зменшує кількість прісної води, що надходить із річок у море, призводить до підвищення солоності морської води. Для риб, що пристосувалися до існування в водах низької солоності (лящ, сазан, вобла, тарань, судак), внаслідок цього погіршуються умови нагулу, скорочується ареал їхнього шляху в море, змінюється видовий склад фауни безхребетних, якими ці риби харчуються. Все це призводить до скорочення процесу відтворення (а тим самим і запасів) напівпрохідних риб.

Крім того, утворення великих водосховищ змінює і якісну сторону річкового стоку. Водосховища є відстійниками, в яких акумулюється значна частина розчиненого і твердого стоку ріки. Внаслідок цього

надходження біогенних елементів в нижній б'єф скорочується, що впливає на біологічну продуктивність моря.

3. Туводні риби. Будівництво греблі на річці й створення водосховища змінює умови існування річкових туводних риб. Цього питання ми торкнемося нижче, під час розгляду іхтіофауни водосховищ.

3.2 Енергетика і транспорт

Використання річкового стоку для постійного отримання електроенергії також пов'язане з будівництвом греблі. Забезпеченість гідроелектростанцій необхідним запасом води протягом року залежить від гідрологічного режиму ріки, від характеру її стоку в окремі періоди року.

При стійкості річкового стоку протягом року і наявності витрати води, що забезпечує потребу гідроелектростанції, немає потреби в створенні великого запасу води шляхом зарегулювання паводка. У цих випадках, після побудови греблі і заповнення водосховища до проектною відмітки, стік річки в подальшому зберігає в основному свій колишній характер, в сенсі витрати води, в окремі періоди року і протягом року в цілому. Лише в окремі маловодні роки може виникнути необхідність у затримці паводкових вод.

Інше становище створюється на річках, стік яких різко коливається протягом року. Безперербійне живлення турбін може бути в цих випадках забезпечено лише шляхом затримання маси паводкової води у водосховищі і подальшого спрацьовування цього запасу в період маловоддя. Внаслідок цього витрата води в річці нижче від греблі в значній мірі вирівнюється протягом року і не відчуває тих різких коливань, які мали місце до спорудження греблі.

Таким чином, режим річки, що зарегульована з метою отримання електроенергії, характеризується більш-менш вирівняною витратою води протягом року і різким зниженням паводкових витрат.

На відтворення рибних запасів вплив цього напрямку гідробудівництва на ріках мало чим відрізняється від гідробудівництва для потреб сільського господарства.

Істотна відмінність полягає лише в тому, що в даному випадку річний стік прісної води, що скидається річкою в море (або озеро), не зменшується.

Будівництво гребель на річках для поліпшення умов транспорту має за мету регулювання стоку протягом навігаційного періоду. Для цього створюються водосховища, в яких затримуються паводкові води і в міру потреби за рахунок накопиченого запасу води проводиться підживлення річки нижче від греблі для підтримки в ній необхідної для судноплавства

глибини. В інших випадках будівництво греблі і створення підпору води на певній ділянці річки має своєю метою затоплення порогів, що заважають судноплавству.

Таким чином, гідробудівництво з метою поліпшення роботи транспорту, регулюючи стік річки в часі, може чинити на відтворення рибних запасів такий же вплив, як і гідроенергетичні споруди.

Необхідно, однак, мати на увазі, що гідровузли на великих річках в переважній більшості випадків будуються для комплексного вирішення декількох завдань: енергетики та судноплавства, енергетики та сільського господарства або всіх трьох завдань разом.

При такому комплексному використанні водних ресурсів режим річки змінюється ще більше і тим самим посилюється вплив гідробудівництва на відтворення рибних запасів.

В якості прикладів різного впливу гідробудівництва на рибне господарство розглянемо декілька випадків будівництва на наших річках.

Дніпровська гребля (Дніпрогес). Дніпровська гідроелектрична станція побудована з метою використання вод Дніпра для отримання електроенергії і для створення нормальних умов водного транспорту в порожистій частині Дніпра (між Дніпропетровськом та Запоріжжям).

На місці порожистої частини річки зі скелястим ложем і бурхливою течією утворилася водойма з великими глибинами, слабкою течією, сильно порізаною береговою лінією, загальною площею до 25 тис. га.

Будівництво греблі Дніпрогесу, розташованої в межах нижньої течії Дніпра, природно повинно було відобразитися на рибному господарстві як в зоні підпору води, так і на ділянці нижчій від греблі.

Загальний лов риби на протязі від порогів до лиману (включно) становив в період побудови греблі близько 6 тис. т. Основні промислові риби цього району: осетер, оселедець, рибець, вирезуб, тарань, сазан, судак, лящ, плітка, щука, сом.

З перерахованих видів риб прохідними є осетер, вирезуб і оселедець, а решта - напівпрохідні і туводні - здійснюють нерестові міграції з лиману в дельту Дніпра або в межах самого Дніпра.

Осетер та оселедець, як прохідні форми, піднімалися в період нерестових міграцій вище від порогів, де, очевидно, були розміщені їх нерестовища. Точно місця нересту осетра не були встановлені, судячи з деяких спостережень, вони знаходилися вище Запоріжжя.

Є вказівки рибалок, що нерест осетра відбувався в районі Каховки. Не вивчені були і місця нересту оселедця, і лише на основі деяких показників можна припускати, що нерестовища оселедця також розташовані в районі порогів.

Міграції туводних частикових риб (лящ, плітка, чехоня та ін.) вгору і вниз по річці з району порогів в період нересту та повернення в порожисті

ділянки пояснюються відсутністю на порогах зручних місць для їх нересту.

Для решти промислових видів риб ця ділянка значної ролі не відіграє.

Завдяки підпору води були затоплені численні балки (яри), що прилягали до заплави Дніпра, а також утворився підпір води і на притоках Дніпра.

Прохідні риби позбулися, таким чином, нерестовищ (якщо, дійсно, нижче порогів вони не нерестилися) і промисел їх в Дніпровському районі поступово припинився, оскільки не були вжиті відповідні рибоводні заходи.

Для туводних риб порожистої ділянки умови розвитку покращилися і їх запаси почали поступово збільшуватися, підпір води значно збільшив акваторію цієї ділянки.

Каховська гребля. Будівництво гідровузла в районі Каховки мало на меті використання вод Дніпра для зрошення великих земельних масивів в південних областях України і для отримання електроенергії.

Створене при цьому водосховище площею близько 230 тис. га. є новою базою для рибного господарства цього району.

У той же час зарегулювання стоку Дніпра в період паводка чинить негативний вплив на умови розмноження всіх цінних промислових риб Нижнього Дніпра: осетра, оселедця, рибця, чехоні, тарані, ляща, сазана і судака. Дослідження, проведені у зв'язку з будівництвом Каховської греблі, показали, що Каховська гребля відрізає основні нерестовища осетра, оселедця і тарані. Внаслідок зниження висоти паводка, часу його проходження, умови розмноження прохідних і напівпрохідних риб нижче від греблі змінилися в гіршу сторону.

Зниження швидкості течії призвело до замулення ділянок з гальковими ґрунтами (нерестовища осетра).

Зниження висоти паводка спричинило скорочення нерестовищ рибця, ляща, сазана, судака. Інтенсивніше протікають процеси замулення та заростання проток, що з'єднують плавневі озера і лимани.

Внаслідок цього для збереження процесу відтворення рибних запасів цього району на сучасному рівні необхідно вжити ряд рибоводних меліоративних заходів.

3.3 Лісове, промислове і комунальне господарство

Основні лісові масиви розташовані у нас в північних і західних областях України.

У цих же районах протікає безліч невеликих річок, в притоках і верхів'ях яких знаходяться нерестовища дикої форелі та інших холодолюбних риб.

Гідрологічний режим цих річок має винятково велике значення в процесі розмноження риби з осіннім нерестом. Тим часом лісове господарство в басейнах нерестових річок, при його неправильному веденні, призводить до погіршення їх режиму і тим самим негативно впливає на відтворення рибних запасів.

Наявність лісу забезпечує більш рівномірний поверхневий стік з водозбірної площі, а також постійне водне живлення підземних джерел. Завдяки цьому витрати води в нерестових річках протягом усього року більш стійкі, а восени забезпечується високий рівень води, зберігається достатня водність цих річок взимку і менша небезпека промерзання гнізд з ікрою.

Крім того, лісовий водозбір оберігає нерестові річки від замулення, тому що поверхневий стік уповільнений, внаслідок чого зменшується знесення в річку частинок ґрунту сніговими і дощовими водами.

Вирубвання лісу призводить до протилежних результатів: танення снігу відбувається швидше, поверхневий стік підсилюється, маси талих вод зносять у річку частинки ґрунту та гілля, що призводить до її замулення. Діяльність підземних джерел послаблюється і взимку гідрологічний режим річки погіршується. Інший бік впливу лісового господарства полягає в тому, що нерестові річки використовуються для складування та сплаву лісу. У зв'язку з цим погіршується гідрохімічний режим цих річок: плаваючі колоди іноді настільки заповнюють русла річок, що плідники не в змозі просуватися по них до місць нересту.

На дрібних притоках плаваючі колоди створюють затори, ложе річки як би проорується ними, в річці накопичується маса відходів первинної обробки лісу (кора, гілки, коріння).

Не менш шкідливий вплив надають підприємства з переробки деревини: підприємства деревообробної, паперової, скипидарної та інших галузей промисловості, що використовують деревину, кору і луб в якості сировини.

Ці відходи мають високу кислотність і окисну здатність, і при спусканні їх у водойми без попереднього очищення, різко погіршується біологічний режим певних ділянок водойми. Швидко знижується вміст розчиненого у воді кисню, підвищується кислотність середовища, накопичуються продукти неповного окислення. Природно, що в таких водах не можуть протікати нормально ні процеси розмноження, а ні харчування і зростання молоді.

У переважній більшості випадків стічні води промислових підприємств і комунального господарства забруднюють водойми, внаслідок чого риби, чутливі до забруднення, перестають відвідувати такі ділянки річки. У деяких випадках забруднення настільки велике, що район дії стічних вод взагалі є небезпечним для риби.

Широкий розвиток всіх галузей промисловості нашої держави потребує уваги з боку рибогосподарських та екологічних установ у відношенні своєчасного проведення заходів з очищення стічних вод.

3.4 Умови проведення окремих заходів з відтворення рибних запасів у природних водоймах

Підтримання рибних запасів на певному рівні, їх збільшення і якісне поліпшення можуть бути досягнуті різними методами. Неправильно вважати, що використання штучного риборозведення може вирішити всі проблеми відтворення рибних запасів. В результаті непродуманого і необгрунтованого застосування штучного риборозведення в деяких випадках отримували негативний результат і була дискредитована сама ідея рибництва.

Починаючи з першого періоду розвитку штучного риборозведення та довгий час по тому, перевагу останнього в порівнянні з природним розмноженням риби бачили в тому, що при штучному заплідненні ікри досягається більш високий ефект, ніж при розмноженні в природних умовах. В окремих несприятливих випадках подібне явище може мати місце, але, як правило, відсоток запліднення під час природного нересту досить високий і в більшості випадків може досягати 95 - 98%.

В одних випадках штучне риборозведення може бути зайвим, в інших - відіграти лише допоміжну роль, а в третіх - бути безумовно необхідним, тобто основним методом.

Розглянемо деякі випадки, при яких доводиться з метою відтворення рибних запасів вживати тих чи інших рибоводних заходів.

1. Зменшення запасів певного виду риб у водоймі відбулося завдяки погіршенню умов розмноження. Подібне явище ми спостерігаємо на нерестовищах напівпрохідних риб наших південних басейнів, а також в озерах. Так, наприклад, внаслідок замулення та заростання проток і ериків, що слугують місцями нересту ляща, сазана, вобли та інших риб, погіршилися умови обводнення цих ділянок - плідники втратили можливість проникати до нерестовищ, погіршилися умови скочування молоді в річку. Зменшення припливу річкової води призводить в деяких випадках до осолонення нерестовищ і вони стають непридатними для розмноження.

В озерах спостерігається процес заростання та заболочування нерестовищ риб з весняним нерестом. Багато осетрових річок втрачає своє нерестове значення внаслідок погіршення їх гідрологічного режиму під впливом природних факторів, а також в результаті діяльності людини.

У всіх цих випадках виникає питання про можливість відновлення нормального режиму нерестовищ шляхом вживання відповідних

меліоративних заходів (розчищення та поглиблення проток, посилення притоку прісної води, боротьба з рослинністю та ін.).

Меліорація нерестовищ в цих випадках є основним заходом для відновлення процесу розмноження цінних для нас видів риб.

Лише в тих випадках, коли з якихось причин (технічних чи економічних) відновлення нерестовищ виявляється неможливим, виникає необхідність підтримувати процес відтворення іншими засобами: шляхом влаштування штучних нерестовищ, або штучним риборозведенням. Останнє може застосовуватися і як допоміжний захід для часткової компенсації скороченого природного процесу розмноження.

2. Зниження ефективності природного процесу розмноження внаслідок масового знищення ікри та молоді риб різними шкідниками з фауни хребетних (риби, птахи, земноводні), а також безхребетних. Це явище спостерігається в результаті масового розвитку на нерестовищах малоцінних і хижих риб (колючка, плітка, окунь, щука, голец та ін.), багатьох рибоїдних птахів (пелікани, чаплі, деякі качині).

У таких випадках необхідно вести боротьбу з ворогами ікри і молоді.

