

**Міністерство освіти і науки України
Дніпропетровський національний університет
ім. Олеся Гончара**

Кафедра гідрометеорології і геоекології

ПРАКТИКУМ ІЗ КУРСУ «ГІДРОЕКОЛОГІЯ»

**Дніпропетровськ
РВВ ДНУ
2014**

Уміщено практичні роботи з курсу «Гідроекологія». Стисло подано відомості: про екологічний стан водних об'єктів за різними показниками; екологічну напруженість і стадії розвитку гідроекосистем; наслідки антропогенного впливу на гідроекосистеми. Наведено завдання, виконання яких дозволить навчитися аналізувати вплив різноманітних чинників на стан гідроекосистем.

Для студентів ДНУ, які навчаються за напрямом «Гідрометеорологія» і спеціальністю «Гідрологія».

Темплан 2014, поз. 40

Практикум із курсу «Гідроекологія»

Укладачі: канд. біол. наук, доц. Л. В. Доценко
зав. лаб. О. М. Михайлова

Редактор О.В. Бец
Техредактор Л.П. Замятіна
Коректор Т.А. Белиба

Підписано до друку 19.02.14. Формат 60×84/16. Папір друкарський.
Друк плоский. Ум. друк. арк. 0,9. Ум. фарбовідб. 0,9. Обл.-вид. арк.
Тираж 100 пр. Зам. №

РВВ ДНУ, просп. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, 49010.
Друкарня «Ліра», пл. Десантників, 1, м. Дніпропетровськ, 49038.
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
серія ДП № 14 від 13.07.2000 р.

Вступ

Гідроекологія – це частина географічної екології, але на якісно більш високому рівні. Багато наукових досліджень у наш час проводять на межі гідрології, біології, екології, географії, гідрохімії, етології. Тому можна охарактеризувати гідроекологію як результат інтеграції цих наук.

Практичний аспект гідроекології полягає в тому, що це наука, яка вивчає: загальні закони функціонування гідроекосистем різного порядку (розділ гідрології); живі системи в їх взаємодії з водним середовищем (один із напрямків біологічних наук); взаємодію суспільства й природи (географічна екологія); сукупність наукових досліджень і практичних проблем взаємовідносин людини й водних об'єктів (екологічні проблеми).

Об'єкт вивчення гідроекології – водні екосистеми (гідроекосистеми) у їх зв'язку з навколишнім середовищем. Це водотоки й водойми як складні природні й природно-технічні системи, що перебувають під впливом господарської діяльності суспільства.

Загальними завданнями гідроекології є: виявлення природних й антропогенних факторів, що впливають на гідроекосистеми; оцінка екологічного стану водних об'єктів за різними показниками; виконання завдань щодо запобігання й ліквідації або мінімізації негативних наслідків ситуацій природного й техногенного характеру; оцінка економічних і соціальних наслідків антропогенного впливу на гідроекосистеми.

Гідроекологія утворилася на стику екології й інших наукових дисциплін (медицини, педагогіки, юриспруденції, хімії, технології, агрономії й т. д.). Тому в широкому розумінні слова гідроекологія виходить за межі суто географічної й біологічної галузей знань.

Практична робота 1

Відносини в гідроекосистемах

Теоретичні відомості

Численні форми біотичних відносин, у які вступають представники того або іншого виду в гідробіогеоценозі, визначають умови їх життя в угрупованні, можливості добування їжі й завоювання нового простору.

Прямі й непрямі міжвидові відносини за тим значенням, яке вони можуть мати для заняття видом певного місця у гідробіогеоценозі, у тому числі й певної екологічної ніші, дослідник В.М. Беклемішев поділяє на 4 типи: трофічні, топічні, форичні та фабричні.

Трофічні зв'язки виникають, коли один вид живиться іншим – або живими особинами, або мертвими залишками, або продуктами життєдіяльності. Трофічні зв'язки можуть бути як прямими, так і непрямыми. У випадку непрямих трофічних зв'язків один вид змінює доступність корму для іншого.

Топічні зв'язки характеризують будь-яку фізичну або хімічну зміну умов перебування одного виду в результаті життєдіяльності іншого. Ці зв'язки

надзвичайно різноманітні, вони полягають у створенні або руйнуванні одним видом середовища перебування для іншого (наприклад, внутрішній паразитизм або нірний коменсалізм).

Форичні зв'язки – це участь одного виду в поширенні іншого. У ролі транспортувальників виступають тварини. Перенос тваринами насіння, спор, пилку рослин називають зоохорією, а перенос тваринами більш дрібних тварин – форезією.

