

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет ТВШТСБ**  
**Кафедра генетики, годівлі тварин та біотехнології**

## **ЕКОЛОГІЯ**

**Методичні рекомендації для виконання лабораторно-практичних робіт та вивчення дисципліни для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Молодший бакалавр» початкового рівня (короткий цикл) спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» денної форми навчання**



**Миколаїв**  
**2021**

УДК 577.4  
Е-40

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету ТВПШТСБ Миколаївського національного аграрного університету від 24.10.2021 р., протокол № 2.

Укладач:

С. С. Крамаренко – д-р біол. наук, професор, професор кафедри генетики, годівлі тварин та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету.

Рецензенти:

О. В. Жуков – д-р біол. наук, професор, професор кафедри екології та зоології Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького;

Г. І. Калиниченко – кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва МНАУ.

**ЗМІСТ**

Вступ	4
Практична робота № 1. Екологія: Мета, завдання, структура та основні принципи екології	5
Практична робота № 2. Історія розвитку екологія. Сучасні екологічні проблеми	6
Практична робота № 3. Колообіг речовин	7
Практична робота № 4. Біосфера: її структура та властивості	9
Практична робота № 5. Екологічні фактори	11
Практична робота № 6. Зона екологічної толерантності. Екологічна ніша	13
Практична робота № 7. Популяція: її властивості та функції	15
Практична робота № 8. Просторова структура популяції	16
Практична робота № 9. Статева структура популяції	17
Практична робота № 10. Вікова структура популяції	18
Практична робота № 11. Біоценоз та біогеоценоз	20
Практична робота № 12. Трофічна структура біоценозу	22
Практична робота № 13. Фактори деградації біосфери	23
Практична робота № 14. Агрохімічні проблеми в екології	25
Практична робота № 15. Головні принципи охорони природи	26
Список використаної та рекомендованої літератури	29

## ВСТУП

Нині, коли на всій планеті під впливом людини відбулися помітні зміни як живої, так і неживої природи, дедалі більшого значення набуває гармонійна взаємодія суспільства і природного довкілля, оскільки людина отримує від природи все необхідне для життя: енергію, продукти харчування, матеріали, черпає в ній емоційну й естетичну наснагу. Тому вкрай необхідна не лише чітка стратегія охорони природного середовища та посилення контролю за природокористуванням, але й добре продумана система екологічної освіти.

Екологія – відносно молода біологічна наука. Ще не так давно нею цікавилася невелике коло спеціалістів. Останніми десятиріччями вона почала швидко розвиватись. Цьому сприяла необхідність вирішення таких важливих проблем сучасності, як раціональне використання природних ресурсів, профілактика забруднення середовища промисловими відходами та транспортом, запобігання знищення природних угруповань, збереження генофонду рослинного і тваринного світу.

Для сучасної людини знання основ екології не менш важливе, ніж основ фізики, хімії, математики. Екологізація виробництва – один з провідних напрямів науково-технічної революції, покликаної не тільки забезпечити узгоджене функціонування природних і технічних систем, а й значно підвищити ефективність останніх. Таким чином, екологія все більше набуває особливостей прикладної науки.

Екологія розглядає закономірності процесів та явищ на таких рівнях організації живого в природі, як організмівий, популяційний та угруповань організмів. Велика увага приділяється процесам біологічних кругообігів речовин і енергії, що становить матеріальну основу біосфери. **Екологія вивчає взаємозв'язки організмів і надорганізмових систем із навколишнім середовищем і між собою, узагальнює впливи екологічних факторів на живі організми та їх угруповання, а також вплив останніх на окремі фактори навколишнього середовища.**

Дисципліна “Екологія”, що викладається на факультеті ТВПШТСБ здобувачам вищої освіти СВО "Молодший бакалавр" освітньої спеціальності 162 – "Біотехнології та біоінженерія" денної форми навчання складається із чотирьох модулів. Три з них відповідають рівням організації живої речовини та структурі сучасної екології: аутекологія, демекоекологія та синекоекологія. Окремо виділено модуль “Прикладна екологія”, в якому розглядаються питання охорони навколишнього середовища та викладені основні напрями розвитку екологічних знань.

При вивченні курсу “Екології”, підготовці до лабораторно-практичних занять та написання рефератів рекомендується використовувати літературу, перелік якої наведено в кінці методичних рекомендацій.

## Практична робота № 1

*Тема:* Екологія: Мета, завдання, структура та основні принципи екології

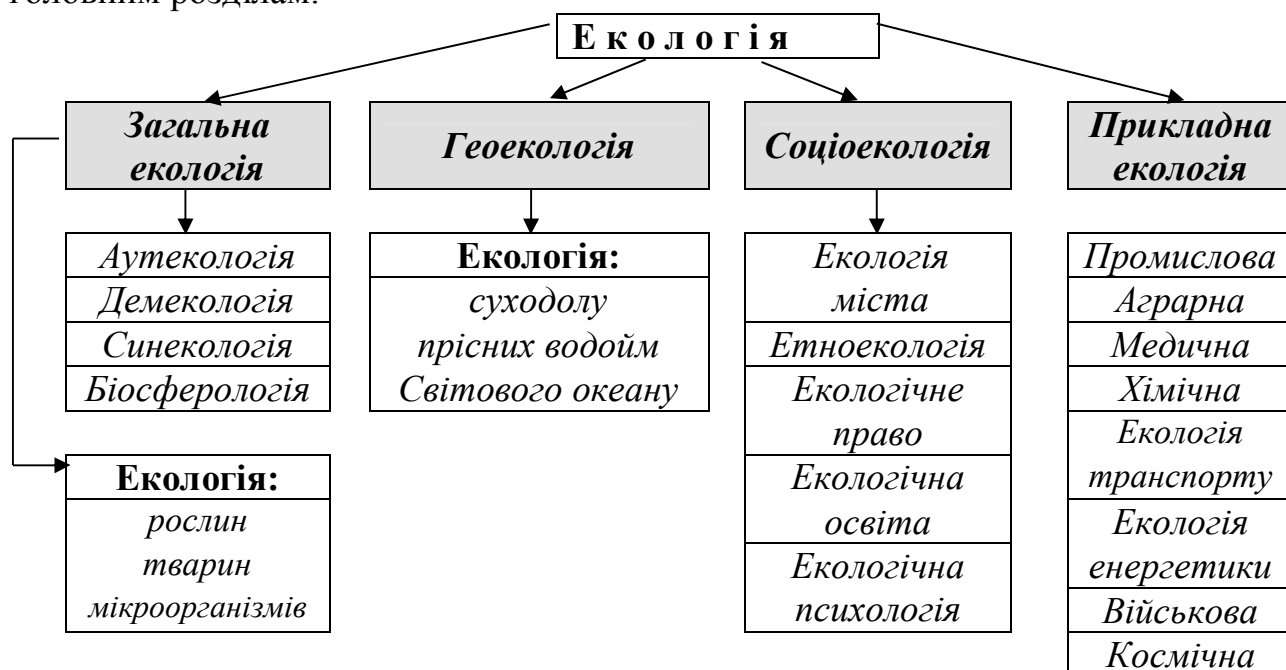
*Мета:* Ознайомитися зі структурою сучасної екології, її місцем у системі біологічних наук та роллю у охороні навколишнього середовища

### Ключові слова:

Екологія. Історія розвитку та формування екології. Об'єкт екології. Основний предмет екології. Мета екології. Основні завдання сучасної екології.

