

В. П. Славов
А. Ф. Гойчук
А. П. Войцицький

ЕКОЛОГІЯ З ОСНОВАМИ ЕКОБЕЗПЕКИ

Рекомендовано Міністерством аграрної політики України як навчальний посібник для підготовки бакалаврів напрямів 030504 “Економіка підприємства”, 030507 “Маркетинг”, 030601 “Менеджмент”, 030509 “Облік і аудит”, 040202 “Механіка”, 050202 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” у вищих навчальних закладах 2–4 рівнів акредитації Міністерства аграрної політики України.

ЖИТОМИР
Вид-во ЖДУ ім. Франка
2008

УДК 504:03:65.012.7

ББК 28.081

С-47

*Гриф надано Міністерством аграрної політики України
(лист № 18– 128/288 від 24. 04. 2007)*

Рецензенти:

- **О. І. Фурдичко** – доктор економічних наук, професор, академік УААН, директор інституту агроекології УААН.
- **М. Т. Бакка** – д.т.н. професор, декан гірничо-екологічного факультету ЖДТУ;
- **А. І. Гузій** – д.с/х.н., професор ДВНЗ “Державний агроекологічний університет”;
- **В.М. Боголюбов** – кандидат технічних наук, доцент НАУ.

Славов В. П. , Гойчук А. Ф., Войцицький А. П.

С-47 Екологія з основами екобезпеки: навчальний посібник. /– Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Франка 2008. – 262 с.
ISBN 978-966-485-013-8

Мета навчального посібника – дати сучасне поглиблене уявлення про розвиток біосфери як цілісної системи під впливом природних та антропогенних впливів, екологічну безпеку, механізм нормування антропогенного навантаження на природне середовище та еколого-юридичні аспекти взаємодії суспільства і природи. Посібник в достатньому обсязі висвітлює питання і рекомендації типової програми навчальної дисципліни “Загальна екологія” затвердженої Департаментом кадрової політики аграрної освіти та науки Міністерства аграрної політики України 22 березня 2004 року.

Навчальний посібник рекомендовано для студентів вищих навчальних закладів 2–4 рівнів акредитації Міністерства аграрної політики України.

УДК 504:03:65.012.7

ББК28.081

ISBN978-966-485-013-8

© В. П. Славов, 2008,
© А. Ф. Гойчук, 2008,
© А. П. Войцицький,
2008.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	7
Екологічний Маніфест (за М. Ф. Реймерсом)	9
РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЇ	12
1.1. Основні поняття екології	12
1.2. Стисла історична довідка становлення екології як науки	14
1.3. Екологія – розгалужена система наук	16
1.3.1. Екологія та економіка	17
1.3.2. Екологія як віра та політика	19
1.3.3. Екологія – стратегія заходів з охорони природи	20
1.4. Основні екологічні закони та принципи	21
<i>Контрольні питання. Теми рефератів</i>	24
РОЗДІЛ 2. СТРУКТУРА ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА. ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ СЕРЕДОВИЩА	26
2.1. Середовище. Загальні поняття	26
2.2. Структура природного середовища	27
2.2.1. Біосфера	28
2.2.2. Географічна оболонка	31
2.2.3. Атмосфера	31
2.2.4. Гідросфера	33
2.2.5. Літосфера	34
2.2.6. Природні ресурси	35
2.3. Екологічні фактори. Загальні поняття	41
2.4. Ноосфера	45
2.4.1. Загальні поняття про ноосферу	45
2.4.2. Ноосферні принципи вирішення проблем гармонійного співіснування суспільства і природи	47
<i>Контрольні питання. Теми рефератів</i>	48
РОЗДІЛ 3. ЕКОЛОГІЯ ПОПУЛЯЦІЙ	49
3.1. Популяція. Структура популяцій	50
3.2. Взаємовідносини між популяціями	53
3.3. Коливання та регуляція чисельності популяції	54
3.4. Народонаселення планети Земля	56
<i>Контрольні питання. Теми рефератів</i>	59
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГІЯ УГРУПОВАНЬ	60
4.1. Біоценози. Структура біоценозу	60
4.1.1. Трофічна структура біоценозу	61
4.1.2. Просторова структура угруповання	62
4.1.3. Екологічна структура біоценозу	63
4.2. Біотичне угруповання. Класифікація елементів угруповання	63
4.3. Екологічна ніша	65
4.4. Динаміка біоценозу. Типи сукцесій	66