Слід, однак, відзначити, що питання про вплив ворогів молоді (риб, птахів та ін.) на її виживання є досить складним. У кожному конкретному випадку необхідно досліджувати харчові відносини, що склалися між окремими компонентами даного співтовариства, щоб правильно оцінити роль хижаків.

Відновити в цьому випадку нормальне поповнення стада молоддю шляхом штучного риборозведення та випуску у водойму личинок або молоді навряд чи можливо, тому що продукція рибоводних робіт буде настільки ж інтенсивно знищуватися шкідниками, як і в природному нересті.

3. Ослаблення процесу відтворення запасів риб в результаті зменшення плідників на нерестовищах. Цей процес спостерігається, коли в результаті вилову риби для нересту відловлюється недостатня кількість плідників, або виловлюється багато статевонезрілих риб, внаслідок чого чисельність поголів'я статевозрілих особин зменшується.

Основним заходом при цьому має стати регулювання вилову: заборона вилову статевонезрілої риби, встановлення заборонних термінів під час ходу риби на нерест. Велику користь у цих випадках може принести охорона нересту, поліпшення режиму нерестовищ, боротьба з ворогами ікри і молоді. Подібні заходи підвищують ефективність природного розмноження і можуть певною мірою компенсувати чисельне зменшення стада плідників.

Штучне риборозведення в даному випадку може використовуватися як допоміжний захід тільки тоді, коли воно буде проводитися методами, що дають більший ефект, ніж природний нерест.

4. Вилов плідників проводиться на нерестовищах в період нересту. Серед виловленої риби в цьому випадку є значна кількість особин з цілком дозрілими статевими продуктами. Крім того, частково знищується відкладена рибами ікра.

З метою хоча б деякого відшкодування збитку, що завдається процесу розмноження, може бути організований збір ікри від текучих самок, її запліднення і інкубація. Штучне риборозведення носить в цьому випадку компенсаційний характер і має сенс лише при значному масштабі робіт. Коли масштаби заходів незначні, то питома вага риборозведення занадто мала в порівнянні з природним нерестом, і, отже, не може надати скільки-небудь помітного впливу на процес відтворення запасів.

Необхідно, однак, мати на увазі, що чим сильніше рибний промисел в період нересту впливає на стадо плідників, тим більшого значення набуває штучне риборозведення.

5. Повне або часткове осушення нерестових ділянок в результаті зміни гідрологічного режиму водойми, що позбавляє деяких риб можливості розмножуватися природним шляхом. У цих випадках, якщо немає можливості будь-яким чином відновити нерестовища, єдиним виходом з положення є організація штучного розведення даних риб.

При цьому не тільки масштаб робіт, але і застосовувані форми риборозведення повинні безумовно гарантувати відтворення рибних запасів. При цьому ефективність штучного риборозведення повинна бути вищою за природний нерест. Необхідно домагатися високого відсотка використання плідників, зниження відходів на всіх стадіях риборозведення, випускати у водойму підрослу молодь.

6. Блокування шляху плідникам до нерестовищ в результаті спорудження гребель. В результаті будівництва гребель на річках не тільки порушується можливість проходження риб до нерестовищ, але докорінно змінюється режим річки в зоні підпору.

У тих випадках, коли нерестовища розташовані за межами зони підпору, може бути поставлене питання про устрій рибопропускних споруд для забезпечення природного нересту. Якщо ж нерестовища затоплені, вони стають не придатними для природного нересту і пропуск риб у верхній б'єф втрачає сенс.

За цих умов єдиним шляхом підтримання процесу відтворення є тільки штучне риборозведення.

Як і в попередньому випадку, штучне риборозведення повинно проводитися у формах, які забезпечують значно вищий відсоток повернення, ніж під час природного розмноження, а за масштабом відповідати чисельності відновлюваного стада.

Питання для самоперевірки

1. Вплив аграрного господарства на відтворення рибних запасів.
2. Вплив енергетики і транспорту на іхтіофауну водойм.
3. Вплив лісового, промислового і комунального господарства на іхтіофауну водойм.
4. Проведення заходів з відтворення рибних запасів у природних водоймах.
5. Що є основним заходом для відтворення рибних запасів цінних видів риб?

4 ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

4.1 Види очищення стічних вод

Основна причина забруднення водних ресурсів - аварійний або технологічний скид у водойми промисловими, побутовими та транспортними підприємствами неочищених або недостатньо очищених стічних вод.

Факторами, що характеризують способи очищення, є використання на очистку ресурси, що надходить вода, необхідну якість стічних вод, методи і обладнання, що застосовуються при очищенні, продуктивність праці, якість продукції і витрати виробництва.

Для оцінки методів очищення стічних вод застосовуються такі показники: коефіцієнт очищення стічних вод, економічність процесу, продуктивність, ефективність, економічний збиток.

При виборі оптимального методу для кожного конкретного виробництва за кордоном керуються, як правило, такими критеріями:

- ефективність очищення від забруднювальних речовин, характерних для даного виробництва;
- токсичність забруднювальних речовин, характерних для даного виробництва; область раціонального застосування кожного методу;
- економічні показники.

Залежно від типу процесів, що протікають в очисних спорудах, розрізняють механічну, фізико-хімічну і біологічну очистку стічних вод. При необхідності води піддають доочищенню. Перед скиданням у водойми стічні води повинні знезаражуватися з метою знищення хвороботворних мікроорганізмів.

Механічне очищення призначене для затримання нерозчинних домішок (результат - до 60%). До споруд для механічного очищення відносяться решітки та сита (великі домішки), пісколовки (мінеральні домішки і пісок), відстійники (повільно осідають і плаваючі домішки) і фільтри (дрібні нерозчинені домішки). Специфічні домішки видаляються за допомогою жироловок, нафтопасток, смолоуловлювачів і ін. Механічне очищення - попередня ступінь перед біологічним очищенням.

Фізико-хімічні методи застосовуються в основному для виробничих стічних вод. До цих методів належать методи реагентного очищення (нейтралізація, коагуляція, озонування, хлорування і ін.), Сорбція, екстракція, евапорація, флотація, перегонка та ін.

Фільтрування - процес, оснований на поділі системи газ - рідка фаза за допомогою пористого матеріалу (пористі, тканинні, зернисті фільтри).

Коагуляція - процес укрупнення частинок до утворення пластівців з їх подальшим осадженням і фільтруванням. Як коагулянтів використовують сірчаноокислий алюміній $Al_2(SO_4)_3$, хлорне залізо $FeCl_3$, сірчаноокисле залізо $Fe_2(SO_4)_3$, вапно $CaCO_3$.

Магнітний метод - зміна траєкторії руху частинок в системі за допомогою магнітного поля і їх подальше відділення.

Нейтралізація - хімічні реакції із застосуванням кислот або / і основ, що призводять в загальному вигляді до утворення солі і води.

Озонування - знезараження за допомогою O_3 .

Сорбція - поглинання твердим тілом або рідиною певної речовини. *Адсорбція* - поглинання речовини з рідкого середовища поверхневим шаром адсорбенту. *Абсорбція* - поглинання речовини з рідкого середовища всією масою іншої речовини (абсорбенту). *Хемосорбція* - поглинання речовини поверхнею будь-якого тіла в результаті утворення хімічного зв'язку між молекулами.

Флотація - процес поділу дрібних твердих частинок, оснований на відмінності їх в змочуваності водою. Заснована на освіту комплексів «частка - повітряні бульбашки», які спливають і можуть бути видалені з поверхні у вигляді пінного шару.

Хлорування - знезараження води шляхом обробки газоподібним хлором, хлорним вапном або іншими хлоровмісних сполуками. Застосовується також для знебарвлення і дезодорації води.

Евапорація - процес вилучення компонентів суміші шляхом її випаровування.

Перегонка - метод оснований на поділі і видаленні через відкриту рідку поверхню сполук, що мають різну температуру кипіння.

Екстракція - спосіб поділу і вилучення компонентів суміші шляхом їх переведення з одної рідкої фази в іншу, яка містить екстрагент (речовина, здатна вибірково витягувати окремі компоненти з сумішей).

Іонний обмін - уловлювання катіонів та аніонів хімічних сполук природними матеріалами або синтетичними смолами з наступною регенерацією останніх і отриманням уловлених продуктів. Біологічне очищення базується на використанні мікроорганізмів, які в процесі життєдіяльності руйнують органічні сполуки, тобто. Мікроорганізми використовують органічні речовини як джерело поживних речовин і енергії.

Споруди біологічної очистки поділяють на два типи:

- очищення відбувається в умовах, близьких до природних (поля фільтрації та біологічні ставки);

– очищення відбувається в штучно створених умовах (біофільтри і аеротенки).

Поля фільтрації - земельні ділянки, розділені на секції, по яких рівномірно розподіляється стічна вода, фільтри крізь пори ґрунту. Профільтрована вода по дренажним трубах і канавах повертається у водойму. На поверхні ґрунту утворюється біологічна плівка з аеробних мікроорганізмів, які мінералізують органіку. O₂ може проникати на глибину до 30 см; глибше мінералізація здійснюється за рахунок анаеробних мікроорганізмів.

Біологічні ставки - штучні неглибокі водойми, в яких протікають природні біохімічні процеси самоочищення води в аеробних і анаеробних умовах. Використовуються як для первинної біологічної очистки, так і для доочищення стічних вод. Насичення води O₂ відбувається внаслідок природної атмосферної аерації і фотосинтезу.

Біофільтри - споруди, що складаються з резервуарів з фільтруючим матеріалом, дренажем і пристроєм розподілу води, в яких створюються умови для інтенсифікації природних біохімічних процесів.

Аеротенк - резервуар, в який надходять стічна вода після механічного очищення, активний мул і безперервно повітря. Пластівці мулу є біоценоз аеробних мікроорганізмів - мінералізаторов (бактерій, найпростіших, хробаків та ін.).

Знезараження - заключний етап обробки стічних вод перед скиданням у водойму. Найбільш поширений спосіб - дезінфекція шляхом хлорування газоподібним хлором Cl₂ або хлорним вапном.

Обробка осадів проводиться з метою зниження їх вологості і обсягу, знезараження і підготовки до утилізації. Затримані на решітках грубі відходи вивозять на сміттєзвалища або після дроблення направляють в спеціальні споруди. Пісок з пісколовок надходить на піскові майданчики для зневоднення, а потім використовується за призначенням. Для обробки осадів з відстійників використовують самостійну групу споруд: мулові майданчики, метантенки, аеробні стабілізатори, установки для зневоднення і сушіння.

Метантенки - герметично закриті резервуари, де анаеробні бактерії в термофільних умовах (30 - 43 С) зброджують осад з первинних і вторинних відстійників. В процесі бродіння виділяються гази: CH₄, H₂, CO₂, NH₃ та ін., що використовуються потім для різних цілей. Осади з метантенков, що мають вологість 97%, зневоднюють на мулових майданчиках або вакуум-фільтрах і центрифугах. В результаті осад зменшується в об'ємі в 7 - 15 разів і має вологість 50 - 80%.

Аеробна стабілізація - резервуарний процес мінералізації аеробними мікроорганізмами органічної частини опадів при постійній продувці повітрям.

4.2 Екологізація процесів очищення стічних вод

Екологізація - процес поступового впровадження технологічних, управлінських, організаційних систем рішень, що дозволяють підвищувати ефективність використання ресурсів з поліпшенням або хоча б зі збереженням природного середовища.

Одним з основних таких заходів є розробка безвідходних або маловідходних технологій і технологічних ланцюгів. Складовими елементами таких технологій є:

- комплексна переробка сировини з використанням всіх її компонентів;
- зменшення або повне виключення забруднення середовища проміжними продуктами; створення замкнутих систем виробничого циклу.

Очисні споруди необхідно розглядати з урахуванням їх впливу на навколишнє середовище твердими відходами (розміщення, поховання, відторгнення земель, інфільтраційне забруднення підземних вод, виділення газів), газовими викидами (сірководень), компонентами очищених стічних вод.

В наш час найбільшу складність становить не тільки проблема очищення стічних вод, а й обробка, і утилізація їх твердої фази. Кількість відходів очищення в залежності від вихідного складу, витрати стічних вод і методів очищення становить в середньому від 0.01% до 3% від обсягу. Вологість коливається від 85% до 99.8%.

Основні завдання обробки шламів і осадів стічних вод: зневоднення, знежирення і утилізація.

В наш час є промисловий досвід повернення в основне виробництво шламів очищення стічних вод скляних, оптико-механічних, металургійних підприємств, заводів з випуску будматеріалів, деяких хімічних виробництв. Як добавки в допоміжні виробництва - на м'ясокомбінати, молокозаводи (технічний жир, ланолін, жирозамінювачів), гідролізні заводи і целюлозно-паперовий комбінати (виробництво деревоволокнистих плит, картону, целюлози).

Осади стічних вод з мулових майданчиків, змішані з міським сміттям і за певною технологією компостовані, можуть використовуватися як добрива садових і сільськогосподарських культур.

Основна проблема утилізації шламів від очищення - запобігання вторинного забруднення навколишнього середовища важкими металами. Найбільш поширеним способом утилізації шламів є складування їх на полігонах промислових відходів. Шлами піддаються отвердженню цементом, бітумом, обробці полімерними сполучними.

Є досвід утилізації шламів важких металів у виробництві будівельної кераміки, цегли, черепиці.