### Завдання:

1. Зобразити у зошитах структуру сучасної екології та дайте визначення її головним розділам.



2. Запишіть у зошитах мету, об'єкт та завдання сучасної екології.

3. Дайте пояснення екологічним законам Баррі Коммонера.

### Теми рефератів:

1. Найголовніші екологічні закони, правила та принципи.
2. Методи дослідження в екології.
3. Історія розвитку екології.
4. Екологічний стан в Україні.
5. Екологічні проблеми сучасності.

### Питання для самоперевірки:

1. Що означає термін екологія?
2. Що вивчає екологія?
3. Які Ви знаєте основні завдання екології?

4. Які розділи екології Ви знаєте?
5. В чому суть екологічних законів Б.Коммонера?

## Практична робота № 2

*Тема:* Історія розвитку екології. Сучасні екологічні проблеми

*Мета:* Ознайомитися із основними етапами розвитку екології та екологічними проблемами Світу, країни та регіону

### Ключові слова:

Структура екології: аутоекологія, демоекологія та синоекологія. Біосферологія. Загальна та спеціальна екологія. Прикладна екологія та її галузі. Агроекоекологія. Геоекоекологія. Закони екології (Б. Коммонер, 1974).

### Завдання:

1. Надайте перелік екологічних проблем Світу, України та Миколаївської області.

2. **Індекс людського розвитку (ІЛР)** (до 2013 року «**Індекс розвитку людського потенціалу**» (ІРЛП), англ. **Human Development Index, HDI**)) — інтегральний показник, що розраховується щорічно для міждержавного порівняння і вимірювання рівня життя, грамотності, освіченості та довголіття, як основних характеристик людського потенціалу досліджуваної території. Він є стандартним інструментом при загальному порівнянні рівня життя різних країн і регіонів.

Він розраховується за наступною формулою:

$$ILP = \sum_{i=1}^4 a_i * \frac{X_i - X_{i\min}}{X_{i\max} - X_{i\min}},$$

де  $X_{i\min}$  та  $X_{i\max}$  — мінімальне та максимальне значення для окремих компонентів (рівня життя, грамотності, освіченості та довголіття);  $X_i$  — значення для певної країни (чи регіону);  $a_i$  — вагові коефіцієнти показників.

### Фіксовані дані для розрахунку показників ІЛР

Показник	$X_{i\min}$	$X_{i\max}$	$a_i$
Очікувана тривалість життя, років	25	85	1/3
Відсоток грамотних, %	0	100	2/9
Відсоток особин, що отримують освіту, %	0	100	1/9
ВНД/особину, дол.	100	40 000	1/3

Використовуючи дані із таблиці, визначить оцінки ІЛР деяких країн Світу. Визначить країни із високим, середнім та низьким рівнем соціального розвитку. До яких регіонів вони відносяться?

**Показники якості життя для деяких країн Світу**

Країна	Очікувана тривалість життя, років	Відсоток грамотних, %	Відсоток особин, що отримують освіту, %	ВНД/особину, дол.
Болгарія	71,0	98,5	77,5	6 740
Бразилія	68,0	87,3	95,0	7 070
Ісландія	79,7	100,0	91,5	28 850
Китай	70,8	92,5	63,5	3 950
Росія	66,8	99,6	78,5	6 880
США	76,9	100,0	93,5	34 280
Ефіопія	45,7	40,3	34,0	800
Японія	81,2	100,0	83,0	25 550

**Питання для самоперевірки:**

1. Який розділ екології вивчає взаємозв'язки представників виду з оточуючим середовищем?
2. Який розділ екології вивчає різні типи взаємовідносин між популяціями окремих видів, що складають біоценоз, структурою, динамікою і факторами стабільності біоценозів?
3. Який розділ екології вивчає техногенні забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери внаслідок антропогенної діяльності людського суспільства та розробляє заходи, необхідні для збереження екологічної рівноваги на планеті Земля та раціонального використання природних ресурсів?
4. Який розділ екології займається вивченням природних умов людських суспільств, їхніх традицій, соціальної організації і технології, а також шляхів розвитку і перспектив виживання?
5. Який розділ екології займається вивченням агросфери планети та взаємозв'язки людини із довкіллям у процесі с.-г. виробництва?
7. Який з цих законів має відношення до співвідношення «ціни» і «доходу», що є також базовими й в економіці?

**Практична робота № 3**

*Тема:* Колообіг речовин

*Мета:* Ознайомитися із особливостями колообігу речовин в екологічних системах

**Ключові слова:**

Умови появи, розвитку та існування життя (Л. Лафлер, 1941). Геосфери та її екологічна характеристика. Літосфера. Структура літосфери. Земна кора. Головні породи земної кори. Основні елементи земної кори. Гідросфера. Основні елементи гідросфери. Світовий океан як унікальна природна система. Хімічний склад морської води. Атмосфера. Роль атмосфери в підтриманні життя. Озоновий шар. Склад атмосфери. Структура атмосфери.

**Завдання:**

1. Додатковий приріст деревини у соснових лісах залежно від внесення азотних добрив та віку:

Доза добрив (кг/га)	Вік (у роках)						
	20	40	60	80	100	120	140
50	1,6	2,6	2,8	2,6	2,2	1,7	1,3
100	3,5	5,6	6,2	5,7	4,8	3,8	2,9
150	5,6	9,0	9,9	9,1	7,6	6,0	4,6
200	7,8	12,4	13,6	12,5	10,5	8,3	6,3
250	9,8	15,6	17,2	15,8	13,2	10,6	7,9
300	11,6	18,6	20,4	18,8	15,7	12,5	7,1

Побудуйте графік залежності додаткового приросту деревини ( $Z$ ) у соснових лісах від внесення азотних добрив ( $X$ ) та віку ( $Y$ ). Визначить закономірності сумісного впливу азотних добрив та віку.

2. Вміст свинцю в листі кульбаби (мг/кг) на 20-ти дослідних ділянках придорожньої території до і після введення в експлуатацію нової дорожньої смуги:

Номер ділянки	До	Після	Номер ділянки	До	Після
<b>1</b>	9,47	9,49	<b>11</b>	2,44	3,76
<b>2</b>	2,62	4,8	<b>12</b>	2,39	5,41
<b>3</b>	3,49	6,12	<b>13</b>	13,01	18,1
<b>4</b>	8,09	9,82	<b>14</b>	3,12	16,2
<b>5</b>	9,38	9,8	<b>15</b>	5,91	12,94
<b>6</b>	2,54	4,18	<b>16</b>	9,63	13,59
<b>7</b>	7,77	17,05	<b>17</b>	4,97	19,9
<b>8</b>	2,55	8,12	<b>18</b>	11,49	12,17
<b>9</b>	5,24	13,02	<b>19</b>	3,98	6,4
<b>10</b>	11,4	12,1	<b>20</b>	1,39	9,16

Побудуйте графіки вмісту свинцю в листі кульбаби (мг/кг) на 20-ти дослідних ділянках придорожньої території до ( $X$ ) і після ( $Y$ ) введення в експлуатацію нової дорожньої смуги.



Визначити, чи змінився вміст свинцю в листі кульбаби (мг/кг) на придорожньої території до і після введення в експлуатацію нової дорожньої смуги.