Фабричні зв'язки – це такий тип відносин, у які вступає вид, що використовує для своїх споруд (фабрикацій) продукти виділення, або мертві залишки, або навіть живих особин іншого виду.

На основі трофічних і топічних зв'язків виділяють консорції – групи видів, пов'язані з одним видом – центральним членом консорції.

Завдання

Побудувати блок-схему всіх типів зв'язків, що виникають між такими спільноіснуючими видами прісноводного озера: фітопланктон, зоопланктон, водорості, вища водна рослинність, двостулкові молюски, раки, карась, комар, щука, озерна жаба, бабка, жук-плавунець, риб'яча п'явка, верховодка, окунь, мікроорганізми-редуценти.

Практична робота 2

Трофічні ланцюги

Теоретичні відомості

Ланцюгом живлення називають ряд живих організмів, у якому одні організми поїдають попередників по ланцюгу й, у свою чергу, виявляються з'їденими тим, хто наступний за ними.

Підтримка життєдіяльності організмів і кругообіг речовин у гідроекосистемі можливі тільки в результаті постійного припливу енергії. Гетеротрофи одержують енергію з їжею. Усі живі істоти є об'єктами живлення інших, тобто пов'язані між собою енергетичними відносинами. Харчові зв'язки в угрупованнях – це механізми передачі енергії, накопиченої зеленими рослинами, від одного організму до іншого. Шлях кожної конкретної порції енергії відносно недовгий. Вона може передаватися не більше ніж на 4–5 ланок ряду, що складається з організмів, які послідовно живляться один одним. Місце кожної ланки в ланцюзі живлення називають трофічним рівнем. Перший трофічний рівень – це завжди продуценти, а наступні – консументи.

Значну роль у функціонуванні ланцюга живлення відіграє парна або непарна кількість ланок. У ланцюгах з парною кількістю ланок регуляція чисельності одного виду іншим здійснюється попарно, а з непарною кількістю – через ланку.

Будь-який ланцюг, кінцевою ланкою якого є людина, вважають сільськогосподарським незалежно від того, у природному чи штучно створеному гідроценозі він починається.

Основна частина спожитої з їжею енергії у тварин використовується для підтримки життєдіяльності й лише порівняно невелика – для побудови тіла, росту і розмноження. Таким чином, більша частина енергії в процесі переходу від однієї ланки ланцюга живлення до іншої губиться. За приблизними підрахунками ці втрати можуть становити до 90%. Таким чином, запас енергії, накопичений зеленими рослинами, у ланцюгах живлення стрімко зменшується. Тому ці ланцюги включають, як правило, 4–5 ланок.

Ланцюги живлення можна поділити на 2 основні типи: пасовищні й дейтритні. Пасовищні ланцюги починаються із зеленої рослини і йдуть далі до рослиноїдних тварин, що пасуться, і хижаків. Дейтритні ланцюги починаються з мертвої органічної речовини й ведуть до мікроорганізмів, потім – до дейтритофагів і хижаків.

Ланцюги живлення хижаків (або пасовищні ланцюги) ідуть від продуцентів до травоїдних, яких поїдають дрібні м'ясоїдні, останніх, у свою чергу, поїдають більші хижаки й т.д. У міру просування по ланцюгу хижаків тварини дедалі збільшуються в розмірах і зменшуються чисельно, принаймні в типових випадках.

Ланцюги живлення паразитів (або дейтритні ланцюги) ведуть до організмів, які все більше й більше зменшуються в розмірах і зростають чисельно. Дуже часто ланцюги живлення починаються з неживих органічних речовин, коли консументами виявляються дейтритоїдні організми, належні до різних систематичних груп. Це можуть бути дрібні тварини, переважно безхребетні, які живуть у бенталі й живляться органічним опадам, або ж бактерії й гриби, що розкладають органічні речовини. Здебільшого діяльність обох груп організмів відзначається великою узгодженістю: тварини створюють умови для роботи мікроорганізмів, розділяючи трупи загиблих тварин і рослин на дрібні частини.

Пасовищні й дейтритні ланцюги найчастіше представлені в гідроекосистемах одночасно, але майже завжди один з них домінує.

Завдання

1. Побудувати максимально можливу кількість ланцюгів живлення, установити трофічні рівні, позначити автотрофів і консументів серед такої групи спільноіснуючих морських організмів: водорості, рослиноїдні риби, хижі риби, корали, головоногі молюски, губки, фітопланктон, зоопланктон, морська зірка, калан, вусатий кит, чистикові птахи, акула, мікроорганізми-редуценти.

2. Навести по 2 приклади пасовищного й дейтритного ланцюгів живлення.