Стічні води які пройшли обов'язкову біологічну очистку, можуть використовуватися і в сільському господарстві. Для розподілу води на ділянках, засіяних сільськогосподарськими культурами, застосовується метод дощування. Додатковою перевагою застосування стічних вод для поливу можна вважати добрива ґрунту, які містяться в них, поживними речовинами, вони поліпшують їх якісний склад. Це перш за все азот, солі калію, фосфати і залишки органічних речовин.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні причини забруднення водних ресурсів.
2. Охарактеризуйте механічну очистку стічних вод.
3. Охарактеризуйте фізико-хімічну очистку стічних вод.
4. Охарактеризуйте біологічну очистку стічних вод.
5. Що таке фільтрування?
6. Що таке коагуляція?
7. Що таке нейтралізація?
8. Що таке поля фільтрації?
9. Що таке біологічні ставки?
10. Що таке біофільтри?
11. Що таке озонування?
12. Що таке флотація?
13. Що таке аеробна стабілізація?
14. Охарактеризуйте екологізацію процесів очищення стічних вод.

5 МОНІТОРИНГ. МЕТОДИ ТА ФОРМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ ЕКОСИСТЕМ

Забруднення природного середовища і потреби охорони природи привели до необхідності організації обліку розмірів антропогенних змін у природному середовищі та їх проявів в окремих регіонах. Це завдання вирішується за допомогою моніторингу.

Державний моніторинг навколишнього середовища – це система спостережень, збирання, обробки, передавання, збереження та аналізу інформації про стан навколишнього середовища, прогнозування його змін та розробка науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Система державного моніторингу навколишнього середовища ґрунтується на таких принципах:

- ✓ об'єктивність і достовірність;
- ✓ систематичність спостережень за станом навколишнього середовища та об'єктами впливу на нього;
- ✓ багаторівневність;
- ✓ узгодженість нормативного та методичного забезпечення;
- ✓ узгодженість технічного і програмного забезпечення;
- ✓ комплексність оцінки екологічної інформації;
- ✓ оперативність проходження інформації між окремими ланками системи та часне інформування органів державної виконавчої влади;
- ✓ відкритість екологічної інформації для населення.

Основними завданнями системи державного моніторингу навколишнього середовища є:

- ✓ спостереження за станом довкілля;
- ✓ аналіз стану навколишнього середовища та прогнозування його змін;
- ✓ забезпечення органів державної виконавчої влади систематичною та оперативною інформацією про стан навколишнього середовища, а також прогнозів і попереджень про можливість його зміни;
- ✓ розробка науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Система державного моніторингу створюється на трьох рівнях:

- ✓ локальному – на території окремих об'єктів (підприємств, міст, ділянок, ландшафтів);
- ✓ регіональному – у межах адміністративно-територіальних одиниць, на території адміністративних і природних регіонів;

- ✓ національному – на території країни в цілому. Залежновідпризначення здійснюється загальний, оперативний і фоновий моніторинг навколишнього середовища.

Загальний моніторинг навколишнього середовища – це оптимальні за кількістю параметрів спостереження на пунктах, об'єднаних в єдину інформаційно-технологічну мережу, які дають змогу на основі оцінки і прогнозування стану довкілля регулярно розробляти управління і рішення на всіх рівнях.

Оперативний моніторинг навколишнього середовища – це спостереження спеціальних показників у цільовій мережі пунктів у реальному масштабі часу за окремими об'єктами, джерелами підвищеного екологічного ризику в окремих регіонах, які визначено як зони надзвичайної екологічної ситуації, а також у районах аварій і з шкідливими екологічними наслідками з метою забезпечення оперативного реагування на кризові ситуації та прийняття рішень щодо їх ліквідації, створення безпечних умов для населення.

Фоновий моніторинг навколишнього середовища – це спеціальні високоточні спостереження за всіма складовими навколишнього середовища, а також за характером, складом, кругообігом та міграцією забруднюючих речовин, за реакцією організмів на забруднення на рівні окремих популяцій, екосистем і біосфери в цілому. Цей моніторинг здійснюється у природних і біосферних заповідниках, на інших територіях, що охороняються, на базових станціях.

Біологічний моніторинг зорієнтований на систематичне оцінювання стану видів рослин і тварин. Він включає реєстрацію змін чисельності, структури їхніх популяцій, характеру міграцій та розмноження. Господарський моніторинг проводиться з метою оцінки діяльності окремих сільськогосподарських або промислових підприємств. Проведення глобального моніторингу розпочато на основі рішення Міжнародної наради 1974 року, до якої приєднався колишній СРСР, а зараз обов'язки з моніторингу виконує Україна. Моніторинг дозволяє вирішувати широкі екологічні проблеми завдань:

- 1) виявлення взаємозв'язку джерел забруднювання природного середовища з об'єктами, на які вони діють;
- 2) виявлення каналів поширення забруднюючих речовин у природному середовищі;
- 3) вибір індикаторів, які б найкраще показували стан навколишнього середовища.

Ще більші численні є об'єкти моніторингу, самостійні або взаємозалежні між собою із просторовими видами. Серед об'єктних видів можна виділити моніторинг атмосферного повітря, гідросфери (у сукупності – гідрометеорологічний), ґрунтовий, біологічний, сейсмічний, іоносферний, Сонця, гравіметричний, магнітометричний та ін. Усі ці види можуть далі у свою чергу поділятися на підвиди, що відбувається на практиці.

Біологічний моніторинг включає зоологічний (у ньому також безліч пидвидів пориб, птахів, тощо), ботанічний і антропологічний. Востаньому почали виділяти не тільки мідико-біологічні напрями, алей соціальні.

З розвитком науки і техніки ставиться питання про необхідність геологічного моніторингу, що розвивається не тільки в шир (у літосфері), алей в глиб – до мантиї. Уже проводиться локальний моніторинг підземних вод, кріолітозони, глибких (до 15 км) шарів геологічної будови Землі. Це стало потрібне не тільки для спостережень за сьогодишньою динамікою стану об'єктів моніторингу і прогнозу мін, алей, що дуже важливо, для цілей ретроспективних оцінок стану природного середовища. У зв'язку з цим упресі з'явилася безліч різних оцінок «нульового» фонового стану природного середовища, від яких починається відлік антропогенних, а потім техногенних впливів на природне середовище.

Сам термін «моніторинг» уперше з'явився в рекомендаціях спеціальної комісії СКОПЕ (Науковий комітет з проблем навколишнього середовища) при ЮНЕ СКО в 1971 р., а в 1972 р. вже були сформульовані перші пропозиції по Глобальній системі моніторингу навколишнього середовища (Стокгольмська конференція ООН з навколишнього середовища).

Екологічний моніторинг (його нормативно-правова база поки що не стандартизована і частотракується досить довільно) ставить своєю метою дати відповіді на такі питання:

- як мід стан природного середовища в розглянутий проміжок часу порівняти з і станом, що передувє техногенезу (у відносній або абсолютній формі), і які зміни (позитивні, негативні) очікуються в природному середовищі в прогнозований проміжок часу;
- у чому причини мін, що вжесталися і можуть статися в майбутньому (у тому числі небажаних, згубних, критичних), і що було, є або буде джерелом цих мін (як правило, шкідливих техногенних впливів);
- які впливи наданє локальне природне середовище, що визначаються на основі вироблені для даного випадку критеріальної основи оцінок функції «корисності – шкідливості», є шкідливими (небажаними або неприпустимими);
- який рівень техногенних впливів, у тому числі в сукупності з природними абостих і ними процесами впливами, що відбуваються в розглянутому природному середовищі, є неприпустимим для природного середовища і окремих його компонентів або комплексів (ценозів) і які резерви має природне середовище для саморегенерації стану, адекватного вихідному, прийнятому за танєкологічного балансу;
- який рівень техногенних впливів на природне середовище, окремих його компонентів і комплексів є неприпустимим або критичним, що після нього відновлення природного середовища дорівняєкологічного балансу є нездійсненним.

У процесі моніторингу реєструються:

- а) екосистеми, що існують наданій території;
- б) тип господарського використання території;
- в) ступінь форми деградації природного середовища – зміна рельєфу, ерозія, іт.п.;
- г) фізичний і хімічний стан повітря, водий ґрунту;
- д) біологічні різноманітні стан видів-індикаторів, якщо такі виділені;
- є) радіоактивне забруднення; є) санітарний стан.

Нерідко результати моніторингу формують у вигляді екологічних карт.

Особливим різновидом моніторингу є біоіндикація, або біомоніторинг, – урахування стану природного середовища з особливою увагою до живих організмів. Біоіндикація –

це особливий напрям екології, що вивчає стан навколишнього середовища на основі змін, які спостерігаються в особин, популяцій видів живих організмів. Першою програмою «Біоіндикатори» була прийнята ще в 1982 році на XXІ Асамблеї Міжнародного союзу біологічних наук.

Для оцінки стану природних систем біомоніторинг дає більше інформації, ніж реєстрація фізичних і хімічних параметрів стану навколишнього середовища. Це визначається здатністю живих організмів концентрувати велику кількість стронніх речовин у своєму тілі (рис. 5.1). Інформація фонових моніторингу інколи може показувати незначне забруднення середовища ксенобіотиками, а біомоніторинг засвідчує, що відбувається процес накопичення даного ксенобіотика в живих організмах, і вказує на необхідні заходи щодо очищення середовища від нього.

Найбільш важливу інформацію надає фітомоніторинг, який враховує зміни самих рослин. Так, у роботі Л. Мортенсена (1993) було виявлено 19 видів трав, в яких змінюється галузнення, розвивається хлороз і на 28–99% знижується біомаса при дії озону в концентраціях усього у 12–53 нмоль / моль.

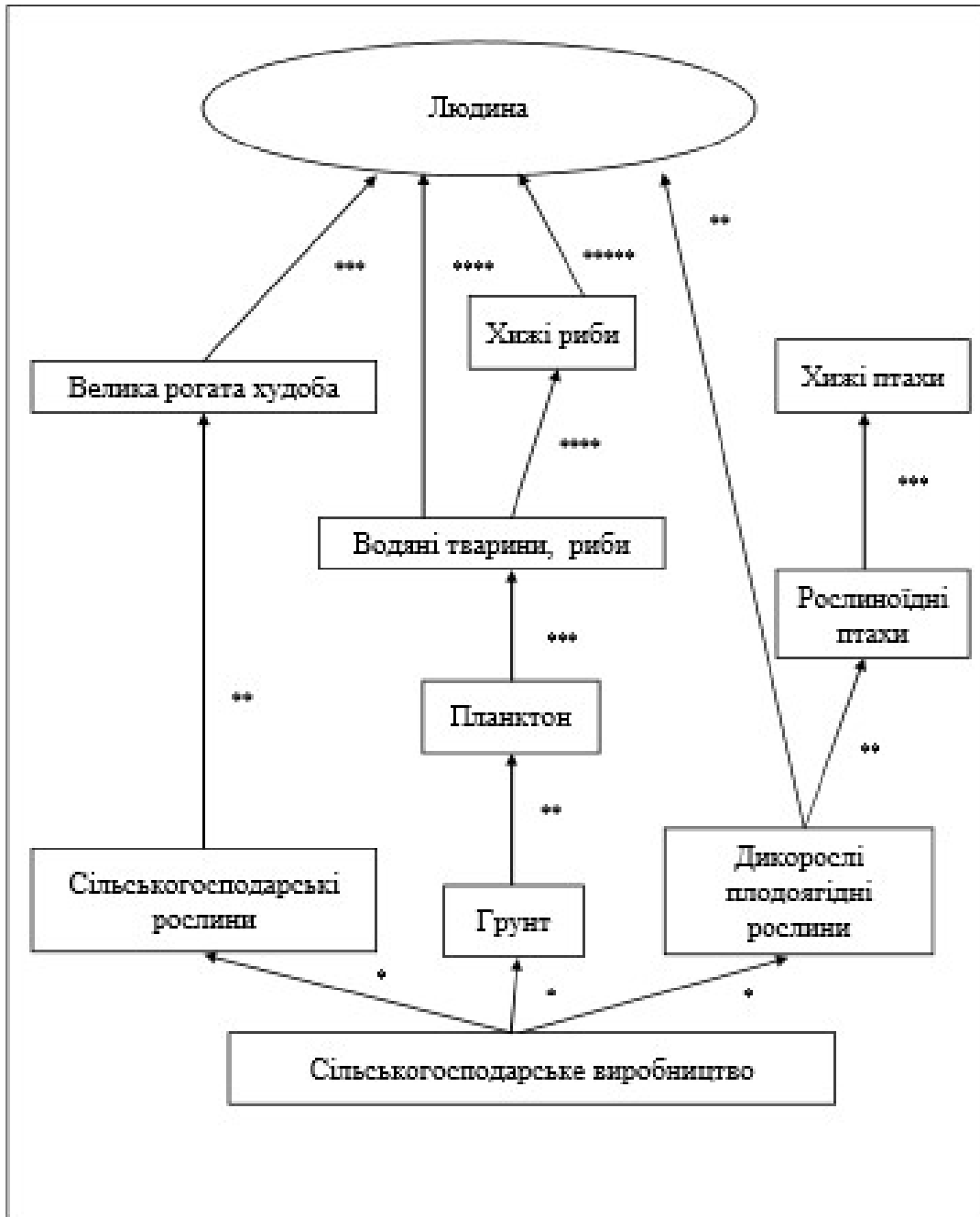


Рис.5.1 -Ланкитрофічноголанцюгаташляхеміграціїпестицидіввньому.
 Кількістьзірочоквказуєнарівеньконцентруванняпестицидів:чимбільше,тимконцентруваннявище

Уцілому моніторинг дає фактичні дані, необхідні для розробки математичних моделей, які дозволяють на основі комп'ютерної техніки робити узагальнені порівняння, розробляти прогнози й оперативні заходи запобігання еградаційним процесам, щонамітилися. На глобальному рівні прогнозувати кон

ують такі організації, як «Римський клуб», створений у 1968 році А. Печчеї, та «Всесвітня вахта», що існує з 1984 року і очолюється Л. Брауном.