Перевірка нульової гіпотези в тому випадку, коли вибірки залежні проводиться, використовуючи наступну формулу критерію Ст'юдента:

$$t = \frac{|\bar{d}|}{\sqrt{\frac{\sum d_i^2 - n\bar{d}^2}{n(n-1)}}},$$

де  $n$  – обсяг вибірок, а  $d_i = X_i - Y_i$ .

### Питання для самоперевірки:

1. Хто та в якому році сформулював умови появи, розвитку та існування життя?
2. Що є необхідним джерелом енергії для майже всіх життєвих форм на Землі?
3. Як перекладається з грецького «літос»?
4. З яких шарів складається літосфера?
5. Як називається тонка верхня оболонка Землі?
6. Що входить до вод суходолу?
7. Яка середня солоність Світового Океану?
8. Що забезпечують постійні горизонтальні та вертикальні переміщення вод Світового океану?
9. Які чотири перші за об'ємом газу входять до складу сучасної атмосфери Землі?
10. На яку висоту в середньому простирається атмосфера?

## Практична робота № 4

*Тема:* Біосфера: її структура та властивості

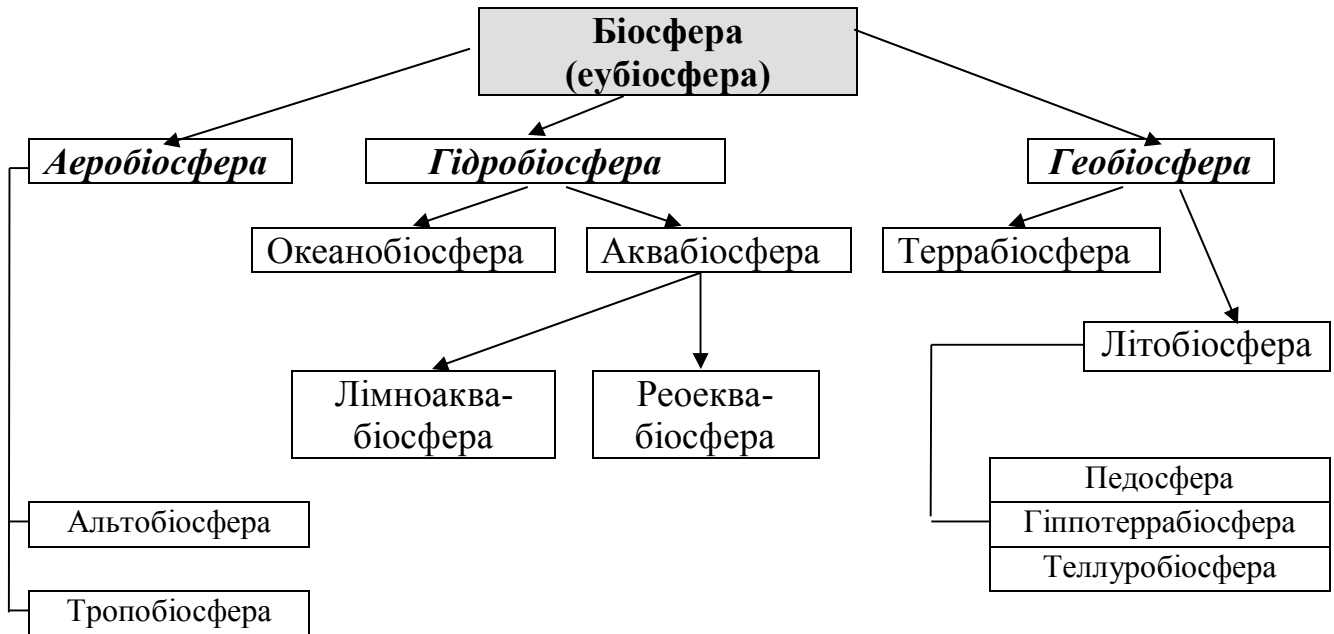
*Мета:* Ознайомитися зі структурою біосфери, принципами її сталого функціонування та біогеохімічними функціями живої речовини

### Ключові слова:

Біосфера та її структура. Властивості біосфери. Типи речовини в біосфері за В.І. Вернадським. Жива речовина. Властивості живої речовини. Основні біогеохімічні функції живої речовини.

### Завдання:

1. Зобразить у зошитах горизонтальну структуру біосфери та в словниках дайте визначення її головним складовим:



2. У графічній формі зобразіть розподіл фітомаси на суходолі та біомаси зоопланктону в поверхневому шарі Світового океану на одиницю площі відповідно до географічних поясів:

Географічний пояс	Фітомаса (тис. т / км <sup>2</sup> )	Біомаса зоопланктону (т / км <sup>2</sup> )
Арктичний	1,8	5,1
Субарктичний	7,3	
Північний помірний	16,2	28,1
Північний субтропічний	23,4	10,1
Північний тропічний	8,1	8,3
Північний субекваторіальний	33,5	
Екваторіальний	69,8	13,3
Південний субекваторіальний	28,9	
Південний тропічний	18,5	8,0
Південний субтропічний	9,6	6,9
Південний помірний	15,2	8,5
Субантарктичний	18,2	9,2
Антарктичний	0	7,0

Охарактеризуйте особливості розподілу живої речовини на суходолі та у Світовому океані.

3. Фітосфера та зоосфера характеризуються наступними характеристиками:

Показники	Фітосфера	Зоосфера
Об'єм	280 млн. куб. км.	1400 млн. куб. км.
Біомаса	$2,4 \cdot 10^{12}$ т	$0,02 \cdot 10^{12}$ т
Середня щільність живої речовини		
Кількість видів	500 000	1 500 000

Середня маса 1 виду		
---------------------	--	--

Розрахуйте середню щільність та середню масу 1 особини видів – представників фітосфери та зоосфери.

В чому головні відмінності розповсюдження, структури та функціонування фіто- та зоосфери? Чому при трикратному перевищенні по чисельності видів, біомаса зоосфери у 100 разів менше біомаси фітосфери?

### Питання для самоперевірки:

1. Які компоненти входять до складу біосфери?
2. Де проходять межі існування біосфери?
3. Які характерні властивості біосфери?
4. Що таке жива речовина та її головні властивості?
5. Які головні біогеохімічні функції живої речовини?

### Теми рефератів:

1. Еволюція та сучасні уявлення про біосферу.
2. Вертикальна та горизонтальна структура біосфери.
3. Основні екосистеми біосфери.
4. Геохімічне середовище і геохімія живих організмів.
5. Кругообіг води.
6. Кругообіг вуглецю.
7. Кругообіг азоту.
8. Кругообіг сірки.
9. Кругообіг фосфору.
10. В.І. Вернадський та уявлення про ноосферу.

## Практична робота № 5

*Тема:* Екологічні фактори

*Мета:* Ознайомитися з різними типами екологічних факторів

### Ключові слова:

Принцип І.М. Сеченова. Типи екологічних систем: моноцен, демоцен, біогеоценоз. Екологічні фактори та їх вплив на живі організми. Типи класифікації екологічних факторів: екзогенні та ендогенні, біотичні та абіотичні. Класифікація екологічних факторів Р.Андреварта та Л.Бьорч (1954). Принципи впливу екологічних факторів.