<i>Контрольні питання. Теми рефератів</i>	67
РОЗДІЛ 5. ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ПРО ЕКОСИСТЕМИ. ЕКОСИСТЕМИ СВІТУ	68
5.1. Біогеоценологія	68
5.2. Складові компоненти біогеоценозу	69
5.3. Використання речовини та енергії в екосистемах	70
5.4. Продукція автотрофних організмів	72
5.5. Загальні поняття про стійкість екосистем	73
5.6. Екосистеми світу	74
5.6.1. Тундри	74
5.6.2. Лісові екосистеми	76
5.6.3. Степи	80
5.6.4. Пустелі	81
5.6.5. Болота	84
5.6.6. Водні екосистеми	85
5.6.7. Льодовики та багаторічна мерзлота	88
<i>Контрольні питання. Теми рефератів</i>	89
РОЗДІЛ 6. АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	91
6.1. Екологічні проблеми сучасності	91
6.2. Екологічний стан України	93
6.3. Техногенні забруднення та забруднювачі природного середовища.	
Загальна характеристика	94
6.3.1. Класифікація забруднень та забруднювачів довкілля	94
6.3.2. Загальні характеристики найбільш поширених і небезпечних забруднювачів	96
6.4. Забруднення об'єктів довкілля. Джерела забруднення	98
6.4.1. Забруднення та екологічна безпека атмосферного повітря	98
6.4.1.1. Парниковий ефект	99
6.4.1.2. Кислотні опади	101
6.4.1.3. Руйнування озонового шару атмосфери	102
6.4.2. Забруднення води.	103
6.4.3. Забруднення ґрунтів. Деградація ґрунтів	105
6.5. Енергетичні забруднення довкілля. Джерела забруднення	108
6.5.1. Шумове забруднення довкілля	108
6.5.2. Вібраційне забруднення	112
6.5.3. Електромагнітне забруднення	113
6.5.3.1. Забруднення електромагнітними полями	113
6.5.3.2. Забруднення електромагнітним випромінюванням оптичного діапазону	116
6.5.4. Радіаційне забруднення	120
<i>Контрольні питання. Теми рефератів</i>	123
РОЗДІЛ 7. НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ ТА КАТАСТРОФИ	124

7.1. Надзвичайні ситуації природного походження	125
7.1.1. Землетруси	126
7.1.2. Виверження вулканів	128
7.1.3. Спустелювання та посуха	131
7.1.4. Цунамі	132
7.1.5. Повені	133
7.1.6. Урагани	134
7.2. Надзвичайні ситуації та катастрофи техногенного походження	136
7.2.1. Чорнобильська катастрофа	137
7.2.2. Аральська катастрофа	139
7.2.3. Надзвичайні ситуації, спричинені військовою діяльністю	140
<i>Контрольні питання. Теми рефератів</i>	146
РОЗДІЛ 8. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ПОКАЗНИКИ НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ	147
8.1. Основні положення нормування антропогенного навантаження на природне середовище	147
8.1.1. Санітарно-гігієнічне нормування	151
8.1.2. Екологічне нормування	153
8.1.3. Науково-технічне нормування	154
8.2. Оцінка стану повітряного середовища	155
8.3. Методи оцінки якості води	158
8.3.1. Метод інтегральної оцінки якості води	158
8.3.2. Метод сумарного ефекту оцінки якості води	159
8.4. Оцінка рівня хімічного забруднення ґрунтів населених пунктів	161
8.5. Класи небезпечності хімічних сполук	163
8.6. Екологічні проблеми відходів	163
8.7. Критерії якості та санітарно-гігієнічне нормування забрудненості продуктів харчування	164
8.8. Правові основи стандартизації та нормування в галузі охорони навколишнього природного середовища	169
<i>Контрольні питання. Практичні завдання</i>	175
РОЗДІЛ 9. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА	176
9.1. Екологічний ризик — передумови виникнення екологічної небезпеки	176
9.2. Основні поняття екологічної безпеки	180
9.3. Класифікація небезпек	181
9.4. Якісна характеристика небезпек	183
9.5. Діяльність та об'єкти, що становлять підвищену екологічну небезпеку	184
9.6. Критерії екологічної безпеки	186
9.7. Складові екологічної безпеки	189
9.8. Загрози національним інтересам і національній безпеці України в екологічній сфері	190
<i>Контрольні питання. Теми рефератів</i>	191
РОЗДІЛ 10. ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО	193

ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	
10.1. Заходи впливу на економічні інтереси об'єктів господарської діяльності	193
10.2. Екологічні збитки та їх визначення	195
10.3. Платежі за забруднення довкілля	197
10.4. Плата за природні ресурси	204
10.5. Оцінка економічної ефективності природоохоронних заходів	205
<i>Контрольні питання</i>	207
РОЗДІЛ 11. ЕКОЛОГІЧНА РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ	208
11.1. Загальні поняття про екологічну інформацію	208
11.2. Основні завдання екологічного моніторингу	211
11.3. Прогнозування стану довкілля. Методи прогнозування	213
11.4. Екологічна експертиза	221
11.5. Екологічний аудит	222
11.6. Екологічний менеджмент	223
11.7. Екологічний маркетинг	224
11.8. Екологічна паспортизація	225
11.9. Екологічне страхування	226
<i>Контрольні питання. Темі рефератів. Практичне завдання</i>	228
РОЗДІЛ 12 ЮРИДИЧНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ СУСПІЛЬСТВА І ПРИРОДИ	229
12.1. Екологічне право	229
12.2. Екологічне законодавство	230
12.3. Екологічна політика	232
12.4. Об'єкти і суб'єкти екологічного права	233
12.5. Законодавство про охорону навколишнього природного середовища	234
12.6. Роль громадськості в охороні довкілля	236
12.7. Відповідальність за екологічні правопорушення	237
<i>Контрольні питання. Темі рефератів. Практичне завдання</i>	238
СЛОВНИК ЕКОЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ	239
ЛІТЕРАТУРА	254
Додаток 1. Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць	256
Додаток 2. Значення ГДК хімічних речовин у ґрунті	257
Додаток 3. Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення.	258
Додаток 4. Загальна характеристика, структура та стислий зміст Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”	258
Додаток 5. Перелік найважливіших нормативно-правових актів екологічного законодавства України	260
Додаток 6. Право людини на отримання екологічної інформації	260

ПЕРЕДМОВА

Стає загально визнаним, що одним із найсуттєвіших проявів мудрості сучасної людини є її екологічна компетентність.

М.М. Кисельов, український філософ

Сьогодні кожному жителю планети Земля слід усвідомити те, що людина є частиною Великої Природи, і вижити людство зможе лише за умов, що кожний у будь-якому куточку Землі дбатиме про збереження та захист природи, піклуючись не тільки про власне життєзабезпечення, а й про майбутні покоління.

Користуючись усіма благами цивілізації, маємо пам'ятати слова римського мислителя Л. Сенеки, сказані ще в I сторіччі нашої ери: *“Жити щасливо й жити у злагоді з природою — одне й те саме.”*

У 1991 році Україна була визнана територією екологічного лиха. Зараз держава перебуває у глибокій екологічній кризі і не в змозі забезпечувати населенню повну екологічну безпеку. За таких умов особливого значення набувають екологічне виховання й освіта громадян. Нині кожному необхідно засвоїти певний обсяг екологічних знань, що дасть змогу правильно розуміти процеси та закономірності взаємовідносин людини і природи, пом'якшити відповідні удари природи по людству і навпаки.

Згідно з Законом України “Про охорону навколишнього природного середовища” (1991р.) в Україні запроваджено вивчення екології на всіх рівнях освіти та загальне екологічне виховання населення. Основи загальної екології викладають і при підготовці всіх фахівців у вищих навчальних закладах.

Вивчення основ екології у вищій школі при підготовці фахівців різних спеціальностей має на меті вивчення фунда-ментальних закономірностей у природі стосовно взаємозв'язків живих організмів з навколишнім природним середовищем та формування екологічного світогляду щодо живої природи. Першочерговими завданнями є подолання екологічних кризових явищ у біосфері Землі, запобігання глобальному забрудненню довкілля, раціональне природокористування та забезпечення екологічної безпеки. Ці завдання мають вирішуватися суспільством в усіх напрямках його діяльності. Тому крім вивчення фундаментальних закономірностей загальної екології потрібно вивчати й прикладні її аспекти, спрямовані на вирішення практичних завдань повсякденного життя суспільства.

Одним з основних завдань прикладної екології є створення таких методів і засобів формування та керування природними й природно-антропогенними екосистемами, які забезпечили б їх функціонування, не порушуючи динамічної рівноваги у природі та механізмів саморегуляції біосфери.

У зв'язку з цим виникає потреба розробки підручників, навчально-методичних посібників, методичних порад і рекомендацій при вивченні курсів “Екологія”, “Природокористування” та інших дисциплін гуманітарного циклу, використання яких у навчальному процесі сприятиме кращій засвоєності матеріалу та виконанню природоохоронних законів, прийнятих в Україні.

Значна увага приділяється питанням аутоекології, демекології, синекології, біогеоценології, проблемам антропогенного навантаження на довкілля. Не залишилися поза увагою питання економічного механізму нормування охорони навколишнього природного середовища, екологічної регламентації господарської діяльності та питання правового регулювання охорони довкілля.