5.1 Види і структура моніторингу

Наприкінці 60-х рр. XX ст. у світовому товаристві почало поширюватися усвідомлення необхідності скоординованості зусиль ізбору, збереження і переробки даних простан навколишнього середовища. У 1972 р. у Стокгольмі відбулася конференція зохорони навколишнього середовища під егідою ООН, де вперше було визначено поняття «моніторинг навколишнього середовища». Було вирішено під *моніторингом* навколишнього середовища розуміти комплексну систему спостережень, оцінки і прогнозу стану навколишнього середовища під впливом антропогенних факторів. Термін з'явився як доповнення до поняття «контроль стану навколишнього середовища». У наш час під моніторингом розуміють сукупність спостережень за певними компонентами біосфери, спеціальним чином організовані у просторі і часі, а також комплекс методів екологічного прогнозування.

Екологічний моніторинг – це інформаційна система спостережень, оцінки і прогнозу стану навколишнього середовища, створена з метою виділення антропогенних складових цих змін у атмосфері природних процесів.

Моніторинг може здійснюватися такими засобами:

1. фізичними;
2. хімічними;
3. біологічними;
4. авіаційними;
5. космічними.

Залежності від завдань, що вирішуються системою екологічного моніторингу, розрізняють такі його види:

1. біоекологічний (санітарно-гігієнічний);
2. геоекоекологічний (природно-господарський);
3. біосферний (глобальний);
4. геофізичний;
5. біологічний.

Особливу роль у системі екологічного моніторингу виконує біологічний моніторинг, тобто моніторинг біологічної складової екосистеми (біоти). *Біологіч*

ний моніторинг–

це контроль стану навколишнього природного середовища за допомогою живих організмів. Головний метод біологічного моніторингу– біоіндикація, змістякої полягає в реєстрації будь-яких змін у біоті, спричинених антропогенними факторами. У біологічному моніторингу можуть бути використані не тільки біологічні, а й інші методи, наприклад, хімічний аналіз вмісту забруднюючих речовин у живих організмах.

Геоекологічний (природно-господарський) моніторинг забезпечує спостереження за природними екосистемами, агробіотою, індустріальними екосистемами. У цьому випадку застосовують геофізичні, геохімічні, біохімічні, біологічні методи.

Біосферний моніторинг здійснює спостереження за змінами в біосфері, що пов'язані з антропогенним впливом.

Залежні від призначення спеціальними програмами здійснюються загальний, кризовий і фоновий екологічний моніторинг довкілля.

Загальний еко моніторинг довкілля– це оптимальні за кількістю та розміщенням місця, параметри й періодичність спостережень за довкіллям, що дають змогу на основі оцінки та прогнозування стану довкілля підтримувати прийнятті відповідних рішень на всіх рівнях відомчої й загальнодержавної екологічної діяльності.

Кризовий еко моніторинг довкілля– це інтенсивні спостереження за природними об'єктами та джерелами техногенного впливу, розташованими в районах екологічної напруженості, у зонах аварій і небезпечних природних явищ зі шкідливими екологічними наслідками. Його призначення– забезпечення своєчасного реагування на кризовий надзвичайні екологічні ситуації та прийняття рішень щодо їх ліквідації, створення нормальних умов для життєдіяльності населення і господарювання.

Фоновий еко моніторинг довкілля– це багаторічний комплекс дослідження спеціально визначених об'єктів природоохоронних зон із метою оцінки та прогнозування зміни стану екосистем, віддалених від об'єктів промислової господарської діяльності, або одержання інформації для визначення середньостатистичного (фоновий) рівня забруднення довкілля в антропогенних умовах.

В Україні моніторинг природного середовища здійснюється багатьма відомствами, які є складовими підсистемами моніторингу. Так, наприклад, у системі мо

ніторингу, що здійснюється в Україні, розрізняють *три рівні моніторингу* на всьому об'єкті природного середовища: глобальний, регіональний і локальний. Мета, методичні підходи та практика моніторингу на різних рівнях відрізняються. Так, на *локальному рівні* – це реалізація такої стратегії, що дає можливість забезпечити нормативну якість довкілля.

На *регіональному рівні* підхід до моніторингу ґрунтується на тому, що забруднюючі речовини, потрапивши у кругообіг речовин у біосфері, змінюють стан біотичної складової та, як наслідок, викликають зміни в біоті (екзогенні сукцесії). Будь-який господарський захід, проведений у масштабі регіону, впливає на екологічний стан регіону – змінює рівновагу абіотичного й біологічного компонента.

Цілі *глобального моніторингу* визначаються у процесі міжнародного співробітництва в рамках різних міжнародних організацій, угод (конвенцій) і декларацій.

Питання для самоперевірки

1. Що таке екологічний моніторинг?
2. Які види екологічного моніторингу розрізняють залежно від завдань, що вирішуються системою екомоніторингу?
3. Що таке біологічний моніторинг?
4. Що таке геоекологічний (природно-господарський) моніторинг?
5. Що таке біосферний моніторинг?
6. Що таке загальний екомоніторинг довкілля?
7. Що таке кризовий екомоніторинг довкілля?

6 МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

6.1 Наземні спостереження

Моніторинг повинен включати спостереження за джерелами і характером впливу; станом навколишнього природного середовища екосистем і біосфери в цілому. Мається на увазі також отримання даних про фонові стани спостережуваних об'єктів.

Для визначення динаміки змін стану середовища вимірювання повинні проводитися через певні інтервали часу, а за найважливішими показниками - безперервно. Для виділення антропогенних впливів необхідно знати первісний стан екосистем. Для цього необхідна інформація про фоновому стані водного середовища (спостереження на місцях, віддалених від джерел впливу), як в цілому, так і кожного регіону і району.

Наземні спостереження з глобального моніторингу за водними об'єктами проводяться в біосферних заповідниках. Мережа станцій повинна охоплювати кожен з біомів на Землі. Загальна кількість станцій оцінена в 20 - 40 одиниць. Спостереження на станціях глобального фонового моніторингу носять комплексний характер. Діагностується атмосфера (на висоті 2 м від підстильної поверхні); атмосферні випадіння та сніговий покрив; водні об'єкти; ґрунт і біологічні об'єкти. Всі роботи проводяться за єдиною програмою.

Моніторинг водних об'єктів включає спостереження за поверхневими і підземними водами, донними відкладами і суспензіями. Відстежуються свинець, ртуть, кадмій, миш'як, бензапірен, ДДТ, хлорорганічні сполуки і біогенні елементи. Вода і суспензії спостерігаються в характерні гідрологічні періоди (під час повені, межень, паводки), а донні відклади - один раз на рік.

При проведенні робіт широко використовуються методи хімічного та фізико-хімічного аналізу, що дозволяють визначити кількісний і якісний склад забруднюючих речовин в природному середовищі. Стандартними методами контролю за станом забруднення вод на нижчих рівнях є також визначення хімічного споживання кисню (ХПК) та біохімічного споживання кисню (БПК).

Хімічне споживання кисню - величина, що характеризує загальний вміст в забрудненій воді органічних і неорганічних відновників, що реагують з сильними окислювачами. ГПК зазвичай виражають в одиницях кількості кисню, що витрачається на окислення.

Біохімічне споживання кисню - кількість кисню на одиницю об'єму води (1 л), необхідне на окислення всіх органічних речовин в аеробних умовах за певний час (кілька діб).

При аналізі складу стічних вод найчастіше застосовують «багатокомпонентні» методи, що дозволяють визначати широкий спектр хімічних речовин. До них відносяться атомно-емісійний, рентгенівський і хроматографічний методи.

Окремим видом наземних спостережень можна вважати «наземну або польову перевірку», тобто. Спостереження поверхні Землі на спеціально обраних тестових ділянках в зв'язку з дистанційними дослідженнями.

Подібні спостереження проводяться для перевірки точності і калібрування приладів, які використовуються в дистанційних методах зондування, і для перевірки правильності інтерпретації інформації, отриманої на основі показань цих приладів.

6.2 Біоіндикаційні методи

Видовий склад і чисельність мешканців водойми залежать від властивостей води. Головна ідея біомоніторингу полягає в тому, що гідробіоти відображають умови середовища які склалися в водоймі. Ті види, для яких ці умови несприятливі, випадають, замінюючись новими видами з іншими потребами.

Біоіндикація - метод виявлення і оцінки впливу абіотичних і біотичних факторів на живі організми за допомогою біологічних систем, виявлення і визначення антропогенних навантажень за реакціями на них живих організмів і їх спільнот. Це дослідження групи особин одного виду або біотичних угруповань, за наявністю, станом, і поведінкою яких судять про зміни в середовищі, в тому числі про присутність і концентрації забруднювальних речовин.

Найпростішою діагностичною ознакою служить загальний фізіономічний вигляд, зумовлений переважанням тих чи інших життєвих форм організмів. Характерним індикатором є видовий склад.

Можливі такі рівні біоіндикації:

- біохімічні та фізіологічні реакції (зміна різних процесів і накопичення певних токсикантів в органах);
- аналітичні, морфологічні, біоритмічні і поведінкові реакції;
- флористичні та фауністичні зміни;
- популяційні, біогеоценологічні і екосистемні зміни.

Біоіндикаторами можуть служити як окремі процеси в клітині чи організмі (зменшення вмісту хлорофілу, накопичення сірки в листі), так і морфологічні зміни (зміни форми і розміру листової пластинки, зниження лінійного і радіального приросту).

Існують два основні методи біоіндикації: пасивний і активний. У першому випадку досліджують видимі або непомітні пошкодження та відхилення від норми, що є ознаками несприятливого впливу, в другому використовують реакцію найбільш чутливих до даного фактору організмів (біотестування). Це може бути як один фактор (CO₂), так і багатокомпонентна суміш (вихлопні гази).

В порядку зростання толерантності до забруднювальних речовин рослинні організми можна розташувати так: гриби, лишайники, хвойні, трав'янисті рослини, листопадні дерева.

6.3 Фізико-хімічні методи

Для проведення фізико-хімічного аналізу води необхідно правильно провести відбір проб. Залежно від мети дослідження пробу води для аналізу можна отримати кількома способами:

- шляхом одноразового відбору усієї кількості води, потрібної для аналізу;
- зміщення проб, відпрацьованих через певні проміжки часу в одному місці досліджуваної водойми;
- зміщення проб, відпрацьованих одночасно в різних місцях досліджуваної водойми.

Відбір проб води на проточних водоймах проводиться на 1 км вище найближчого за течією пункту водокористування (водозабір для питного водопостачання, місця купання, організованого відпочинку, територія населеного пункту), а на непроточних водоймах і водосховищах - на 1 км в обидва боки від пункту водокористування.

Зазвичай проби в створі відбираються в трьох точках (у обох берегів і в фарватері); при обмежених технічних можливостях або на невеликих

водоймах допускається відбір проб в одній - двох точках (в місцях найбільш сильної течії). Найчастіше проби відбираються в 5 - 10 м від берега на глибині 50 см. Об'єктом особливої уваги повинні стати забруднені струмені.

Якщо на річці є скидання стічних вод від промислових підприємств, стоки тваринницьких ферм і т. д., то відбір проб води проводять нижче від скиду на 500 м, що дозволяє контролювати ступінь забруднення води в річці стічними водами (для порівняння слід взяти пробу на 500 м вище від скидання стічних вод).

Якщо передбачається, що в результаті скидання стічних вод в придонних шарах накопичуються осідають шкідливі речовини, які можуть стати джерелом вторинного забруднення води, відбирають природні проби на відстані 30 - 50 см від дна.

У водосховищах, озерах, ставках, де рух води різко уповільнений, якість води може бути неоднорідною на різних ділянках (тут можливе виникнення вторинних джерел забруднення), тому в цих водоймах зазвичай беруть серію проб по глибині.

Відразу ж після взяття проби необхідно зробити запис про умови відбору, напрямок вітру, вказати дату і годину відбору води.

6.4 Дистанційне зондування

Під *дистанційним спостереженням* розуміють безконтактну реєстрацію електромагнітного поля і інтерпретацію отриманих зображень. Переваги дистанційних методів спостереження полягають в багатомасштабності і довгочасності (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 - Періодичність дистанційних спостережень за основними природними та антропогенними процесами

Процес	Періодичність	Сезон
Льодяний покрив на річках та озерах	25 – 30 днів	Весна, осінь
Річкові басейни	1 рік	Літо
Виходи підземних вод	1 рік	Літо
Біологічне забруднення акваторій	2 тижні	Весь рік

Система ДМЗ складається з таких елементів:

- банк даних вихідної інформації;
- регулярно заповнюваний банк аерокосмічних матеріалів;
- система оперативного дешифрування матеріалів зйомок.

Дистанційні методи спостереження включають:

- складання тематичних карт, що відображають розподіл і стан природних та антропогенних об'єктів на початок робіт з моніторингу;
- здійснення регулярного картографічного стеження за змінами, що відбуваються у природних і антропогенних об'єктах на основі регулярно повторюваних аерокосмічних зйомок.