3. Побудувати максимально довгий сільськогосподарський ланцюг живлення.

4. Навести по 2 приклади ланцюгів з парною й непарною кількістю ланок і простежити в них вплив організмів один на одного.

У всіх прикладах позначити трофічні рівні.

Практична робота 3

Мережі живлення

Теоретичні відомості

Ланцюги живлення не ізольовані один від одного, а тісно переплітаються між собою, утворюючи так звані мережі живлення. У складних природних угрупованнях організми, що одержують свою енергію від сонця через однакову кількість ступенів, вважають належними до одного трофічного рівня. Так, зелені рослини займають перший трофічний рівень (рівень продуцентів), травоядні – другий (рівень первинних консументів), первинні хижаки, що поїдають травоядних, – третій (рівень вторинних консументів), а вторинні хижаки – четвертий (рівень третинних консументів). Ця трофічна класифікація стосується функцій, а не видів як таких.

Популяція певного виду може займати один або кілька трофічних рівнів з огляду на те, які джерела енергії вона використовує.

Завдання

1. Побудувати мережу живлення для такої групи спільноіснуючих морських організмів: водорості, рослиноїдні риби, хижі риби, корали, головоногі моллюски, губки, фітопланктон, зоопланктон, морська зірка, калан, вусатий кит, чистикові птахи, акула, мікроорганізми-редуценти.

2. Позначити всі трофічні рівні для кожного виду й простежити поширення забруднювального фактора по мережі живлення. Проаналізувати отримані результати.

Практична робота 4

Піраміди енергії, біомаси, чисельності

Теоретичні відомості

Трофічну структуру гідроекосистеми можна описати, послуговуючись даними щодо чисельності особин, а також стосовно біомаси або енергії. Цю структуру можна зобразити ще й графічно за допомогою екологічних пірамід.

Якщо зобразити ланцюг живлення у вигляді розташованих один над одним прямокутників однакової висоти, довжина яких пропорційна чисельності особин на кожному трофічному рівні, то буде отримана фігура, називана пірамідою чисельності. Оскільки чисельність особин від першого до останнього рівня звичайно зменшується, то піраміда звичайно повернена вершиною вгору й має назву правильної. У паразитарних ланцюгах має місце зворотна тенденція й утворюються піраміди, повернені донизу, з вершиною, ширшою основи.

Другий спосіб зображення структури екосистеми – піраміда біомаси, у якій для кожного трофічного рівня вказують біомасу відповідних організмів. Для водних екосистем ці піраміди звичайно повернені, а для наземних, як правило, прямі.

Піраміди енергії – це найкращий спосіб графічного зображення структури екосистеми. Піраміда енергії завжди пряма, що пов'язано із втратою енергії в процесі переходу від одного трофічного рівня до іншого. Зменшення кількості доступної енергії звичайно супроводжується зменшенням біомаси й чисельності особин на кожному трофічному рівні, хоч не існує жодних енергетичних законів, які б перешкоджали змінам у зворотному напрямку.

Для утворення тканин і розмноження будь-якому живому організму необхідно одержувати певну кількість енергії. Кількість живої речовини, виробленої за одиницю часу (звичайно за рік) певним трофічним рівнем або одним із його компонентів, називають валовою продуктивністю. Різниця між валовою продуктивністю й кількістю живої речовини, спалюваної організмами в процесі дихання, складає чисту продуктивність.

Продуктивність автотрофних організмів становить первинну продуктивність, а продуктивність представників інших трофічних рівнів, тобто консументів і деструкторів, – вторинну.

Уявлення про перенос енергії дає графічна схема потоку енергії.

Завдання

Побудувати піраміди чисельності, біомаси, енергії такого гіпотетичного ланцюга живлення: фітопланктон – риба – людина.

Урожай фітопланктону на водному дзеркалі в 1 га склав 1321 кг, при цьому на дзеркалі жило $11 \cdot 10^5$ організмів, енергетична цінність яких склала $2,1 \cdot 10^6$ кал. Цього фітопланктону виявилось достатньо для живлення 15 риб загальною масою 1220 кг й енергетичною цінністю $4,9 \cdot 10^3$ кал. Цю рибу використала в їжу людина масою 95 кг, енергетична цінність тканин якої становила $5,2 \cdot 10^5$ кал. Розрахунки проведено для системи, що функціонувала рік і протягом цього року одержала $6,5 \cdot 10^{18}$ кал сонячної енергії.

Практична робота 5

Динаміка угруповань

Теоретичні відомості

Будь-який гідроценоз динамічний, у ньому постійно відбуваються зміни стану й життєдіяльності його членів і стану популяцій. Цей закономірний і спрямований процес зміни угруповань у результаті взаємодії живих організмів між собою і з навколишнім абіотичним середовищем називають сукцесією.