### Завдання:

1. Розподіліть перелічені нижче організми у дві групи: еври- та стенобіонтні:

- рослини: жито; береза; бамбук; баобаб; верблюжа колючка; кульбаба; омела; орхідея; подорожник; ялина; тис; евкалипт; банан; ковила.

- тварини: людина; бабка; лосось; коала; бродяча кішка; слимак; пінгвін; синій кіт; камбала; кораловий поліп; малярійний плазмодій; шимпанзе; лев; вовк; сарана; білий ведмідь; ворона; степовий орел; корова; гадюка; жаба.

2. Заповніть таблицю прикладами адаптацій організмів до екологічних факторів:

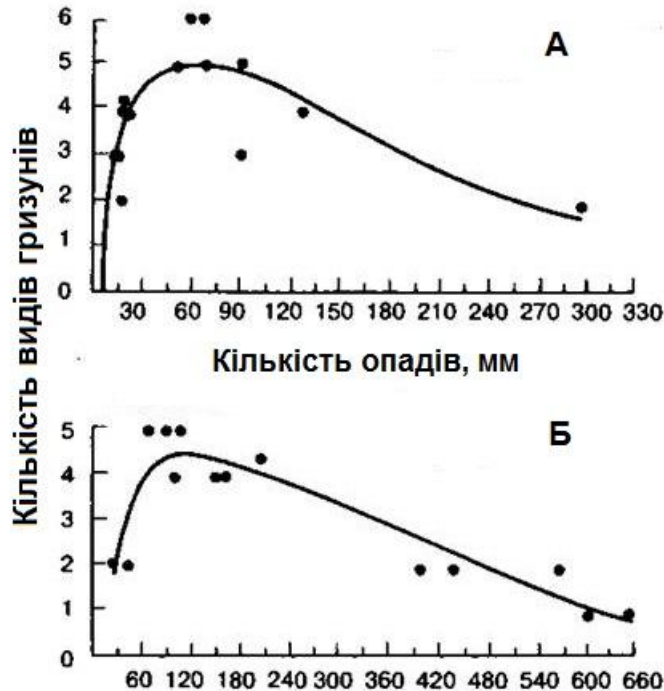
Форма пристосувань	Вид(и)	Опис пристосування	Переваги пристосування
Форма тіла	дельфін	торпедоподібна форма тіла	швидке переміщення у воді
	сокіл-сапсан		
	морський коник		
	жирафа		
	кактус		
Поведінкові пристосування		сезонна міграція	
		самокаліцтво	
		запасання корму	
		альтруїзм	
Маскувальне забарвлення	камбала		
	тундрова куріпка		
	хамелеон		
	тигр		
Забарвлення, що попереджає	бджола		
	божа корівка		
	аспід		
Мімікрія	яйце зозулі		
	паличник		
	глуха кропива		

3. Якого типу зв'язок присутній між кратністю зниження рівня метаболізму у ссавців та масою їх тіла (за: Шилов, 1998):

Кратність зниження рівня метаболізму під час сплячки ( $M_c$ ) порівняно з активним станом ( $M_a$ ) у гризунів (Шилов, 1998)

Види	Маса тіла, г	$M_c/M_a$
Байбак альпійський ( <i>Marmota marmota</i> )	2007	21,5
Їжак звичайний ( <i>Erinaceus europaeus</i> )	642	46,6
Ховрах європейський ( <i>Citellus citellus</i> )	227	53,0
Вовчок ( <i>Glis glis</i> )	129	72,6
Соня садова ( <i>Eliomys quercinus</i> )	63	56,6
Соня ліщинова ( <i>Muscardinus avellanarius</i> )	19	76,6

4. Якого типу зв'язок присутній між видовим багатством пустельних гризунів в Ізраїлі та кількістю опадів, що випадають для кам'янистих (А) та піщаних (Б) місць існування (за: Abramsky, Rosenzweig, 1983):



#### Питання для самоперевірки:

1. Які особливості зв'язку між організмом та середовищем?
2. Які є типи екологічних систем та екологічних взаємодій?
3. Що таке екологічний фактор?
4. Які вам відомі класифікації екологічних факторів?
5. Які головні компоненти зони екологічної толерантності?
6. Що таке екологічна ніша? Яке визначення має принцип Гаузе?
7. Що таке принцип мінімуму Ю. Лібіха? Які фактори називають лімітуючими?

#### Теми рефератів:

1. Клімат та головні кліматичні фактори (світло, температура, повітря).
2. Фактори водного середовища.
3. Едафічні фактори.

### Практична робота № 6

*Тема:* Зона екологічної толерантності. Екологічна ніша

*Мета:* Ознайомитися із основними елементами зони екологічної толерантності

#### Ключові слова:

Закон екологічної толерантності (В. Шелфорд, 1903). Зона екологічної толерантності та її основні області. Еврибіонти та стенобіонтні види. Екологічна ніша. “Принцип конкурентного виключення” Г.Ф. Гаузе (1934). Закон “мінімуму” Ю. Лібіха. Лімітуючі фактори.

### Завдання:

1. В таблиці наведено кількість жуків двох видів протягом експерименту у обмежених умовах їжі.

Вид жуків	Кількість жуків через днів												
	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	900
<i>T.confusum</i>	16	52	52	42	35	24	15	11	8	3	4	3	0
<i>T.castaneum</i>	80	76	70	88	88	92	120	142	210	172	120	64	122

Зобразіть у вигляді графіку динаміку чисельності двох видів жуків протягом всього експерименту. Який вид більш конкурентоздатний? Який принцип ілюструє даний графік?

2. В таблиці наведено показники відносної частоти зустрічаємості двох видів жуків в залежності від градієнту вологості ґрунту – від 7 % до 31 %.

Род жуків	Вологість ґрунту, %												
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Heterocerus – p<sub>1</sub></i>	0	1,4	1,4	1,4	2,0	2,5	2,9	3,1	3,3	3,4	3,6	3,8	4,0
<i>Bledius – p<sub>2</sub></i>	2,4	6,0	10	12	12	12	12	11	7,5	5,5	4,2	3,0	1,8

Род жуків	Вологість ґрунту, %												
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
<i>Heterocerus – p<sub>1</sub></i>	4,3	5,1	7,3	9,6	9,8	8,4	7,0	5,6	4,2	3,1	2,0	0,8	
<i>Bledius – p<sub>2</sub></i>	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Зобразіть екологічні ніші цих двох організмів у графічній формі. Який з них є більш стенобіонтним?

Розрахуйте індекс перетинання екологічних ніш для даного прикладу за формулою:

$$I = \frac{\sum(p_1 \cdot p_2)}{\sqrt{\sum p_1^2 \cdot \sum p_2^2}}$$

### Питання для самоперевірки:

1. Які елементи входять до зони екологічної толерантності?
2. Як називаються організми, які мають широку та вузьку смугу зони екологічної толерантності?
3. Що таке сукупність усіх факторів середовища, в межах яких можливе існування виду?
4. Яку назву мають фактори середовища, які обмежують чисельність організму?

## Практична робота № 7

*Тема:* Популяція: її властивості та функції

*Мета:* Ознайомитися з властивостями, функціями та ієрархією популяцій

### Ключові слова:

Демекологія та її завдання. Популяція. Умови формування та існування популяцій. Ієрархія популяцій (М.Н. Наумов, 1963). Властивості популяції: біологічні та групові. Типи популяцій (В.М. Беклемішев, 1960). Головні характеристики популяції. Ареал, чисельність та щільність популяції. Середня та зважена щільність.