Всі дистанційні методи спостережень за навколишнім середовищем можна поділити на активні і пасивні. В основі обох методів лежить взаємодія електромагнітних хвиль оптичного діапазону частот з матеріальними об'єктами і поширення цих хвиль у вакуумі, атмосфері і у водному середовищі.

Особливістю пасивних методів є наявність в апаратурі лише приймача оптичного випромінювання. Джерелом випромінювання, що несе інформацію про об'єкт, служить в кінцевому рахунку Сонце.

В активних методах апаратура включає не тільки приймач, а й джерело зонduючого випромінювання (сигналу), що посиляється з літального апарату на Землю.

На сучасному етапі розвитку техніки дистанційного зондування з космосу використовуються в основному пасивні методи, що потребують малогабаритної апаратури з помірним споживанням енергії. Використання передавача в активних методах призводить до збільшення розмірів апарату, його маси і необхідної енергії. Однак інформативність активних методів значно вища.

Носіями апаратури можуть бути різні наземні установки (вишки), аеростати, середньовисотні і висотні безпілотні і пілотовані літаки, висотні науково-дослідні ракети, пілотовані космічні літальні апарати і орбітальні станції, штучні супутники Землі.

Пасивні методи. Найпростішим оптичним методом дослідження Землі з космосу є візуальне спостереження. До приладів, що працюють у видимому діапазоні електромагнітного спектра, відносяться різного типу фотографічні камери (покадрові, панорамні і щілинні) і телевізійні камери зі спеціальною передавальною електронно-променевою трубкою. Крім того, для отримання зображення в декількох діапазонах довжин хвиль

застосовується багатозональне фотографування. Перевагою цієї апаратури є її надійність, добра роздільна здатність на місцевості, велика інформативність. Недоліки - залежність від хмарності і сонячного освітлення.

До приладів, що працюють за межами видимого діапазону електромагнітного спектра, відносяться інфрачервоні і мікрохвильові радіометри, що вимірюють величину потоку випромінювання, яке утворюється відбитою і розсіяною сонячною радіацією і власним випромінюванням земної поверхні і атмосфери в різних діапазонах довжин хвиль. Інфрачервоні радіометри за своїми пріоритетами і недоліками схожі з системами, які працюють у видимому діапазоні спектра. Мікрохвильові радіометри мають невисоку роздільну здатність, але їх робота не залежить від погодних умов.

Активні методи. До активних засобів зондування, відповіді тому, хто сигнали і реєструючим їх відображення від земної поверхні, відносяться мікрохвильові радари і лідари (лазерні радари). Основними перевагами цих систем є незалежність від погодних умов і освітлення, зондування поверхневих шарів, в тому числі вглиб. Недоліки - невисока роздільна здатність, невеликий масштаб зображення.

Питання для самоперевірки

1. Що таке моніторинг?
2. Які спостереження включає моніторинг водних об'єктів?
3. Що таке ХПК?
4. Що таке БПК?
5. Що таке біоіндикація?
6. Які рівні біоіндикації Вам відомі?
7. Охарактеризуйте два основні методи біоіндикації.
8. Як проводять фізико-хімічний аналіз води?
9. Що називається дистанційним спостереженням?
10. Які переваги дистанційних методів спостереження?

7 ОЦІНКА ФАКТИЧНОГО СТАНУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

7.1 Органолептичні показники води

Органолептичні спостереження–

це метод визначення стану водного об'єкта шляхом безпосереднього огляду. При органолептичних спостереженнях особливу увагу звертають на явища, не звичайні для даного водоймища або водотоку, які свідчать про його забруднення: загибель риби і інших водних рослинних і тваринних організмів, виділення бульбашок газу з донних відкладів, поява підвищеної мутності, сторонніх забарвлень, запаху, цвітіння води, нафтової плівки і т.д.

При органолептичному обстеженні водоймища визначають його органолептичні властивості.

Органолептичні властивості води–

це такі властивості, які визначаються за допомогою органів чуття: зору, смаку, нюху. До них відносяться: запах, смак, кольорова істота мутність води.

Органолептичні властивості води визначаються за стандартним методом іктами, що наводяться в ДСТУ 3351-74.

Вода питна. Методи визначення смаку, запаху, кольоровості і мутності.

Органолептичні показники води включають нормативи для речовин:

- що зустрічаються в природних водах;
- що додаються до води в процесі обробки у вигляді реагентів;
- джерел водопостачання, що з'являються в результаті промислового, сільськогосподарського і побутового забруднення.

Запах–

це властивість води викликати у людини і тварин специфічне роздратування слизової оболонки носових ходів.

Природна вода має цілий букет ароматів (наприклад, озерна або річкова пах не свіжістю, вода лісового джерела – прілимлістям, землею, цвіллю, морська – йодом, рибою). Запахи води викликають летючі пахучі речовини, що надходять у воду в результаті процесів життєдіяльності водних організмів, при біохімічному розкладанні органічних сполук, при хімічній взаємодії компонентів, що містяться у воді, а також з промисловими, сільськогосподарськими і господарсько-побутовими стоками. Отже, запахи природних вод можуть бути природного і штучного походження.

До запахів природного походження відносять землистий, рибний, гнильний, сірчановодневий, ароматичний, болотний, глинистий і т.д., штучного походження –

хлорний, камфорний, аптечний, фенольний, хлорфенольний, запах нафтопродуктів.

На запах води чинять вплив:

- хімічний склад домішок,
- температура,
- *pH*,
- ступінь забрудненості водного об'єкта,
- біологічна обстановка,
- гідрологічні, геологічні умови місцевості,
- тип живлення водою місця і інші причини.

За запахом води можна визначити можливе джерело походження запаху (та бл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Можливі джерела походження запаху у водних об'єктах

Скорочення	Класифікація запаху	Приклади або можливі джерела походження запаху
1	2	3
<i>A</i>	ароматний або пряний	камфара, гвоздика, лаванда, лимон
<i>Aε</i>	огірковий	<i>Senura</i>
<i>У</i>	бальзамний або квітковий	герань, ірис, ваніль
<i>Bg</i>	геранієвий	<i>Asterionella</i>
<i>Bm</i>	настурція	<i>Aphanizomenon</i>
	солодкуватий	<i>Coelosphaerium</i>
	фіалковий	<i>Mallomonas</i>
<i>З</i>	хімічний	промислові стічні води або хімічно забруднений вод
<i>З</i>	хлорний	вільний хлор
<i>Ch</i>	вуглеводневий	стоки підприємств нафтопереробної промисловості
<i>Ст</i>	лікарський	феноли й одорформ
<i>D</i>	неприємний (тухлий яєць)	сірководень
<i>Df</i>	рибний	<i>Uroglenopsis Dinobryum</i>
<i>Dp</i>	гноювий	<i>Anabaena</i>
<i>Dj</i>	гнильний	стічні води, що застоюються
<i>E</i>	землистий	сироземля
	торф'яний	Торф
	трав'янистий	лежалатрава
<i>M</i>	затхлий	пріюча солома
<i>Mm</i>	плісневий	сирий підвал
<i>V</i>	овочевий	коріння овочів

При проведенні аналізу природної води наявність запаху спочатку встановлюють за характером запаху природного походження, а потім штучного.

Проведення роботи за визначенням запаху вимагає дотримання наступних умов:

- а) повітря в приміщенні повинне бути без запаху;
- б) відсутність запаху від рук, одягу спостерігача;
- в)

одній і тій же особі не можна проводити визначення запаху протягом тривалого часу, оскільки з'являється звичка до запаху.

Інтенсивність характеру запаху визначають за 5-бальною шкалою.

Вода має смак. Його букет формується в результаті діяльності багатьох організмів і наявності мінеральних домішок. Природне походження смакових властивостей води може спричинитись наявністю в ній заліза, мангану, сірководню і ін., штучні смаки і присмаки зумовлені скиданням стічних вод.

Розрізняють чотири основні смаки води: солоний, гіркий, солодкий і кислий. Всі інші види смакових відчуттів називаються присмаками.

Солоний смак води зумовлений присутністю хлориду натрію, гіркий – сульфату магнію, кислий часто пояснюється надлишком розчиненої вуглекислоти (мінеральні води), залізистий присмак – додають розчинені солі заліза, лужний – поташ, сода, їдкі луги, терпкий – сульфат кальцію, солі мангану.

У табл. 7.2 наведені концентрації солей, що викликають різні смакові відчуття. Межа смакових відчуттів людини вельми висока (наприклад, хлорфенол виявляється на смак при концентрації 0,000004 мг/л).

Інтенсивність характеру смаків води визначають за 5-бальною системою.

Таблиця 7.2 – Порівняльна таблиця граничної концентрації солей.

Сіль	Концентрація, мг/дм ³	
	смак (безясного уявлення) ледве відчутний	смак сприймається як поганий, відштовхуючий
1	2	3
<i>NaCl</i>	150	500 – солоний
<i>MgCl₂</i>	100	400 – гіркий
<i>MgSO₄</i>	200	500 – гіркий
<i>CaSO₄</i>	70	150 – терпкий
<i>KG</i>	350	700 – гіркий
<i>FeSO₄</i>	1,5	5,0 – залізистий
<i>MnCl₂</i>	2,0	4,0 – болотний
<i>FeCl₂</i>	0,3	0,5 – болотний

Прозорість, кольоровість, завислі речовини

Мутність води зумовлена присутністю в ній нерозчинених речовин неорганічного і органічного походження. Причиною мутності поверхневих вод, перш за все, є мули, кремнева кислота, гідроксиди заліза і алюмінію, органічні колоїди, мікроорганізми і планктон. Якісні визначення проводять описово: слабка опалесценція; опалесценція; слабка, помітна і сильна муть.

Мутність визначають за різними методами:

- нефелометричний метод,
- метод визначення мутності за допомогою мутноміра,
- фотометричне визначення мутності,
- визначення мутності по світлопроникності за допомогою приладу Сенеллена (по шрифту або по хресту) і деякі інші.

Одиниця вимірювання мутності – мг/л, прозорості – сантиметри або метри.

Залежності від місту та вислих речовин розрізняють річки з малою, середньою і великою кількістю мутності води. Мутність води пов'язана із швидкістю течії.

З погляду підготовки природної води значення має не тільки природа речовин, але й фізико-хімічний стан. Залежності від густини і розмірів окремих частинок завислих речовин можуть випадати у вигляді осаду, спливати на поверхню води або залишатися в завислому стані (табл. 7.3). Відповідно до цього всі домішки підділяють на чотири групи.

Перша група –

завислі речовини. Це нерозчинні у воді суспензії і емульсії, середній розмір частинок яких складає 0,1–0,001 мм. Вони кінетично нестійкі і знаходяться в завислому стані в силі гідродинамічної дії руху потоку. Самі домішки зумовлюють мутність води.

Таблиця 7.3 – Розміри і час осадження завислих частинок

Домішки	Діаметр частинок, м	Гідравлічна швидкість, мм/с	Час осадження частинок в стовп води заввишки 1 м
Гравій	30	425	1 с.
Пісок	1	100	10 с.
Дрібний пісок	0,1	7	2 хв.
Глина	0,01	0,066	2 години
Бактерії	0,001	0,005	8 днів
Колоїдні частинки	0,0001	0,00044	2 роки
Теж	0,00001	0,000007	20 років

Друга група – колоїдно-розчинені домішки високомолекулярні органічні сполуки з розмірами 0,001–0,0001 мм. Колоїдні частинки природного характеру – частинки ґрунтів, колоїдні сполуки заліза і гумус, що утворюється в результаті хімічного і біохімічного розкладання рослинних залишків безпосередньо у воді чи в ґрунті. До колоїдних домішок антропогенного походження відносять детергенти, віруси і ін., які за своїми розмірами близькі до колоїдів. Наявність колоїдних домішок у воді збільшує її мутність.

Третя група домішок – це молекулярно-розчинені речовини з розмірами частинок 0,0001–0,00001 мм, у тому числі і гази, які практично завжди містяться в природній воді. Головних з них – кисень і вуглекислий газ. У забруднених водних об'єктах може бути присутнім сірководень.

Четверта група домішок – речовини, які у воді дисоціюють на іони, з розмірами частинок меншими ніж 0,00007 мм. Головним чином цю групу представляють солі. Їх концентрація в воді визначає ступінь мінералізації води. Загальний вміст солей у воді приблизно оцінюється за величиною сухого залишку. Повніше уявлення про склад домішок цієї групи дає вивчення іонного складу води. Для більшості природних вод загальний солевміст достатньо точно визначається катіонами і аніонами (SO_4 , Cl , Ca , Na).

Іонний склад води зумовлює один з найважливіших показників її якості – *лужність*.

Під *завислими речовинами* зазвичай розуміють грубо дисперсні домішки, присутні в природних водах. Вони складаються з частинок глини, піску, мула, суспензій органічних і неорганічних речовин, планктону і інших мікроорганізмів. Концентрація завислих частинок пов'язана з сезонними змінами режиму стоку і залежить від танення снігу, порід, що складають русло, а також від антропогенних чинників, таких як розробки корисних копалин і тому подібне. Завислі у воді частинки впливають на прозорість води і на проникнення в неї світла, температуру, розчинені компоненти поверхневих вод, адсорбцію токсичних речовин, а також на склад, розподіл відкладів і швидкість їх осадження. Вода, в якій багато завислих частинок, не підходить для рекреаційного використання з естетичних міркувань.