Сукцесії можуть бути первинними й вторинними. Первинні (аутогенні) сукцесії починаються на позбавлених життя місцях. Вторинні (алогенні) становлять відновні зміни таких, що існували раніше, але на сьогодні загинили або порушених угруповань.

Розвиток рослинності на голих скелях, пісках або інших відкладеннях неорганічного походження називають ксеричною сукцесією. Унаслідок низької водоутримувальної здатності на ранніх стадіях сукцесії такі місцеперебування відзначаються посушливими умовами. Протилежною до цього виду є гідрична

сукцесія, що починається на відкритих водоймах дрібних озер, верхівкових боліт або маршів. Гідричну сукцесію може спричинити будь-який фактор, що зменшує глибину води й підсилює аерацію ґрунту: природне дронування ґрунту, висихання водойми або заповнення її опадами.

Якщо під впливом періодичних збурень середовища або внаслідок характеру розвитку самого угруповання порушення відбуваються більш-менш регулярно, то має місце сукцесія, називана циклічною.

Сукцесії, що виникають у місці локальних порушень із повним знищенням біоти (невеликі за площею й оточені природними угрупованнями), називають локально-катастрофічними.

У міру розвитку сукцесійної серії змінюється стратегія виживання видів. На початковій стадії присутні здебільшого види r-стратегів, а ближче до кінця сукцесійної серії починають переважати види k-стратегів (табл. 1).

Таблиця 1

r-Види (види-«опортуністи»)	k-Види (тенденція до рівноваги)
Розмноження швидке. Плідність висока. Час генерації короткий. Швидкість приросту популяції висока	Розмноження повільне. Час генерації тривалий. Плідність низька. Швидкість приросту популяції низька
Швидкість розмноження не залежить від щільності популяції	Швидкість розмноження залежить від щільності популяції й швидко збільшується, якщо щільність популяції спадає
Розміри популяцій деякий час можуть перевищувати підтримувальну ємність середовища	Розміри популяції близькі до рівноважного стану, обумовленого підтримувальним рівнем середовища
Вид не завжди стійкий на певній території	Вид стійкий на певній території
Розселяються широко й у великих кількостях. У тварин може мігрувати кожне покоління	Розселяються повільно
Малі розміри особин	Великі розміри особин, у рослин – дерев'янисті стебла й великий корінь
Розмноження відбувається з відносно великими витратами енергії й речовини	Розмноження проходить з відносно малими витратами енергії й речовини. Більша частина енергії витрачається на непродуктивний (вегетативний) ріст
Можуть поселятися на відкритому ґрунті	Погано пристосовані до життя на відкритих місцях
Місцеперебування зберігаються недовго (наприклад, зрілі фрукти для личинок)	Місцеперебування стійкі й зберігаються довго (наприклад, ліс для мавп)
Слабкі конкуренти (здатність до конкуренції не потрібна)	Сильні конкуренти
Захисні пристосування розвинені слабо	Мають захисні механізми

Закінчення табл. 1

г-Види (види-«опортуністи»)	к-Види (тенденція до рівноваги)
Не стають домінантами	Можуть ставати домінантами
Краще пристосовані до зміни середовища. Менш спеціалізовані	Менш стійкі до зміни середовища. Висока спеціалізація дає переваги у випадку життя в стійких місцеперебуваннях

Завдання

Навести приклади аlogenної, аутогенної, ксеричної, гідричної і локально-катастрофічної сукцесії у водному середовищі. Простежити флористичні й фауністичні естафети, що відбуваються в сукцесіях, проаналізувати належність видів до г- або к-стратегів.

Практична робота 6**Самоочищення водного об'єкта****Теоретичні відомості**

Про очисну здатність гідроценозів, особливо рік і озер як найбільш важливих, а отже, і найбільш сильно трансформованих людиною гідробіоценозів, відомо давно. Цю властивість має жива речовина ріки.

У водоймі кожен компонент гідробіоценозу виконує певну функцію з очищення води. Молюски, наприклад, пропускають через себе (одна особина) за добу до 3 л води, очищаючи її від всіх домішок, у тому числі й від завислих частинок. Гарними фільтраторами виступають також губки, але особлива роль у цьому належить вищій водній рослинності. Ці рослини, як правило, прикріплені до субстрату і є основою для утворення складних гідробіоценозів, очисна здатність яких вища порівняно з очисною здатністю майже всіх гідробіонтів, узятих окремо. Функції вищої водної рослинності у водотоках різноманітні й численні: рослини поглинають й акумулюють біогенні елементи й органічні сполуки, є гарними фільтраторами, можуть виступати також детоксикаторами пестицидів й інших токсичних забруднювачів, що потрапляють у водойми й водотоки зі стічними водами.