### Завдання:

1. При дослідженні поля на заселеність звичайним буряковим довгоносиком в 50 ґрунтових пробах було виявлено наступну кількість комах (особин) -  $n_i$ :

1	2	3	5	6	4	7	10	13	4	1	2	7	5	3	6	10	8	9	7	10	3
5	3	9	9	9	9	8	12	8	2	3	4	4	5	6	7	8	8	2	6	10	9
4	6	5	9	7	8																

Зобразить у вигляді гістограми розподіл комах за чисельністю у пробах.

Необхідно визначити середню щільність довгоносика за формулою:

$$D = \frac{\sum n_i}{N},$$

де  $n_i$  – кількість особин у кожній пробі;  $N$  – загальна кількість проб.

2. В одному озері було відловлено 250 судаків, кожний з яких було помічено. Через місяць знов було відловлено 120 рибин, з яких 40 мали мітки. Яка загальна чисельність судаків у цьому озері?

Для розрахунку використайте формулу Бейлі:

$$N = \frac{M(n+1)}{m+1},$$

де  $M$  – кількість організмів, що відловлено у перший раз та мічених,  $n$  – кількість організмів, що відловлено вдруге, а  $m$  – кількість серед них мічених.

Помилка отриманої величини складає:

$$SE_N = \sqrt{\frac{M^2(n+1)(n-m)}{(m+1)^2(m+2)}}.$$

3. При аналізі 32 гнізд було визначено, що середня відстань до найближчого гнізда складає 64,3 м з помилкою 10,7 м. Необхідно знайти середню щільність гнізд та величину її помилки.

У цьому випадку середня щільність популяції та показник її помилки знаходяться згідно формулам:

$$D = \frac{k-1}{\pi L^2 k},$$

$$SE_D = \frac{DSE_L}{L},$$

де  $k$  — число особин (або нір, або гнізд і т.п.);  $L$  — середня відстань до найближчого сусіда;  $SE_L$  — помилка показника  $L$ .

### Питання для самоперевірки:

1. Що таке популяція з екологічної точки зору та які головні типи популяцій виділяються?
2. Яку ієрархію мають популяції?
3. Які властивості притаманні популяції?
4. Що таке ареал популяції, її чисельність та щільність?

## Практична робота № 8

*Тема:* Просторова структура популяції

*Мета:* Ознайомитися з методами оцінки просторової структури популяції

### Ключові слова:

Просторова структура популяції та її біологічне значення. Типи просторового розподілу особин у популяції: випадковий, рівномірний та груповий. Агрегація особин та її причини. “Груповий ефект”. Принцип В. Оллі.

### Завдання:

1. При дослідженні поля на заселеність звичайним буряковим довгоносиком (використовуючи 50 ґрунтових пробних ділянок) було виявлено наступну кількість комах (особин) -  $n_i$ :

1	2	3	5	6	4	7	10	13	4	1	2	7	5	3	6	10	8	9	7	10	3
5	3	9	9	9	9	8	12	8	2	3	4	4	5	6	7	8	8	2	6	10	9
4	6	5	9	7	8																

Визначить тип просторового розподілу бурякового довгоносика на підставі індексу Одуми:

$$I_O = \frac{S^2}{D},$$

$$\text{де } S^2 = \frac{\sum (n_i - D)^2}{N - 1},$$

де  $D$  – середня щільність (була оцінена в ЛПЗ № 7).

Враховуйте, що:

якщо  $I_O < 1$ , то особини розподілені у популяції рівномірно;

якщо  $I_O > 1$  – групами;

якщо  $I_O = 1$ , то особини розподілені випадковим чином.

2. Визначить тип просторового розподілу бурякового довгоносика на підставі індексу Морісіта:



$$I_{\delta} = n \left[ \frac{\sum_{i=1}^n N_i(N_i - 1)}{N(N - 1)} \right],$$

де  $n$  – загальна кількість використаних пробних ділянок;  $N_i$  – кількість особин в межах  $i$ -тої пробної ділянки;  $N$  – загальна кількість особин на всіх пробних ділянках (тобто,  $N = \sum N_i$ ).

Враховуйте, що індекс Морісіта:

$I_{\delta} = 1$  при випадковому типі розподілу;

$I_{\delta} < 1$  – при рівномірному;

$I_{\delta} > 1$  – при груповому.

### Питання для самоперевірки:

1. Що таке просторова структура популяції та які типи просторової структури вам відомі?
2. В чому причина формування агрегацій та що таке принцип В. Оллі?
3. В чому полягає біологічне значення просторової структури популяції?
4. Який тип просторового розподілу формується в умовах наявності дуже сильної конкуренції між особинами або значних антагоністичних відносин між ними?

## Практична робота № 9

*Тема:* Статева структура популяції

*Мета:* Ознайомитися з особливостями статевої структури та репродуктивної стратегії популяції

### Ключові слова:

Типи розмноження та їх переваги. Статеве розмноження. Гонохорізм та гермафродитизм. Екологічні переваги згермафродитизму. Статева структура популяції та її типи: первинна, вторинна та третинна. Типи схрещування та їх екологічне значення: поліандрія, полігінія, проміскуїтет, моногамія. Репродуктивні стратегії (ЛаМонт Коул, 1954): ітеропарія та семелорарія.

### Завдання:

1. В таблиці наведено чисельність особин крапчастого ховраха різних вікових груп.

Чому дорівнює вторинне та третинне співвідношення статей? Чи відповідає статевий розподіл різновікових тварин рівномірному?

Перевірка відповідності статевого розподілу рівномірному проводиться з використанням критерію Хі-квадрат Пірсона:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\Phi - T)^2}{T},$$

де  $\Phi$  – фактичні частоти,  $T$  – теоретичні.

Стать	Вікові класи (роки)					
	новонароджені (0+)	1	2	статеві стиглі (3+)		
				3	4	5
Самці	157	54	24	12	6	3
Самиці	149	62	27	19	5	4

Статевий розподіл вважається нерівномірним, якщо значення критерію переважатиме 3,84.

2. Побудуйте графік розподілу (у %) самців та самиць крапчастого ховраха у віці 0, 1, 2 та 3+ років.

3. Визначте, який зв'язок має багатоплідність свиноматок (TNB) із:

а) часткою мертвонароджених поросят (FSB, %);

б) середньою масою одного поросяти при народженні (AWPB, кг).

TNB	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FSB	25.0	5.0	5.6	8.0	5.7	8.1	8.4	9.2	10.8
AWPB	2.11	2.05	1.91	1.80	1.71	1.52	1.49	1.46	1.39

TNB	13	14	15	16	17	18	19	20
FSB	9.6	17.6	17.9	20.8	20.6	27.8	36.8	42.9
AWPB	1.33	1.34	1.32	1.26	1.31	1.16	1.30	1.26

Необхідно побудувати два графіки:

графік А – залежність FSB від TNB;

графік Б – залежність AWPB від TNB.

### Питання для самоперевірки:

1. Які вам відомі типи розмноження та які переваги вони мають?
2. Що таке статеві структура популяції та які її типи?
3. Які типи схрещування у тварин вам відомі?
4. Що таке репродуктивна стратегія? Які вам відомі типи репродуктивної стратегії?