Прозорість (або світлопроникнення) природних вод зумовлена їх кольором і вмістом мулу, тобто вмістом різних забарвлених завислих органічних і мінеральних речовин. Мірою прозорості служить висота стовпа води, при якій можна спостерігати білу пластину певних розмірів (диск Секкі), що опускається у воді на певну глибину, або розрізняти на білому папері шрифту певного розміру і типу (як правило, шрифт середньої жирності заввишки 3,5 мм). Результат виражається в сантиметрах звказівкою способу вимірювання.

Визначення прозорості води –

обов'язковий компонент спостережень за станом водних об'єктів. Збільшення кількості грубо дисперсних домішок і мутності характерний для забруднених і евтрофних водоймищ. Залежно від ступеня прозорості води водоймища можна класифікувати відповідно до табл. 7.4.

Таблиця 7.4 – Класифікація водоймищ за ступенем прозорості води.

Трофність водоймища	Клас якості	Прозорість, м
Оліготрофні	1 (дуже чиста вода)	<6
Мезотрофні	2 (чиста вода)	<4
Слабкатрофність	3 (значна забрудненість)	<2
Сильнотрофність	4 (значніша забрудненість)	<1
Політрофність	5 (забруднена вода)	<0,5
Гіпертрофність	6 (дуже забруднена вода)	<0,5

Між вмістом завислих речовин у воді і її прозорістю немає прямої залежності, оскільки прозорість залежить не тільки від кількості завислих речовин, але і від ступеня їх дисперсності. Проте таку залежність можна встановити для конкретної води шляхом ряду паралельних визначень прозорості і концентрації завислих речовин.

Кольоровість води (або її забарвлення) зумовлена вмістом у воді домішок мінерального характеру: гумусових і дубильних речовин, білково-і вуглеводоподібних сполук, жирів, органічних кислот і органічних сполук, що входять до складу гідробіонтів і є продуктами їх життєдіяльності або розпаду. Разом з цим забарвлення води може бути пов'язане з присутністю сполук заліза, стічних вод деяких виробництв або "цвітінням" водоймищ. Розрізняють "*істинний*" колір води та колір, який "*здається*". "*Істинний*" колір зумовлений тільки речовинами, тоїщо "*здається*" – викликаний присутністю у воді колоїдних і завислих частинок, співвідношення між якими багатовчому визначається величиною ρH .

Кольоровість природних вод зумовлена зазвичай гумусовими речовинами. Нерозчинні гумусові речовини ґрунту присутні в природних водах лише в завислому стані. У колоїдному і істинно розчиненому стані присутні гумусові кислоти

головним чином у вигляді солей і лужноземельних металів. Головним джерелом на дходження гумусових кислот в природні води – ґрунти і торф'яники, з яких вони виводяться дощовими і болотними водами. Значна частина гумусових кислот вноситься до водоймищ разом з пилом і утворюєть ся безпосередньо у водоймищів процесі трансформації "живої органічної речовини".

Гумусові кислоти в поверхневих водах можуть знаходитися в розчиненому, залежно від умов, стані. Співвідношення між цими станами визначається хімічним складом вод, *pH*, біологічною ситуацією у водоймищі і іншими чинниками.

Вміст гуминових кислот в поверхневих водах зазвичай не перевищує 0,0001 мг/л вуглецю, підвищуючись в природних водах лісових і болотистих місцевостей і додаючи їм характерний бурий колір. У воді багатьох річок гуминові кислоти виявляються.

Фульвокислоти добре розчиняються у воді. Висока кольоровість води погіршує її органолептичні властивості і робить негативний вплив на розвиток водних організмів.

Кольоровість води вимірюється в градусах платиново-кобальтової шкали (ПКШ). Колір розчину, що містить 2,49 г K_2PtCl_6 і 2,08 г $CoCl_2$ в 1 л води, прийнятий за 1000 умовних градусів кольоровості. Для визначення кольоровості застосовують прилади, дія яких ґрунтується на вимірюванні оптичної густини води (фотоелектроколориметри і спектрофотометри). Простий спосіб визначення кольоровості води оснований на порівнянні досліджуваної проби з кольором дистильованої води. Для такої експрес-визначення необхідні 2 хімічних циліндра заввишки 20 см, лист білого паперу, паперовий фільтр. Природну воду фільтрують крізь паперовий фільтр в об'ємі меншому ніж 40 мл і поміщають в циліндр. В інший циліндр наливають дистильовану воду в таку ж об'єм. Порівнюють циліндр з водою над листом чистого білого паперу. Наприклад, для пиття придатна вода, якщо забарвлення її не виявляється при висоті стовпа більшій ніж 20 см.

7.2. Гранично допустимі концентрації (ГДК)

Система спостережень за станом природного довкілля тісно пов'язана з оцінкою її стану, тобто оцінкою якості середовища. Якість довкілля – міра відповідності природних умов фізіологічним можливостям людини.

Розрізняють здорове природне довкілля, коли здоров'я людини в нормі, і нездорове, при якому виникають його порушення. Для оцінки якості середовища розроблені спеціальні стандарти. Вони підрозділяються на виробничо-господарські і екологічні і встановлюють гранично допустимі норми антропогенної дії на природне довкілля. Нормування якості довкілля - діяльність зі встановлення норм гранично допустимих дій людини на природу. Під дією розуміється антропогенна діяльність, пов'язана з реалізацією економічних, рекреаційних, культурних і інших інтересів людини, яка вносить зміни в природне середовище.

Нині якість питної води, як правило, оцінюється шляхом порівняння її властивостей і величин вмісту у воді різних компонентів з їх затвердженими значеннями і ГДК. Якщо таких перевищень не виявлено, вода вважається придатною до вживання для питних цілей. Гігієнічні стандарти і нормативи - найбільш розроблена система норм, правил і регламентів для оцінки якості довкілля. Вони встановлюються в інтересах охорони здоров'я людини і збереження генофонду деяких популяцій рослинного і тваринного світу. Гігієнічні нормативи, що встановлюються у вигляді гранично допустимих концентрацій (ГДК), охоплюють виробничу і житлово-побутову сфери життя людини. Для питної води ГДК деяких шкідливих речовин були затверджені ще в 1939 р. Нині число встановлених ГДК для водних об'єктів різного призначення наблизилося до 2000.

ГДК - такі концентрації шкідливих речовин, які практично не роблять впливу на здоров'я людини і не викликають несприятливих наслідків у його потомства.

Основою для розробки санітарно-гігієнічних і санітарно-епідеміологічних стандартів служать методи медичної і ветеринарної токсикології.

Кількість шкідливої речовини, що надійшла в організм, віднесена до маси тіла (мг/кг) називається дозою. Кількість речовин, віднесених до одиниці об'єму або маси повітря (мг/м³), води або ґрунту (мг/г), називається концентрацією.

Залежно від міри токсичності отруйних речовин їх підрозділяють на класи небезпеки.

Відповідно до "Правил охорони поверхневих вод", усі водні об'єкти підрозділяються на два види водокористування :

- I вид - господарсько-питне і культурно-побутове;
- II вид - рибогосподарське водокористування.

Кожен вид, у свою чергу, розділений на категорії. Господарсько-питне і культурно-побутове водокористування. I категорія - водні об'єкти, що використовуються як джерела господарсько-питного водопостачання, а також для водопостачання підприємств харчової промисловості. II категорія - водні об'єкти, використовувані для купання, зайняття спортом і відпочинку населення. Рибогосподарське водокористування. I категорія - водні об'єкти, використовувані для збереження і відтворення цінних видів риби, що мають високу чутливість до вмісту кисню. II категорія - водні об'єкти, використовувані для інших рибогосподарських цілей. При скиданні стічних вод у водні об'єкти норми якості води водного об'єкту в розрахунковому створі, розташованому нижче випуску стічних вод, повинні відповідати санітарним вимогам залежно від виду водокористування.

Норми якості води водних об'єктів включають: загальні вимоги до складу і властивостей води, водних об'єктів залежно від виду водокористування; перелік ГДК нормованих речовин у воді водних об'єктів для різних видів водокористування. Усі водокористувачі і водоспоживачі зобов'язані дотримуватися умов, які забезпечують якість води, що відповідає встановленим для цього водного об'єкта нормативам. Існують і деякі загальні вимоги до складу і властивостей води (домішки, зважені речовини, забарвлення, запахи, присмаки, рН, Тонна, мінералізація, токсичність, кількість розчиненого кисню і т. д.).

ГДК природних вод - концентрація індивідуальної речовини у воді, при перевищенні якої вона непридатна для встановленого виду водокористування. При концентрації речовини рівної або менше ГДК вода так само нешкідлива, як і вода, в якій повністю відсутня ця речовина.

Характер дії одних і тих же забруднюючих речовин на людину і водні екосистеми може бути різним. Багато хімічних речовин можуть гальмувати природні процеси самоочищення, в основному біохімічне окислення органіки, що призводить до погіршення загального санітарного стану водойми (дефіциту кисню, гниттю, появі сірководня, метану і т. д.). В цьому випадку ГДК встановлюють за загальносанітарною ознакою шкідливості. Промислові стоки і шкідливі речовини, що містяться в них, можуть змінити органолептичні властивості води (каламутність, запах, присмак, тощо), що призводить до відмови від її використання. В цьому випадку встановлюють граничні концентрації, що не сприймаються органами чуття людини, тобто за органолептичною ознакою шкідливості.

Часто вони бувають жорсткішими, ніж встановлені за іншими ознаками шкідливості.

Присутність у воді нафти в концентраціях, що трохи перевищують ГДК для господарсько-питного водопостачання, викликає появу специфічного запаху. При концентрації нафти 0,1 - 0,2 мг/дм³ виловлена риба має неусувний навіть після приготування нафтовий присмак.

Шкідливі речовини можуть чинити токсичну дію при безпосередньому контакті або попаданні в організм. Для цих речовин встановлюють ГДК за токсикологічною ознакою шкідливості. Для однієї і тієї ж речовини можуть бути встановлені різні граничні концентрації за ознаками шкідливості. Наприклад, іони Си чинять токсичну дію при концентрації 10 мг/л, порушують процеси самоочищення при концентрації 5 мг/л, а надають присмак воді при 1,0 мг/л. При нормуванні якості води водойм ГДК встановлюється за лімітуючою ознакою шкідливості - ЛПВ. ЛПВ - ознака шкідливої дії речовини, який характеризується найменшою пороговою концентрацією. ЛПВ створює деякий запас надійності за двома іншими ознаками шкідливості. У прикладі це концентрація, рівна 1,0 мг/л, вибрана за органолептичною ознакою. У переліку ГДК завжди вказується ЛПВ і клас небезпеки речовини.

Крім того, одно і те ж речовина для водойм, використовуваних для потреб населення, може нормуватися за одним ЛПВ, а для рибогосподарських - за іншим. Якщо водойма використовується для декількох видів водокористування, то в якості ГДК вибирається найнижча (найжорсткіша) ГДК речовини. ГДК, прийняті для водних забруднювальних речовин, не можуть служити надійними критеріями при об'єктивній оцінці якості води.

Відмінності між ГДК різних країн дуже значні. Реакції організму на зміни концентрації тих або інших забруднювальних речовин залежать від багатьох причин і недостатньо вивчені. Багато для кого ГДК не встановлений (кадмій для питної води). Риба чутливіша до забруднювальних речовин, і різні її види в цьому відношенні сильно розрізняються між собою, але це ніяк не враховується в усереднених рибогосподарських ГДК.

Мета санітарних і токсикологічних норм і регламентів - охорона здоров'я населення і окремих популяцій живих організмів. Завдання екологічного нормування - забезпечення благополуччя екосистем в цілому, у тому числі і здоров'я людини, тобто збереження рівноваги, що встановилася в природі.

ЕДК - екологічно допустимі концентрації шкідливих речовин в довкіллі, саморегуляції екосистем, що надходять від різних антропогенних джерел і не порушують гомеостатичні механізми (здатність підтримувати стійку рівновагу в умовах середовища, що змінюються).

Основні принципи розробки екологічних нормативів :

- будь-яку зміну природного середовища слід розглядати як неприпустиму - "нульова" стратегія;

- нормативи повинні встановлюватися відповідно до технологічних можливостей зниження рівня забруднення і контролю за їх вмістом в довкіллі;

- допустимий рівень забруднення слід встановлювати таким, щоб витрати на його досягнення були б більші від вартості збитку при неконтрольованому забрудненні.

Стандарти повинні встановлюватися такі, при яких не буде ніяких прямих або шкідливих непрямих дій на людей. При цьому будь-яке підвищення концентрації або іншої дії розглядається як потенційно шкідливе.

Питання для самоперевірки

1. Які якості води відносять до групи фізичних властивостей?
2. Які природні чинники впливають на утворення і зміну температури водного об'єкта (річки, озера)?
3. Які методи досліджень відносяться до органолептичних? Перерахуйте органолептичні властивості води. Одиниці вимірювання?
4. Які чинники впливають на запах, смакові властивості та кольоровість води? Мутність і прозорість води?
5. Які смаки води Ви знаєте? Що називають присмаком води?
6. Наведіть класифікацію завислих речовин залежно від їх густини і розмірів частинок?
7. Чим зумовлена кольоровість природних вод? Поясніть поняття "істинний" колір води і колір, що "здається".
8. Які кислоти називають гумусовими?
9. Яким чином органолептичні властивості води впливають на життєдіяльність тваринних і рослинних організмів?

8 БІОІНДИКАЦІЯ БІОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

8.1 Біологічний моніторинг

Біомоніторинг є складовою екологічного моніторингу – стеження за становищем навколишнього середовища за фізичними і біологічними показниками. Дозавдань біомоніторингу входить регулярно проведена оцінка якості доводів з допомогою спеціально вибраних для цієї мети живих об'єктів.