Найбільш активно рослини поглинають і використовують азот, фосфор, калій, залізо, хлор і марганець, тому що ці речовини необхідні їм для процесів власної життєдіяльності. Майже всі рослини акумулюють азот і фосфор в однаковій кількості (табл. 2), а інші біогенні елементи – в неоднакових кількостях.

Таблиця 2

Об'єкт дослідження	Елементи						
	азот	фосфор	калій	кальцій	марганець	натрій	хлор
Очерет звичайний	2,17	0,35	1,70	0,38	0,10	0,14	1,36
Рогіз вузьколистий	2,52	0,41	1,19	1,07	0,15	0,51	1,20
Очерет озерний	2,34	0,39	2,37	0,89	0,12	0,40	1,56

Закінчення табл. 2

Об'єкт дослідження	Елементи						
	азот	фосфор	калій	кальцій	марганець	натрій	хлор
Сусак зонтичний	2,66	0,40	4,36	1,36	0,21	0,43	1,17
Частуха подорожникова	2,09	0,55	2,89	1,20	0,16	0,36	1,87
Рдесник	2,02	0,53	2,01	0,95	0,33	0,33	1,55

Найбільша інтенсивність поглинання й акумуляції біогенів має місце на початку вегетації й наприкінці літа, звичайно в серпні.

Таким чином, зарослі вищих водних рослин є чинником, що безпосередньо впливає на формування якості води у водоймі.

Величина нагромадження біогенних елементів залежить від біомаси вищих водних рослин. Кількісним показником поглинання біогенів макрофітами є коефіцієнт нагромадження – відношення концентрації біогену в рослинах до його вмісту у воді. Поглинання вищою водною рослинністю токсичних речовин і їх акумуляція, особливо в кореневій системі, сприяє самоочищенню водойми від токсичних агентів шляхом виключення їх із кругообігу речовин.

Завдання

На основі схеми вертикальної екологічної зональності озера розробити схему біологічного очищення водойми від забруднення азотом, фосфором, калієм, кальцієм, марганцем, натрієм і хлором, якщо їх концентрація у водоймі має такі значення (мг/л): азот амонійний – 15; фосфор – 8,4; калій – 220,7; кальцій – 2; марганець, натрій і хлор – по 1,8.

Загальний об'єм водойми становить 1 км³. Суха речовина макрофітів складає 15% їх від загальної маси. Біосистема здатна продукувати 2 т біомаси за рік. Визначити, який час буде потрібен для повного очищення водойми за умови щорічного вилучення із системи 20% біомаси з наступною її утилізацією. Концентрація речовин у водоймі повинна досягти таких значень (мг/л): азот амонійний – 0,1; фосфор – 3,5; калій – 50,0; кальцій – 180; марганець – 0,001; натрій – 200; хлор – 0,3.

Практична робота 7

Критерії оцінки якості води за даними гідробіологічного аналізу

Теоретичні відомості

Численність видів живих істот, що населяють водойму, складність їх взаємодії як між собою, так і з навколишнім середовищем стали причиною створення багатьох методів оцінки стану природних вод.

Між індексами домінування й різноманітності існує зворотний зв'язок. Збільшення індексів різноманітності знижує загальну кількість видів у кожній систематичній групі гідробіонтів, але підвищує кількість видів, що живуть у певному біотопі, а отже, і стійкість системи.

Після складання списків видів, що становлять угруповання, варто встановити деякі значення, що характеризують як окремі види, так і угруповання в цілому.

У першу чергу необхідно з'ясувати, наскільки типовий певний вид для фауни або флори досліджуваного гідроценозу. Для цього визначають такий показник, як постійність, а саме відношення, виражене у відсотках, $C=p \cdot 100/P$, де p – кількість вибірок, що містять досліджуваний вид; P – загальна кількість взятих вибірок. Залежно від отриманого значення розрізняють такі категорії присутності: постійні види зустрічаються більше ніж у 50% вибірок, додаткові – у 25–50%, а випадкові види представлені в менше ніж у 25% вибірок.

Індекс подібності застосовують, коли необхідно порівняти угруповання, які живуть у зонах з різкою зміною умов і неоднорідним рельєфом. Від екологів часто вимагають порівняти подібність або розходження послідовних проб видів узятих уздовж градієнта зовнішнього середовища. При цьому застосовують (у загальному вигляді) такий індекс видової подібності:

$$S=C/(A+B),$$

де A – кількість видів у пробі A ; B – кількість видів у пробі B ; C – загальна кількість видів в обох пробах.