## Практична робота № 10

*Тема:* Вікова структура популяції

*Мета:* Ознайомитися з особливостями оцінки вікової структури популяції та виживаності

### Ключові слова:

Вікова структура популяції. Моно- та поліциклічні популяції. Вікові групи: передрепродуктивна, репродуктивна та пострепродуктивна. Основні типи вікової структури популяції (Ф.Боденхеймер, 1938). Народжуваність: максимальна та екологічна. Абсолютна та зважена. Смертність: екологічна та мінімальна. Виживаність. Криві виживаності.

**Завдання:**

1. В таблиці наведено чисельність особин крапчастого ховраха різних вікових груп:

Стать	Вікові класи (роки)					
	новонароджені	1	2	статеві стиглі		
				3	4	5
Самці	157	54	27	15	7	6
Самиці	149	62	24	19	5	4

Розрахуйте показники виживаності для самців й для самиць ховраха та постройте для них (на одному графіку) криві виживаності. Який тип виживаності вони мають?

Абсолютна вікова виживаність розраховується за формулою:

$$l_x = \frac{n_x}{n_0},$$

де  $n_x$  – кількість особин віку  $x$ ,  $n_0$  – кількість новонароджених особин.

2. Була проаналізована розмірно-вікова структура локальної популяції моллюска *Brephulopsis cylindrica* у червні і жовтні. Абсолютні значення кількості особин п'яти розмірних груп представлені в таблиці:

Місяць	Розмірні групи				
	0 - 6 мм	6, 1 - 10,0 мм	10,1 - 15,0 мм	> 15 мм	адультні
червень	187	423	103	24	11
жовтень	0	34	70	20	100

Необхідно оцінити вікову гетерогенність популяції. В якому місяці вона була вищою?

Рівень вікової гетерогенності популяції можна охарактеризувати математично на підставі показника ( $\nabla$ ):

$$\nabla = \frac{1}{\sum P_i^2},$$

де  $P_i$  — частка особин  $i$ -тої вікової групи.

**Питання для самоперевірки:**

1. Що таке вікова структура популяція та чим вона визначається?
2. Які з екологічної точки зору можна виділити вікові групи в популяції?
3. Що таке народжуваність та які типи народжуваності вам відомі?
4. Що таке смертність? Які є типи смертності?
5. Що таке виживаність? Які типи кривих виживаності вам відомі?
6. Які три типи популяції за типом вікової структури виділяв Ф.Боденгеймер?
7. Як назву має вікова група, яка ще не приймає участь у розмноженні?
8. Який тип вікової структури популяції формується в ідеальних умовах існування?
9. Який тип кривої виживаності притаманний людині в розвинутих країнах?

## Практична робота № 11

*Тема:* Біоценоз та біогеоценоз

*Мета:* Ознайомитися з особливостями функціонування та структурою біоценозу та біогеоценозу

### Ключові слова:

Історія розвитку вчення про біоценоз (К. Мьобіус, 1877). Біоценоз та біогеоценоз. Структура біогеоценозу (В.М. Сукачов, 1972). Межі елементарного біогеоценозу. Ієрархія біогеоценозів. Критерії біоценозу. Основні характеристики біоценозу (за П. Трояном). Вертикальна структура біоценозу. Ярусність та її екологічне значення. Ярус. Основні яруси біоценозу. Горизонтальна структура біоценозу. Мозаїчність та її причини. Екотон та її властивості. Видова структура біоценозу. Видове розмаїття та методи його аналізу. Угруповання та принципи виділення угруповань у біоценозі.

### Завдання:

1. В таблиці наведено видовий склад та чисельність птахів (середня кількість особин на 1км маршруту) у двох біоценозах:

№ пп	Вид	Біоценоз А	Біоценоз Б	№ пп	Вид	Біоценоз А	Біоценоз Б
1	Жайворонок степовий	25,8	14,2	11	Ластівка селянська	-	0,02
2	Жайворонок польовий	18,0	0,02	12	Ластівка берегова	-	0,06
3	Трясогузка	-	0,05	13	Горобець польовий	-	0,05
4	Шпак	-	0,03	14	Сіра ворона	0,02	0,08
5	Чайка	-	0,02	15	Грак	-	0,3
6	Перепел	-	0,17	16	Сорока	-	0,2
7	Лунь польовий	-	0,08	17	Стриж	0,02	-
8	Лунь степовий	0,1	-	18	Сизий голуб	-	0,08
9	Степовий орел	0,1	-	19	Шуліка чорний	0,02	-
10	Ластівка міська	-	0,02	20	Мала біла чапля	0,02	-

Проаналізувати структуру обох біоценозів на підставі *індексу домінування* Симпсона:  $c = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$ , де  $n_i$  — чисельність особин кожного з видів;  $N$  — сумарна чисельність особин всіх аналізованих видів даного біоценозу.

Методичні рекомендації: Розрахуйте для кожного біоценозу сумарну чисельність всіх аналізованих видів даного біоценозу. Наприклад, для біоценозу А розрахунок буде мати вигляд:  $N_A = 25,8 + 18,0 + \dots + 0,02 + 0,02$ .

Далі, знайдіть відношення чисельності кожного виду до сумарної чисельності. Наприклад, для Жайворонка степового у біоценозі А розрахунок буде мати вигляд:  $(n_i/N)_{\text{жай.степ}} = 25,8 : N_A$ .

Нарешті, для кожного виду знайдіть квадрат відношення чисельності кожного виду до сумарної чисельності та знайдіть їх суму у межах кожного біоценозу. Ця величина й буде оцінкою *індексу домінування* Симпсона.

Розрахуйте рівень видового розмаїття обох біоценозів на підставі *міри видової неоднорідності угруповання* Шеннона:  $H_{Sh} = -\sum \left( \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \right)$ .

Методичні рекомендації: Використайте розраховані в попередньому питанні оцінки відношення чисельності кожного виду до сумарної чисельності -  $(n_i/N)$ . Для кожного виду знайдіть натуральний логарифм цієї величини та помножьте його на саму величину відношення чисельності кожного виду до сумарної чисельності.

Знайдіть суму цих множень в межах кожного біоценозу та змініть знак з – на +. Це й буде величина *міри видової неоднорідності угруповання* Шеннона.

Визначте ступінь подібності видового складу двох біоценозів на підставі *індексу подібності* Чекановського-Сьоренсена:  $I_{CS} = \frac{2a}{2a+b+c} * 100\%$ , де  $a$  —

кількість видів, що зустрічаються в обох порівнюваних угрупованнях;  $b$  — кількість видів, наявних тільки в першому угрупованні і відсутніх у другому;  $c$  — кількість видів, наявних тільки в другому угрупованні і відсутніх у першому.

Методичні рекомендації: Для кожного виду біоценозу А надайте код «1», якщо вид присутній (наприклад, для Жайворонка степового та Луня степового) або «0», якщо вид відсутній (наприклад, для Трясогузки або Шпака). Аналогічне кодування проведіть для видів птахів біоценозу Б.