Кращою за інших відпрацьованою системою біомоніторингу водного середовища. Росгідромет використовує класифікатор якості вод, в складі якого об'єктів. Оцінюють показники донних безхребетних, перифітону (мешканців водних рослин), фіто-, зоо- і бактеріопланктону.

В таблиці 8.1 наведено класифікацію вод суші за показниками зообентоса:

Таблиця 8.1 – Класифікація якості вод суші за біопоказниками

Клас вод	Води	Відносна чисельність полігохет від загальної кількості зообентосу, %	Біотичний індекс Вудівисса
1	Дуже чисті	1–20	10–8
2	Чисті	21–35	7–5
3	Помірно забруднені	36–50	4–3
4	Забруднені	51–65	2–1
5	Брудні	66–85	1–0
6	Дуже брудні	86–100 чимакробентос відсутня	0

У 1990 р. екологічна комісія Європи під егідою ООН прийняла програму інтегрованого моніторингу (ІМ) навколишнього середовища за такими групами показників (в дужках вказано їх кількість: загальна метеорологія (6), хімія повітря (3), хімізм ґрунтових і підземних вод (4), хімізм поверхневих вод (4), ґрунт (6), біологічні показники (11).

Серед показників що відслідковуються, чільне місце зайняли біологічні індикатори: епіфітні лишайники, напочвенному рослинність чагарникова і деревна рослинність, проективне покриття дерев, біомаса дерев, хімічний склад хвойних голок, мікроелементи в хвої, ґрунтові ферменти, мікориза, швидкість розкладання рослинних залишків і один з інших методів моніторингу за вибором.

На території колишнього СРСР було намічено 6 площ для проведення регіонального моніторингу за переліченими вище біологічними показниками.

Найбільш розвинені системи регіонального моніторингу в Німеччині та Нідерландах.

8.2 Біоіндикація

Біоіндикація - це оцінка стану середовища за допомогою живих об'єктів. Живі об'єкти (або системи) - це клітини, організми, популяції, спільноти. З їх допомогою може здійснюватися оцінка як абіотичних факторів (температура, вологість, кислотність, солоність, зміст поллютантів і т.д.) так і біотичних (благополуччя організмів, їх популяцій і співтовариств). Термін «біоіндикація» частіше використовується в європейській науковій літературі, а в американській його зазвичай заміняють аналогічною за змістом назвою «екотоксикологія».

На думку Ван Штраалена (1998), існують принаймні 3 випадки, коли біоіндикація стає незамінною.

1. Фактор не може бути вимірний. Це особливо характерно для спроб реконструкції клімату минулих епох. Так, аналіз пилку рослин у Північній Америці за тривалий період показав зміну теплого вологого клімату сухим прохолодним і далі заміну лісових угруповань на трав'яні. В іншому випадку залишки діатомових водоростей (співвідношення ацидофільних і базифільних видів) дозволило стверджувати, що минулого вода в озерах Швеції мала кислу реакцію за цілком природних причин.

2. Фактор важко виміряти. Деякі пестициди так швидко розкладаються, що не дозволяють виявити їх вихідну концентрацію в ґрунті. Наприклад, інсектицид дельтаметрин активний лише кілька годин після його розпилення, в той час як його дія на фауну (жуків і павуків) простежується протягом декількох тижнів.

3. Фактор легко виміряти, але важко інтерпретувати. Дані про концентрацію в окремому середовищі різних поллютантів (якщо їх концентрація НЕ позамежно висока) не містять відповіді на питання, наскільки ситуація небезпечна для живої природи. Показники гранично допустимої концепції (ГДК) різних речовин розроблені лише для людини. Однак, очевидно, ці показники не можуть бути поширені на інші живі істоти. Є більш чутливі види, і вони можуть виявитися ключовими для підтримки екосистем. З точки зору охорони природи, важливіше отримати відповідь на питання, до яких наслідків призведе та чи інша концентрація забруднювальних речовин в середовищі. Це завдання і вирішує біоіндикація, дозволяючи оцінити біологічні наслідки антропогенної зміни середовища. Фізичні та хімічні методи дають якісні та кількісні характеристики фактора, але лише побічно судять про його біологічні дії. Біоіндикація, навпаки, дозволяє отримати інформацію про біологічні наслідки зміни середовища і зробити лише непрямі висновки про

особливості самого фактора. Таким чином, при оцінці стану середовища бажано поєднувати фізико-хімічні методи з біологічними.

Актуальність біоіндикації зумовлена простотою, швидкістю і дешевизною визначення якості середовища. Наприклад, при засолених ґрунті в місті листя липи по краях жовтіють ще до настання осені. Виявити такі ділянки можна, просто оглядаючи дерева. У таких випадках біоіндикація дозволяє швидко виявити найбільш забруднені місцеперебування.

У всіх випадках, коли мова йде про контроль, без якого біоіндикація в принципі неможлива, постає питання, що вважати нормою для того або іншого біоіндикаторів? В одних випадках відповідь буде простою. Наприклад, поява на листі рослин некротичних плям будь-якої форми і розміру - завжди індикатор забруднення середовища, оскільки в нормі їх бути не повинно.

Ситуація ускладнюється, коли нормою є не один конкретний стан біоіндикаторів, а цілий набір, діапазон таких статків. До таких індикаторів відносяться чисельність популяції, різноманітність спільнот, їх видовий склад і т.д. ці характеристики змінюються по сезонах і по роках, вони можуть відрізнятися в різних середовищах існування, отже, щоб встановити норму для таких біоіндикаторів, потрібно розташовувати даними про їх сезонної і багаторічної динаміці, їх зміну по местообитанням. Так, чисельність дрібних ґрунтових членистоногих коллембол на одній і тій ж ділянці непорушеного лісу може змінюватися протягом року в 10-20 разів, різноманітність їх спільнот-в 2-3 рази.

Біоіндикація на різних рівнях організації живого

Біоіндикація може здійснюватися на всіх рівнях організації живого: біологічних молекул, кліток, тканин і органів, організмів, популяцій (Просторова угруповання особин одного виду), спільнот, екосистем і біосфери в цілому. Визнання цього факту - досягнення сучасної теорії біо...індикації.

На нижчих рівнях біоіндикації можливі прямі і специфічні форми біоіндикації, на вищих - лише непрямі і неспецифічні. Однак саме останні дають комплексну оцінку впливу антропогенних впливів на природу в цілому.

Клітинний і субклітинний рівні

Біоіндикація на цих рівнях основана на вузьких межах протікання біотичних і фізіологічних реакцій. Її переваги полягають у високій чутливості до порушень, що дозволяє виявити навіть незначні концентрації полютантів, і виявити їх швидко. Саме на цих рівнях можливо найбільш раннє виявлення порушень середовища. До числа недоліків відноситься те, що біоіндикатори - клітини і молекули вимагають складної апаратури.

Результати дії полютантів наступні:

- ✓ порушення біомембран (особливо їх проникності);
- ✓ зміна концентрації та активності макромолекул (ферменти, білки, амінокислоти, жири, вуглеводи, АТФ);
- ✓ акумуляція шкідливих речовин;
- ✓ порушення фізіологічних процесів у клітині;
- ✓ зміна розмірів клітин.

Щоб розібрати той чи інший спосіб біоіндикації на цьому рівні, необхідно з'ясувати механізми дії поллютантів.

Вплив поллютантів на біомембрани (на прикладі клітин рослин)

1. Сірчистий газ . SO₂ проникає у листя через продихи, потрапляє у міжклітинний простір розчиняється у воді з утворенням SO₃²⁻ /HSO₃⁻ іонів, руйнують клітинну мембрану. У результаті знижується буферна ємність цитоплазми клітини, змінюються її кислотність і редокспотенціал.

2. Озон та інші окислювачі, наприклад, пероксиацетилнітрат. Порушують проникність мембран. Цей ефект посилюється в присутності іонів важких металів.

У всіх випадках особливо сильно страждають мембрани хлоропластів - тілакоїдніе. Їх руйнування - основна причина зниження фотосинтезу при дії поллютантів. Процес фотосинтезу як дуже чутливий служить для біоіндикації забруднення середовища. При цьому оцінюють: 1) інтенсивність фотосинтезу, 2) флуоресценцією хлорофілу. В якості тест-організму часто використовують мох мніум.

Зміна концентрації і активності макромолекул

Ферменти. Дія поллютантів на ферменти порушує процес нормального приєднання ферменту до субстрату (С-Ф). це може відбуватися трьома різними способами:

1) До ферменту замість субстрату приєднується поллютантами-інгібітор з утворенням комплексу Ф-І (отруєння СО);

2) поллютантів інгібує фермент, розщеплюючи його зв'язок з субстратом: С в† Ф;

3) Приєднуючись до субстрату разом з ферментом, поллютантами інгібує його: З-Ф-І.

У підсумку порушуються різні процеси.

Пігменти. При забрудненні в клітинах рослин відбуваються наступні зміни пігментів:

1. Зменшується вміст хлорофілу. Етапи його руйнування (феофетін, феофорбіді, розпад пиррольного кільця);

2. Знижується ставлення хлорофіл а/хлорофіл в. Відзначається, зокрема у ялини при хронічному задимлення SO₂;

3. Сповільнюється флуоресценція хлорофіл.

При біоіндикації всі ці зміни фіксують за допомогою приладів: хроматографа, спектрофотометра, флуориметра.

Аденозинтрифосфорная кислота. Вміст АТФ - універсального джерела енергії в клітині - важливий показник її життєздатності. Для його кількісної оцінки запропонований показник «Енергетичного заряду» (ЕЗ).

Білки. При забрудненні в клітинах зменшується концентрація розчинних білків.

Вуглеводи. З метою біоіндикації може бути використано спостереження про зростання глюкози і фруктози в листках гороху при дії газодимних викидів.

Ліпіди. Газові викиди ведуть до зменшення вмісту миристинової, пальмітинової, і лауринової кислот і до збільшення лінолевої і ліноленової кислот у складі ліпідів.

Акумуляція шкідливих речовин

Хорошим показником забруднення середовища може служити підвищена концентрація поллютантів у клітинах живих організмів.

Порушення фізіологічних процесів у клітині

Плазмоліз. У клітинах рослин під дією кислот і SO₂ цитоплазма відшаровується від клітинної стінки.

Організмний рівень

Ще в давнину деякі види рослин використовували для пошуку руд та інших корисних копалин. Пошкодження рослин димом були відзначені в середині XIX століття навколо содових фабрик Англії та Бельгії.

Переваги біоіндикації на цьому рівні - це невеликі витрати праці і відносна дешевизна, оскільки не потрібно спеціальні лабораторії і висока кваліфікація персоналу.

Рослини

Морфологічні зміни рослин, які використовуються в біоіндикації:

1. Зміна забарвлення листя (неспецифічна, рідше специфічна, реакція на різні поллютантів):

- ✓ Хлороз - бліде забарвлення листя між жилками. Відзначали при надлишку в ґрунті важких металів і при газодимовому забрудненні повітря.
- ✓ Пожовтіння ділянок листя. Характерно для листяних дерев при засоленні ґрунту хлоридами.
- ✓ Почервоніння, пов'язане з накопиченням антоціана. Виникає під дією сірчистого газу. р > В. Побуріння або побронзовеніє. Часто означає початкову стадію некротичних ушкоджень.
- ✓ Листя як би просякнуті водою (як при морозних пошкодженнях). Виникає під дією ряду окислювачів, наприклад пероксіацетилнітрата.
- ✓ Сріблясте забарвлення листя. Виникає під дією озону на листі тютюну.

2. Некрози - відмирання ділянок тканини аркуша, їх форма іноді специфічна.

- ✓ Точкові і плямисті. Сріблясті плями на листі тютюну сорту Bel W3 виникають під дією озону.
- ✓ міжжилковий - некроз тканин між бічними жилками 1 порядку. Часто відзначаються при впливі сірчистого газу.
- ✓ Крайові. На листках липи під впливом солі (хлориду натрію), якою взимку посипають вулиці для танення льоду.
- ✓ «Риб'ячий скелет»- поєднання міжжилкових крайових некрозів.
- ✓ Верхівкові некрози. В однодольних покритонасінних і хвойних рослин.

3. Передчасне в'янення. Під дією етилену в теплицях не розкриваються квітки у гвоздики, в'януть пелюстки орхідей. Сірчистий газ викликає оборотне в'янення листя малини.

4. Дефоліація - опадання листя. Зазвичай спостерігається після некрозів і хлорозів.

5. Зміна розмірів органів зазвичай неспецифічні.

6. Зміна форми, кількості та положення органів. Аномальну форму листя відзначали після радіоактивно опромінення. В результаті локальних некрозів виникає роздування або викривлення листя, зрощення або розщеплення окремих органів, збільшення або зменшення частин квітки.

7. Зміна життєвої форми рослини. Кустовидное або для подушки форма зростання властива деревам, особливо липі, при сильному стійкому забрудненні повітря (HCl, SO₂).

8. зміна життєвості. У присутності багатьох поллютантів бонітет дерев знижується від 1-2 класу до 4-5. Зазвичай це супроводжується изреживание крони і зменшенням приросту. Зміни приросту неспецифічні, але широко застосовуються, так як дошкульніше, ніж некрози. Вимірюються радіальний приріст у довжину пагонів і листя, коріння, діаметр таллома лишайника.