Індекс видового багатства дозволяє зіставляти багатство видів у двох різних гідроценозах, особливо коли чисельність видів у вибірках, узятих у кожному з них, сильно відрізняється одна від одної. Показник різноманітності становить цифрове вираження принципу Тінеманна, який можна сформулювати так: за сприятливих умов середовища спостерігається більша кількість видів, кожен з яких представлений невеликою кількістю особин. Показник різноманітності при цьому високий. Коли умови середовища несприятливі, видів небагато, але всі вони відрізняються високою чисельністю. У цьому випадку показник видової різноманітності низький. Індекс видового багатства можна визначити так:

$$d=S-1/\lg N,$$

де S – кількість видів; N – кількість особин.

Цей індекс можна обчислити і як величину, обернену до індексу домінування, тобто

$$d=1/(n_j/N)^2,$$

де n_j – оцінка значущості кожного виду (чисельність, біомаса й под.); N – сума оцінок значущості.

Індекс домінування, або індекс Сімпсона, C розраховують за формулою

$$C=n_i n_i (n_i-1)/N(N-1),$$

де n_i – кількість особин кожного виду; N – загальна кількість особин.

Домінування – це перевага якого-небудь виду за чисельністю або біомасою в угрупованні, яка визначає ступінь впливу конкретного виду на угруповання. Індекс Сімпсона показує «концентрацію» домінування, тому що його величина тим більша, чим сильніше домінування одного або декількох видів.

Завдання

Розрахувати перелічені вище індекси й охарактеризувати на їх основі угруповання риб, зазначені в табл. 3.

Таблиця 3

Вид риби	Кількість видів у вибірці А, особин на гектар	Кількість видів у вибірці Б, особин на гектар	Кількість видів у вибірці В, особин на гектар	Кількість видів у вибірці Г, особин на гектар
Карась	0 (0)	3 (1)	4 (0)	2 (1)
Окунь	8 (4)	7 (7)	6 (4)	5 (5)
Густера	0 (0)	4 (2)	0 (0)	0 (0)
Плотва	6 (6)	5 (5)	3 (2)	2 (1)
Лящ	6 (5)	0 (0)	6 (2)	7 (7)
Щука	5 (3)	4 (1)	3 (1)	7 (1)
Лин	5 (1)	6 (6)	0 (0)	9 (6)
Йорж	6 (4)	5 (1)	6 (6)	3 (1)
Тараня	7 (7)	6 (3)	6 (1)	4 (4)
Сом	9 (4)	1 (1)	0 (0)	8 (7)
Минь	4 (1)	3 (1)	1 (1)	2 (1)

Примітка. У дужках вказано кількість вибірок, у яких відзначено вид.

Практична робота 8

Оцінка якості гідроекосистеми за співвідношенням показників численності

Теоретичні відомості

Абсолютні показники численності окремих груп організмів можуть змінюватися в разі антропогенного впливу, отже, деякою мірою відбивати його величину. Наприклад, помічено, що олігохети, звичайно нечисленні в донних біоценозах, у місцях спуску побутових стоків часто розвиваються у надзвичайно великих кількостях. Тому масовий розвиток олігохетів розцінюють як показник забруднення.

С. Райт, Дж. Карр і М. Хілтонен, які працювали на озері Мічиган, використовують такі значення (екз./м²) щільності олігохетів для оцінки рівня забруднення: слабе забруднення – 100-999; середнє – 1000-5000; важке – більше 5000.

Антропогенний вплив може змінити умови живлення у водоймі, що призводить до реорганізації трофічної структури угруповання, кількісні зміни в якій можуть бути чутливим індикатором цього впливу.

О.Ф. Алімов і Н.П. Фіногенова довели, що під впливом забруднення трофічна структура бентосу звичайно спрощується, формуються більш прості угруповання, що відіграють більшу роль у самоочищенні водойми. Для оцінки таких змін було запропоновано індекси трофічних умов, які розраховують за співвідношенням в угрупованні різних трофічних груп. До них належить індекс Кабанова. Він дорівнює відношенню кількості продуцентів до кількості консументів, яке збільшується в міру самоочищення водойми.

Індекс забруднення за Дж. Хорасаве обчислюють згідно з формулою

$$i=B/(A+B),$$

де A – кількість організмів, що містять хлорофіл; B – кількість організмів, у яких хлорофіл відсутній (найпростіші).