Далі підрахуйте наступні величини:

$a$  – кількість видів, що зустрічаються в обох порівнюваних угрупованнях (тобто, це кількість видів, що мають код «1» у обох біоценозах);

$b$  – кількість видів, наявних тільки в біоценозі А і відсутніх у біоценозі Б (тобто, це кількість видів, що мають код «1» у біоценозі А та «0» у біоценозі «Б»);

$c$  – кількість видів, наявних тільки в біоценозі Б і відсутніх у біоценозі А (тобто, це кількість видів, що мають код «0» у біоценозі А та «1» у біоценозі «Б»).

Підставте ці значення у формулу та розрахуйте *індекс подібності Чекановського-Сьоренсена*.

2. Наведіть приклади 10 екосистем, які є біогеоценозом та 10 екосистем, які не можна вважати біогеоценозом.

Біогеоценоз	Не біогеоценоз

### Питання для самоперевірки:

1. Що таке біоценоз та які компоненти входять до його складу?
2. Що таке біогеоценоз? Які критерії елементарного біогеоценозу?
3. Яку ієрархію мають біогеоценози Землі?
4. Які критерії біоценозу?
5. Які характерні властивості біоценозу (за П.Трояном)?
6. Що таке вертикальна структура біоценозу? Які вона має яруси?
7. Що таке горизонтальна структура популяції? Чим вона визначається? Що таке екотон?
8. Які показники характеризують видову структуру біоценозу?

## Практична робота № 12

*Тема:* Трофічна структура біоценозу

*Мета:* Ознайомитися з типами харчових ланцюгів та екологічних пірамід

### Ключові слова:

Групи організмів за типом живлення: продуценти, консументи та деструктори. Харчові ланцюги та їх головні типи. Харчові ланцюги хижаків та їх властивості.

Харчові ланцюги паразитів та їх властивості. Детритний харчовий ланцюг та його властивості. Екологічні піраміди та їх типи. Піраміда чисельності. іраміда біомаси. Піраміда енергії. Закон Ліндемана (1942). Слідство із закону Ліндемана.

### Завдання:

1. Побудуйте по 10 прикладів харчових ланцюгів трьох типів для біляводного біоценозу (екотону), що складено із видів, які перелічені нижче:

наземні рослини, фітопланктон, зоопланктон, водні плаваючі безхребетні, водні бентосні безхребетні, карась, щука, жаба, жаб'яча трематода, чапля, кряква, кроншнеп, наземні равлики, комахи-фітофаги, хижі комахи, землерийка, нориця, хом'як, сірий пацюк, болотна сова, вівця, жук-гнойовик, блоха вівці, м'ясна падальна муха.

Приклад: дуб (Пр) – гусінь (К1) – синиця (К2) – яструб (К3)

2. Побудуйте екологічні піраміди трьох типів (чисельності, біомаси та енергії) за даними класичного прикладу Ю.Одума.

Трофічні рівні	Чисельність	Біомаса (кг)	Енергія (кДж)
Люцерна	20 000 000	8211	62 400
Теля	4,5	1035	4 980
Хлопчик	1	48	34,7

Визначте ефективність переносу енергії:

- з рівня «люцерна» на рівень «теля»;
- з рівня «теля» на рівень «хлопчик».

### Питання для самоперевірки:

1. Які за типом живлення групи організмів вам відомі?
2. Які організми називаються продуцентами, або автотрофами?
3. Які групи організмів-консументів вам відомі?
4. Які організми називають детритофітами та детритофагами.
5. Які типи харчових ланцюгів вам відомі?
6. Які особливості мають харчові ланцюги хижаків та паразитів?
7. Яке екологічне значення мають детритні харчові ланцюги?
8. Що таке екологічна піраміда? Які типи екологічних пірамід вам відомі?
9. В якому випадку формуються перевернуті піраміди чисельності та біомаси?
10. На якому фізичному законі базується існування піраміди енергії?
11. Як звучить закон Ліндемана?
12. Яке слідство має закон Ліндемана?

## Практична робота № 13

*Тема:* Фактори деградації біосфери

*Мета:* Ознайомитися із етапами та головними факторами деградації біосфери

### Ключові слова:

Три етапи взаємовідносин людства із біосферою. Основні фактори деградації біосфери в сучасний період: знищення біорізноманіття, порушення колообігу речовин, зміна потоку енергії.

Забруднення. Класифікація забруднюючих речовин за походженням: домішки природного походження та домішки антропогенного походження. Класифікація антропогенного забруднення за типом походження: механічне, хімічне, фізичне та біологічне. Класифікація техногенного забруднення: матеріальне та енергетичне. Інші класифікація техногенного забруднення.

### З а в д а н н я:

1. Віднесіть до основних груп перелічені нижче прояви негативного впливу людини на об'єкти навколишнього середовища:

Основні групи забруднень				
атмосферні	водні	грунтові	геолого-геоморфологічні	біотичні

- абразія, деградація екосистем, пестициди, кислотні дощі, хімічні сполуки, “цвітіння” водоймищ, мутації, аерокосмічна промисловість, ерозія, спалювання сміття, урбанізація, зсув, фізичне забруднення, дефляція, аварія на ЧАЕС, механічне забруднення водоймищ, гірничодобувна промисловість, збіднення біорізноманіття і генофонду, фотосинтетичний смог, міський карбюраторний автотранспорт, теплове забруднення водоймищ, провал, підприємства будівництва, тваринництво, засолення, обвал, ТЕС, целюлозно-паперова промисловість, металургія, заболочення, висушення, підтоплення, зникнення лісів та пасовиськ, “парниковий” ефект, синтетичні ПАР, мінеральні добрива, аварії танкерів, фреони.

2. Приведіть по 2-3 відомі вам природні та антропогенні джерела перелічених нижче забруднювальних речовин:

Забруднювальна речовина	Джерела забруднення	
	природного походження	антропогенного походження
Вуглекислий газ		
Оксид карбону (II)		
Органічні сполуки		
Сірчистий газ та інші похідні сірки		
Похідні азоту		
Радіоактивні речовини		
Важкі метали		
Пил та сажа		
Нафтопродукти та похідні нафти		
Збудники кишкових інфекцій та гельмінти		
Фреони		

### Питання для самоперевірки:

1. В чому особливості перших двох етапів взаємодії людства із біосферою?
2. В чому особливості третього етапу?
3. Сукцесія якого типу характерна для змінених людиною біоценозів? Чому клімакс в цьому випадку змінюється дисклімаксом?
4. Які основні причини негативної дії людства на біосферу в сучасний період?
5. Що таке забруднення та забруднювач?
6. Які за походженням відомі типи забруднення?
7. На які чотири групи можна розподілити антропогенні забруднення за типом походження?



## Практична робота № 14

*Тема:* Агрохімічні проблеми в екології

*Мета:* Ознайомитися із властивостями пестицидів та їх дією на живі організми

### Ключові слова:

Пестициди. Історія відкриття ДДТ. Головні причини заборона використання ДДТ. Основні групи пестицидів. Інсектициди та їх головні групи. Фунгіциди. Гербіциди. Екологічні властивості пестицидів. Головні напрямки дії пестицидів: онтогенетичний, популяційний, біоценотичний. Синдром “спадів та підйомів” та його головні причини. Біологічні методи боротьби. Методи впливу на смертність. Методи впливу на народжуваність. Методи порушення постембріонального розвитку.