9. Зміна плодючості. Виявлено у багатьох рослин. Деякі види лишайників не утворюють плодівих тіл в сильно забрудненому повітрі, але здатні розмножуватися вегетативно.

Організми

Морфологічні зміни організмів, які використовуються в біоіндикації:

2. Динаміка популяцій. Зазвичай зростає амплітуда коливань щільності популяцій:

- ✓ Рудеральні, гнойові і компостні види коллембол в місті;
- ✓ Сезонні піки чисельності можуть зміщуватися на інші строки (у місті, де середньорічна температура вища, ніж у природі, на кілька градусів, коллемболи мають ранньовесняний пік, як у більш південних зонах).

3. Просторова структура. Розподіл особин у просторі зазвичай стає більш мозаїчним, оскільки тварини концентрують на менш порушених

ділянках. З іншого боку, порушується розміщення особин, властиве природним популяціям.

4. Зміна ареалу. За антропогенним територіям (полям, містам) південні види поширюються далеко на північ, за межі своєї зони.

Приклади біоіндикації на биоценотическом рівні

Спільноти (або біоценози) являють собою сукупність видів рослин, тварин, мікроорганізмів та грибів певного місцепроживання. Прийнято також говорити про спільноти птахів, ґрунтових членистоногих, рослин та ін.

Для опису спільнот використовують такі показники, як загальна чисельність, видове багатство і різноманітність, видова структура, екологічна структура (спектри життєвих форм, біотопической груп), а також їх зміни в часі. Відхилення цих показників від норми - *симптом порушень навколишнього середовища*.

1. Загальна чисельність. Зазвичай падає, а якщо підвищується, то за рахунок чисельності дуже небагатьох стійких до порушень видів.

2. Видовий склад і різноманітність спільнот. При слабкому порушенні середовища (будь то забруднення, рекреація або інші форми антропогенного впливу) кількість видів зростає, так як спільнота стає «відкритою» для видів інших спільнот, більше стає рудеральних і синантропних видів. Подальше посилення впливу супроводжується випаданням рідкісних і чутливих до порушення видів.

3. Видова структура. Всі види в співтоваристві можна розділити на 4 групи: 1) численні - домінанти, 2) менш численні - субдомінанти, 3) малочисельні і 4) рідкісні види. Розподіл видів за групами чисельності в природному і порушеному співтоваристві чітко розрізняється. При порушенні в співтоваристві скорочується «запас міцності»- групи нечисленних і рідкісних видів. Іноді для виділення цих груп використовують не чисельність, а біомасу, зустрічальність або проективне покриття, як у рослин, але закономірність зберігається.

4. Спектр життєвих форм. При порушеннях спостерігається заміщення одних життєвих форм іншими. При реакції в співтоваристві коллембол починають зникати групи підстилковим життєвої форми, але зберігаються ґрунтова і поверхнево - що мешкає групи.

5. Спектр біотичних груп. Антропогенний вплив будь природи супроводжується заміною спеціалізованих видів спільноти на еврибіонтніе. Подальше посилення навантаження веде до того, що в співтоваристві зберігаються в основному рудеральні і синантропні види.

6. Зміна в часі. При порушенні середовища сильніше змінюються по роках; першими - домінуючі види, життєві форми, біотопічної групи і ін.

Приклади біоіндикації на екосистемному рівні

Екосистемний рівень передбачає вивчення кругообігу речовин і потоків енергії. Кругообіг речовин здійснюється за участю запасу біогенів, організмів - продуцентів (рослини, створюють органічну речовину з неорганічних), організмів - консументів (тварини, що розподіляють і регулюють потоки речовини і енергії) і організмів редуцентів (гриби і бактерії, які руйнують органічні речовини, поповнюючи запас біогенов).

Серед різних показників екосистем для біоіндикації представляють інтерес трофічна структура і сукцесійні зміни.

Трофічна структура. Порушення співвідношення між блоками продуцентів, консументів, редуцентів.

Сукцесії - природні зміни співтовариств від простих і нестійких до складних і стійких. Останні отримали назву зрілих, або клімакських. Антропогенний прес порушує природний хід сукцесії. Страждають насамперед заключні стадії - зрілі клімакські спільноти, вони не формуються. Процес весь час відкидає на більш ранні стадії.

У цілому, порушення середовища на ценологічному і екосистемному рівнях призводять до:

- ✓ Спрощенню структури співтовариств та екосистем;
- ✓ Поршенню внутрішніх зв'язків (між видами, екологічними групами, блоками екосистеми і т.д.), тобто механізмів саморегуляції спільнот і екосистем.

Виявлення цих ознак - основний шлях біоіндикації на вищих рівнях організації живого.

Біоіндикація на рівні біосфери

Деякі приклади індикаторів глобальних змін середовища:

- ✓ «повзуча евтрофікація». Присутність в морській воді стічних вод все частіше індицирують червоні й бурі припливи. Вони виникають через спалахи чисельності одноклітинних водоростей: токсичних дінофлагеллят (червоні) і діатомові (бурі);
- ✓ Глобальне потепління клімату. Звичайним явищем стає В«червоний снігВ». З'являється в горах при підвищеній температурі інсоляції завдяки зростанню чисельності одноклітинних водоростей (в основному гемококков);
- ✓ Фонове забруднення середовища. Навіть на заповідних територіях за останні 40 років знизилася різноманітність і чисельність тварин. Регулярне і повсюдне застосування пестицидів призвело до зниження чисельності ґрунтових членистоногих на полях за останні 30 років у кілька разів.

Біоіндикація в різних середовищах

Як і у випадку фізико-хімічних методів екоаналітичного контролю, при біоіндикації існують певні її особливості залежно від досліджуваної середовища.

Біоіндикація в наземно-повітряному середовищі за допомогою рослин

Фітоіндикація - використання рослин для оцінки якості середовища. Оскільки найбільший ефект дає використання рослинних угруповань, то цей напрям отримало спеціальну назву - індикаційна геоботаніка.

Індикація на рівні видів

Індикативом називають обумовлену властивість або фактор середовища, а **індикатором** - вид рослин, за допомогою якого визначають властивість середовища.

Індикація властивостей ґрунтів :

- ✓ Оглеєні - чорниця, таволга вязолистная, вербейник звичайний;
- ✓ Запас поживних елементів в ґрунті (Трофність):
- ✓ Оліготрофи (сфагнові мохи та лишайники; з квіткових - види з мікоризою: чорниця, брусниця, верес, журавлина, багно; рослини піщаних ґрунтів: котяча лапка, ястребинка волосиста);
- ✓ мезотроф (зелені мохи, суниця, грушанка, вероніка дібровна, іван-дамарья, материнка);
- ✓ Евтотрофи (мох мніум, папороть страусові перо, малина, таволга вязолистная, кропива дводомна, іван-чай, медунка);

Вміст азоту :

- ✓ Нітрофіли (недоторка, кропива дводомна, хміль, малина, іван-чай, зірочник дібровна, лопух, собача кропива);
- ✓ Нітрофоби (дрік фарбувальний);

Кислотність (РН) ґрунту :

- ✓ Крайні Ацидофіли (рН 3 - 4,5): сфагнум, гілокоміум, дікранум, плавуні, водяника, марьянник луговий, ожика волосиста, пухівка піхвова, щучка, Білоус, верес;
- ✓ Помірні Ацидофіли (рН 4,5-6): чорниця, брусниця, багно, сухоцвіт, котяча лапка, мучниця;
- ✓ Нейтральні (РН 6 - 7,3) : рослини дібров - снить, полуниця зелена, таволга шестілепестная;
- ✓ Базофіли (РН > 7,8) : бузина, в'яз, бересклет, крушина, кропива дводомна, хміль, недоторка, гравілату.

Для кількісної оцінки індикаторів розроблені шкали значущості та достовірності.

Біоіндикація у водному середовищі

Основні завдання, які вирішуються при оцінці якості води, можуть бути об'єднані в три групи:

- ✓ Загроза інфекційних захворювань;
- ✓ Токсичність;
- ✓ Евтрофікація.

Загроза інфекційних захворювань

Вирішення першого завдання досягається при моніторингу забруднення водойм стічними водами. Саме каналізаційні стоки можуть містити патогенні мікроорганізми - основне джерело інфекцій, передаються через воду. Оскільки патогенних мікроорганізмів багато, кожен виявляти трудомістко і недоцільно, розроблений тест на кишкову паличку (*Escherichia coli*). Ця бактерія живе у величезних кількостях в товстій кишці людини і відсутня у зовнішньому середовищі. *E.coli* не патогенна і навіть необхідна людині, але її присутність у зовнішньому середовищі-індикатор неочищених каналізаційних стоків, в якій можуть бути і патогенні мікроби.

Для аналізу беруть проби води обсягів 100 мл і підраховують вміст у них *E.coli*. результати оцінюють за відповідною таблицею.

Оцінка токсичності

Переважає більшість тестів токсичності води в біоіндикації використовує будь-якої один вид організмів: рачки дафнія (*Daphnia magna*) і артемія (*Artemia salina*), інфузорія туфелька, червоні (*Champia parvula*) й бурі водорості (*Laminaria saccharina*), валліснерія (*Vallisneria Americana*), ряска. У тест-організмів оцінюють виживання, дихальну активність і інші показники.

Евтрофікація

За вмістом у воді біогенов розрізняють такі трофічні типи водойм: оліготрофний (бідний біогенами), евтрофних (багатий біогенами) і проміжний мезотрофний. У оліготрофних водоймах недостача біогенів не допускає розвитку фітопланктону (одноклітинних водоростей у товщі води), але добре розвивається бентосна рослинність. Такі екосистеми включають багато видів, вони різноманітні і стійкі. У евтрофних водоймах достаток біогенів супроводжується масовим розвитком фітопланктону, помутніння води, збіднінням бентосної рослинності через нестачу світла, дефіцитом кисню на глибині, що обмежує біорізноманіття. Екосистема втрачає багато видів, спрощується, стає нестійкою.

Визначити трофічність водойм можна за допомогою біоіндикаторів. У евтрофних водоймах рясні і різноманітні черви - коловертки і вістоусіе рачки - дафнії, в оліготрофних - весільного рачки - циклопи.

Інша характеристика водойм - це *ступінь їх органічного забруднення або сапробність*. По мірі надходження стічних вод утворюються такі зони забруднення: полісапробна, а-мезосапробна, в-мезосапробна і олігосапробна.

Для полісапробної водойми характерні ті ж організми, що і для евтрофних, а також водорість кладофора, коліформні бактерії, черви трубачики, а з риб-коропи. Олігосапробні водойми відрізняють види, властиві оліготрофним водоймам, а також личинки комах: поденщиків, веснянок і ручейників.

Біоіндикація в ґрунті

Біоіндикація застосовується у випадках:

- ✓ Встановлення таксона ґрунту і її походження;
- ✓ З'ясування окремих властивостей ґрунту і ґрунтових процесів;
- ✓ Оцінки антропогенного втручання (рекреація, забруднення евтрофікація ґрунтів).

Розвиток методів біоіндикації стосовно до ґрунті пов'язано з роботами засновника вітчизняної ґрунтової зоології М.С. Гілярова та його школи.

Узагальнення прийнятих в біоіндикації підходів до аналізу результатів

Такі складні біологічні об'єкти, як популяції, спільноти, екосистеми у воді або на суші можна описувати за використання двох різних підходів:

Мікроскопічний підхід передбачає накопичення по можливості повної інформації про найбільшому числі біологічних показників. Ці показники намагаються пов'язати з характеристиками середовища системою рівнянь. Підхід використовують для моделювання.

Макроскопічний підхід заснований на виборі небагатьох, але найбільш інформативних показників. Вони можуть бути двох категорій: дескриптори і маркери. *Дескриптори* - це інтегральні характеристики, одержувані з співпадання показників «мікроскопічного» описи (наприклад, індекс біологічної інтегрованості). *Маркери* - найбільш суттєві, ключові характеристики, вибрані з числа інших, такі як видове різноманіття або продуктивність екосистем.

Питання для самоперевірки

1. Що таке біомоніторинг?
2. Що таке біоіндикація?
3. Охарактеризуйте клітинний та субклітинний рівні біоіндикації
4. Охарактеризуйте морфологічні зміни рослин, які використовуються в біоіндикації.
5. Наведіть приклади біоіндикації на організмовому рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Клименко О.М. Моніторинг довкілля: Підручник/ О.М.Клименко, А.М.Прищеп, Н.М.Вознюк. – К. : Академія, 2006. – 360 с.
2. Чухрій Ю.П. Біоіндикація. Біотестування. Біомоніторинг: Конспект лекцій.: Одеса: ОНАХТ, 2014. – 41 с.
Руденко С.С. Загальна екологія: практичний курс. Частина 1./С.С.Руденко, С.С.Костишин, Т.В.Морозова. – Чернівці: Рута, 2003. – 320 с.
3. Туровцев В.Д. Биоиндикация: Учеб. Пособие/ В.Д. Туровцев, В.С. Краснов. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2004. – 260 с..
4. www.library-odeku.16mb.com

Додаткова

1. Горова А.І. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / А.І. Горова, А.В. Павличенко, О.О. Борисовська, В.Ю. Грунтова, О.В. Деменко; . Д.: Національний гірничий університет, 2014. – 76 с.
2. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. М., 1998

Навчальне електронне видання

Бургаз Марина Іванівна

БІОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Конспект лекцій

Видавець і виготовлювач

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, м. Одеса, 65016

тел./факс: (0482) 32-67-35

E-mail: info@odeku.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 5242 від 08.11.2016