К.Г. Гуднайт і Л.С. Уїтлей про санітарний стан ріки судять зі співвідношення чисельності олігохетів й інших мешканців дна. Вони застосовують такі оцінки: ріка в гарному стані – олігохетів менше 60% від загальної кількості всіх донних організмів; у незадовільному стані – 60%–80%; сильно забруднена – більше 80%.

Завдання

Охарактеризувати стан гіпотетичної водойми, для якої характерні такі показники: кількість олігохетів – 2050 екз./м²; кількість видів консументів – 120, а продуцентів – 315; загальна кількість видів у водоймі – 560, з яких 374 – олігохети.

Практична робота 9

Оцінка якості гідроекосистеми за співвідношенням кількості видів, стійких і нестійких до забруднення

Теоретичні відомості

Співвідношення кількості видів, які мають різну чутливість до забруднення, неодноразово застосовували як показник якості води. У разі посилення забруднення, як правило, зменшується численність стенобіонтних й олігосапробних видів тварин, у результаті чого зростає відносна частка еврибіонтних і сапробіонтних видів. О.М. Кожова розділила види гідробіонтів на 4 групи: 1) чутливі й стійкі; 2) чутливі й нестійкі; 3) нечутливі й нестійкі; 4) нечутливі й стійкі. Види 1-ї групи – найкращі індикатори забруднення; у випадку посилення забруднення види 2-ї групи звичайно мігрують (за наявності відповідної здатності), а 3-ї групи – гинуть. У разі подальшого забруднення починають домінувати представники 4-ї групи.

Т. Ватанабе для розрахунку індексу забруднення використовує співвідношення видів діатомей, яких автор вважає різною мірою стійкими до забруднення:

$$i = \frac{2A+B-2C}{A+B-C} \cdot 100,$$

де A – кількість видів, стійких до забруднення; B – кількість видів, на які не впливає забруднення; C – число видів, які зустрічаються тільки в забруднених водах.

Завдання

1. Охарактеризувати стан гіпотетичних водойм, що відзначаються показниками, поданими в табл. 4, за методикою О.М. Кожової.

Таблиця 4

Номер водойми	Кількість видів 1-ї групи	Кількість видів 2-ї групи	Кількість видів 3-ї групи	Кількість видів 4-ї групи
Водойма 1	6	9	2	6
Водойма 2	4	1	5	7

2. Проаналізувати стан гіпотетичних водойм, для яких характерні вказані нижче співвідношення видів діатомових водоростей (табл. 5), за методикою Ватанабе.

Таблиця 5

Номер водойми	Види, стійкі до забруднення	Види, нечутливі до забруднення	Види, що зустрічаються тільки в забруднених водах
Водойма 1	6	8	12
Водойма 2	5	3	8

Практична робота 10

Різноманітність, складність і стійкість угруповання

Теоретичні відомості

Прийнято вважати, що тільки висока видова різноманітність наближає час вимирання окремих популяцій, знижуючи тим самим стабільність складу угруповання, тоді як різноманітність і складність трофічної організації підвищують його стійкість. Отже, в умовах, коли хижаки живляться багатьма видами жертв, вони можуть швидко спеціалізуватися до живлення найбільш численними видами. Ця здатність переключатися робить хижаків менш чутливими до коливання чисельності кожного окремого виду жертви.

Можливий й інший погляд на залежність між різноманітністю, складністю й стійкістю. У суворих кліматичних умовах, або занадто жарких, або занадто холодних, фізичне середовище діє на більшість видів безпосередньо й одночасно. Сильна посуха або мороз пригнічує біологічну активність усього угруповання. За більш м'яких умов угруповання в цілому повертається у вихідний стан. Оскільки фізичні умови при цьому відіграють роль домінуючого фактора в регуляції коливань чисельності в угрупованні, всі види прямо залежать від цієї причини. У більш однорідному тропічному кліматі напрямок коливань чисельності популяції більшою мірою визначений взаємодією останньої з іншими популяціями, ніж з фізичним середовищем. Біологічна складність може або згладжувати, або підсилювати дію збурень середовища на угруповання.

У випадку зменшення кількості видів автотрофів у тому або іншому місцеперебуванні (наприклад, у результаті впливу людини) скорочується кількість видів на всіх трофічних рівнях. У таких спрощених угрупованнях чисельність деяких рослиноїдних видів за відсутності ефективної регуляції з боку хижаків може зрости до рівня спалахів.

Деякі види, що пристосувалися до живлення яким-небудь одним видом продуцента, процвітають у спрощених антропогенних угіддях. Хижаки ж, які

потребують більш складного місцеперебування, навпаки, почувають себе в спрощених місцеперебуваннях погано.