### З а в д а н н я:

1. В 1949, 1954 та 1957 рр. велике Чисте озеро (Каліфорнія, США) було оброблено ДДД (похідне ДДТ) для знищення дрібних двокрилих комах. Внаслідок першої та другої обробок було знищено біля 99 % цих комах, але вони швидко відновлювали свою чисельність. Третя обробка озера ДДД майже ніяк не вплинула на чисельність комах.

Чому за допомогою ДДД не вдалося знищити дрібних двокрилих комах та чому вони так швидко відновлювали свою чисельність після повторного використання отрутохімікату?

2. В дослідженнях Хіскі та Андерсона (1968) було проаналізовано залежність товщини яєчної шкарлупи в п'яти колоніях сріблястої чайки в залежності від рівня їх враженості продуктами розпаду ДДТ:

Номер колонії	Концентрація ДДЕ, млн <sup>-1</sup>	Середня товщина шкарлупи яйця, мм
1	92	0,340
2	65	0,345
3	60	0,349
4	10	0,378
5	8	0,381

Побудуйте графік залежності товщини шкарлупи від концентрації ДДЕ. Чи є зв'язок між цими показниками? Який характер цього зв'язку?

3. Проаналізуйте вплив пестицидів на видовий склад, щільність та біомасу організмів лугового біоценозу:

Трофічний рівень	Кількість видів		Щільність (особин на 3,7 м <sup>2</sup> )		Біомаса (г на 3,7 м <sup>2</sup> )	
	оброб.	не оброб.	оброб.	не оброб.	оброб.	не оброб.
Фітофаги	8	<b>14</b>	3548	<b>2311</b>	11,0	<b>2,0</b>
Зоофаги	14	<b>21</b>	15085	<b>8602</b>	1,2	<b>4,1</b>
Деструктори	37	<b>42</b>	94800	<b>15159</b>	146,6	<b>175,6</b>

Примітка: оброб. – ділянки, що були оброблені пестицидами; не оброб. – ділянки, що не були оброблені пестицидами.

Як на біоценотичному рівні проявляється негативний вплив пестицидів? Як змінюється видова структура, щільність та біомаса організмів, які відносяться до різних трофічних рівнів? Які трофічні групи більш уразливі до дії пестицидів і чому?

### Питання для самоперевірки:

1. Що таке пестицид? З чим пов'язане відкриття пестицидів?
2. Які головні типи пестицидів вам відомі?
3. Які типи інсектицидів вам відомі?
4. Що таке фунгіциди? Які фунгіциди вам відомі?
5. Які екологічні властивості мають пестициди?
6. Які напрями дії пестицидів вам відомі?
7. Що таке синдром "спадів-підйомів"? Які його головні причини?
8. Які головні напрями біологічних методів боротьби із шкідниками вам відомі?

### Практична робота № 15

*Тема:* Головні принципи охорони природи

*Мета:* Ознайомитися з головними принципами охорони природи

### Ключові слова:

Проблема охорони природи. Головні принципи збереження середовища існування. Причини поширеності та чисельності виду. Класифікація причин вимирання видів. Природні (ендогенні) причини. Антропогенні причини. Основний принцип збереження видового різноманіття. Критерії відбору видів для охорони та збереження. Природно-заповідні території та їх класифікація. Червона книга та МСОП. Червона книга України.

### З а в д а н н я:

1. В таблиці наведено дані щодо площі лісів в найбільш крупних районах суходолу та швидкість зведення лісів на них (за С.П.Горшковим, 1987):

Регіон	Площа лісів (млн. га)	Швидкість зведення лісів (млн. га / рік)	Час зникнення лісів (роки)
Центральна Америка	60	1,0	
Південна Америка	526	8,9	
Західна Африка	100	0,9	
Східна Африка	88	0,8	
Західна Азія	31	1,1	
Південно-Східна Азія	330	7,1	

Розрахуйте, через скільки років ліси повністю зникнуть у різних регіонах Землі, якщо їх зведення не буде припинено.

2. В таблиці наведено чисельність головних промислових видів китів в тихоокеанському секторі Антарктиди до початку масового промислу та сучасна:

Вид китів	Чисельність, тис. особин		Частка (у %), що була знищена під час промислу
	до початку масового промислу	сучасна	
Кашалот	800	130,0	
Синій кит	30	1,5	
Фінвал	100	7,0	
Сейвал	30	18,0	
Малий смугастик	70	60,0	
Горбатий кит	80	1,5	
Австралійський кит	40	0,4	

Який з цих видів китів відчув найбільший прес промислу?

3. МСОП виділяє наступні головні фактори, що загрожують зникненню ссавців:

Фактори загрози зникнення	Кількість видів	
	абсолютна	у % від сумарної
Порушення або деградація місць існування	153	
Надлишкова експлуатація	121	
Вплив інтродукованих видів	14	
Скорочення, погіршення або зникнення кормової бази	20	
Боротьба із шкідниками та носіями інфекцій	17	
Випадкове добування	7	
<b>Р а з о м:</b>		

У вигляді кругової діаграми зобразить розподіл факторів загрози зникнення ссавців в сучасний період.

#### Теми рефератів:

1. Тварини Червоної Книги України.
2. Рослини Червоної Книги України.
3. Аварія на ЧАЕС та її наслідки.

#### Питання для самоперевірки:

Що таке охорона природи?

1. Які вам відомі принципи збереження середовища?
2. Які головні причини рідкості виду?
3. Які вам відомі природні причини зникнення видів?
4. Які вам відомі антропогенні причини зникнення видів?
5. Які критерії необхідно враховувати при відборі видів для охорони?

6. Що таке природно-заповідний фонд? Які вам відомі головні об'єкти ПЗФ?
7. Що таке Червона книга? Які види фауни та флори України занесені у ЧКУ?

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Основна література:

1. Кучерявий В. П. Екологія. Львів: Світ, 2001. 500 с.
2. Білявський Г. О., Бутченко Л. І., Навроцький В. М. Основи екології: Теорія та практикум. Київ: Лібра, 2002. 352 с.
3. Запольський А. К., Салюк А. І. Основи екології. Київ: Вища школа, 2001. 358 с.
4. Шибанін В. С., Мельник С. І., Крамаренко С.С., Ганганов В. М. Аналіз структури популяцій. Миколаїв: МНАУ, 2008. 240 с.
5. Агроекологія: навчальний посібник / О. Ф. Смаглій, А. Т. Кардашов, П. В. Литвак та ін. Київ: Вища освіта, 2006. 671 с.
6. Екологія: підручник / за ред. О. Є. Пахомова. Харків: Фоліо, 2014. 666 с.
7. Васюкова Т. Г., Ярошева О. І. Екологія: підручник. Київ: Конкорд, 2009. 524 с.

### Додаткова література:

8. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2-х томах / Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Москва: Изд-во Мир, 1989.
9. Odum E. P., Barrett G. W. Fundamentals of ecology. Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole, 2005. 598 pp.
10. Smith T. M., Smith R. L. Elements of ecology. San Francisco: Benjamin Cummings, 2012. 704 pp.

Навчальне видання

## **ЕКОЛОГІЯ**

**Методичні рекомендації для виконання лабораторно-практичних робіт та вивчення дисципліни для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Молодший бакалавр» початкового рівня (короткий цикл) спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» денної форми навчання**

**Укладач:** Крамаренко Сергій Сергійович

Формат 60×84.1/16. Ум. друк. арк. 0,9

Тираж \_\_\_ прим. Зам № \_\_\_\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету.  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013