Слід зауважити, що в угрупованні, більш зрілому в суцесійному відношенні, передача виниклих змін за трофічною структурою відбувається більш ефективно.

Завдання

1. Установити залежність між різноманітністю й стійкістю популяції членистоногих прісноводної водойми (табл. 6).

Таблиця 6

Характеристика популяції	Рослиноїдні форми	Хижі форми	Павуки	Паразитичні форми	Усі членистоногі
Різнманітність:					
2012 р.					
2013 р.					
Щільність:					
2012 р.	241	43	21	5	
2013 р.	332	54	51	2	

Обчислити різноманітність за формулою $(S-1)/\lg N$ за даними табл. 7

Таблиця 7

Організми	Кількість видів у вибірці S		Кількість особин N	
	2012 р.	2013 р.	2012 р.	2013 р.
Рослиноїдні форми	3	5	26	31
Хижі форми	8	7	19	43
Павуки	2	8	31	41
Паразитичні форми	6	2	46	72
Усі членистоногі				

2. Проаналізувати стійкість угруповання занедбаного ставка через 6 й 17 років (табл. 8).

Таблиця 8

Трофічний рівень	Зміна, %			
	Різнманітність		Продуктивність	
	через 6 років	через 17 років	через 6 років	через 17 років
Первинні продуценти	0	+8	-5	+11
Рослиноїдні	-5	+2	+4	-7
Хижаки	+4	0	+2	+9

Список рекомендованої літератури

- Андропова, М.М. Водная экология [Текст]: лаб. практ./ М.М. Андропова, М.М. Медиоланская, Н.Н. Пашичева. – М.: Академия, 2003. – 203 с.
- Биологический энциклопедический словарь [Текст]/ под ред. М.С. Гилярова. – М.: Сов. энцикл., 1986. – 831 с.
- Количественная гидроэкология [Текст]/ В.К. Шитиков [и др.]. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
- Кутолин, С.А. Химия и микробиология воды [Текст]/ С.А. Кутолин, Г.М. Писиченко. – Новосибирск: СГУПС, 2002. – 134 с.
- Логинова, Е.В., Гидроэкология [Текст]: курс лекцій/ Е.В. Логинова, П.С. Лопух. – Мн.: БГУ, 2011. – 300 с.
- Марьин, В.К. Экологический мониторинг производственной и окружающей среды [Текст]/ В.К. Марьин, В.В. Усманов, А.И. Питулин. – Пенза: ПТИ, 1997. – 106с.
- Мироненко, В.А. Проблемы гидрогеоэкологии [Текст]: монография: в 3 т./ В. А. Мироненко, В. Г. Румынин. – М.: МГГУ, 1998-1999. – 3 т.
- Одум, Ю. Основы экологии [Текст]/ Ю. Одум. – М.: Мир, 1982. – 740 с.
- Проблемы гидроэкологии на рубеже веков [Текст]/ под. ред. А.Б. Ручина. – СПб.: Изд-во ЗИН РАН, 2000. – 242 с.
- Реймерс, Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы [Текст]/ Н. Ф. Реймерс. – М.: Россия молодая, 1994. – 366 с.
- Романенко, В. Д. Основы гидроэкологии [Текст]/ В. Д. Романенко. – К.: Обереги, 2001. – 728 с.
- Фелленберг, Г. Загрязнение окружающей среды. Введение в экологическую химию [Текст]/ Г. Фелленберг. – М.: Мир, 1997. – 232 с.
- Яцык, А.В. Гидроэкология [Текст]/ А.В. Яцык, В.М. Шмаков.– К.: Урожай, 1992. – 192 с.
- Яцык, А.В. Экологические основы рационального водопользования [Текст]/ А.В. Яцык. – К.: Генеза, 1997. – 628 с.

Зміст

Вступ	3
Практична робота 1. Відносини в гідроекосистемах.....	3
Практична робота 2. Трофічні ланцюги.....	4
Практична робота 3. Мережі живлення.....	6
Практична робота 4. Піраміди енергії, біомаси, чисельності.....	6
Практична робота 5. Динаміка угруповань.....	7
Практична робота 6. Самоочищення водного об'єкта.....	9
Практична робота 7. Критерії оцінки якості води за даними гідробіологічного аналізу.....	10
Практична робота 8. Оцінка якості гідроекосистеми за співвідношенням показників численності.....	12
Практична робота 9. Оцінка якості гідроекосистеми за співвідношенням кількості видів, стійких і нестійких до забруднення.....	13
Практична робота 10. Різноманітність, складність і стійкість угруповання.....	14
Список рекомендованої літератури.....	16