Навчальний посібник містить 12 розділів. Кожний розділ завершується, запитаннями для самоконтролю та завданнями у формі рефератів. В окремих розділах використана інформація з навчального посібника Екологія: теоретичні основи і практикум. Авторів: А. Ф. Потіш, В. Г. Медвідь, О. Г. Гвоздецький, З. Я. Козак.

На думку авторів, дане видання дасть можливість студентам ширше і глибше опанувати знаннями при вивченні наступних дисциплін екологічного спрямування.

Автори висловлюють глибоку вдячність рецензентам навчального посібника О. І. Фурдичко – доктору економічних наук, професору, академіку УААН, директору інституту агроекології і біотехнології УААН, М. Т. Баккі – доктору технічних наук, професору, декану гірничо-екологічного факультету Житомирського Державного технологічного університету та А. І. Гузію – доктору сільськогосподарських наук, професору, завідувачу кафедрою лісівництва, лісових культур і таксації Державного вищого навчального закладу “Державний агроекологічний університет”.

ЕКОЛОГІЧНИЙ МАНІФЕСТ (за М. Ф. Реймерсом)

Люди, прозрійте! Праця зробила вас розумними. Земля дала їжу й притулок. Капітал збагатив. Наука повела в майбутнє. Та ви обманюєте себе. Ви йдете в майбуття мінним полем небезпечних відкриттів. Ви запаморочили собі голову псевдопрогресом, в якому не залишилося ні грані гуманізму. Вам підсовують бездумну технізацію під виглядом науково-технічної революції. Вас повідомляють про надлишок знання, коли ніхто не відає, що буде з планетою завтра, за годину, за хвилину...

Настає нова епоха. На порозі глобальна революція – мирна революція екології. Її ціль — виживання та добробут людини. Це революція гуманізму, шлях любові та щастя, здоров'я, миру й радощів для всієї планети.

Людині – людське, природі – природне. І все – для блага людей.

Розкривайте очі! І ви побачте очі коханих, милі личка дітей, мозолі батьків, світлі озера, стрічки річок, широчінь полів і далечінь водних просторів.

Прислухайтесь! І кризь ревіння моторів і транзисторів ви почуєте дзюркотіння струмків, шелест трави, неповторну дзвінкову тишу природи.

Це не “емоції”. Це – ресурси, умови життя та праці. Зрештою, це фундамент економічного процвітання й соціального благополуччя.

Загроза нависла над усім цим. Привид екологічної кризи став грізною дійсністю, важка хода якої відчутна в аномаліях клімату, спустелюванні планети, кислотних опадах.

Біосфера тяжко хвора. Її уразило втручання людини. Крім гострих, для всіх очевидних проблем, підкрадається хронічна хвороба – порушення екологічної рівноваги, викривлення біогеохімічних циклів. Знизити тиск на середовище життя можна лише зменшивши кількість населення Землі. “Плодіться й розмножуйтесь”, але обачно, аби не перетворити всіх своїх нащадків на смертників.

Бездумна техніка знищує природу, шматує біосферу, гнітить людство, отрує Землю.

Цей шлях скінчився. Смог, що душить людей, озонові діри над полюсами й чума XXI сторіччя – СНІД – достатні докази цього. В поведженні з планетою та із самою людиною потрібні глибокі знання й мудра обережність. Вони – символ екології.

Доба безоглядної експлуатації позаду: і людини людиною, і природи людиною. Природа вимагає відтворення. Особливого

підкування потребує людина. Економіка перестала бути єдиною суспільною метою. Не передчасно померти багатими, а жити, користуючись благами природи й цивілізації, – завдання людей.

Ми не термофоби. Безглуздо закликати до відмови від досягнень фізики та хімії, а також усіляких інших наук. Нам по дорозі з технічними нововведеннями. Але тільки з тими, що виникають не за рахунок людської біди й безпросвітності людського майбуття. Ми за науку й техніку здоров'я та життя, ми проти техніки й науки руйнування.

МИ ЗАЯВЛЯЄМО: люди мусять знати правду про стан свого вічного притулку. Його збереження – в їх інтересах.

В галузі екології:

- найменше відхилення має бути відоме всім;
- небезпечне небагатьом потребує пильної уваги;
- те, що завдає шкоди сотням, варте осуду;
- тому, що загрожує тисячам, треба покласти край;
- те, що бентежить мільйони, має бути знищене;
- загрозливе для світу й планети — поза законом;
- шкідливе для одного виду живого не може бути байдужим для інших і, насамперед, для людини;
- благо для одних не має ставати лихом для інших;
- будь-який тероризм безглуздий – з його допомогою не вирішити жодних проблем;
- не штовхни того, хто падає, не дай упасти нікому.

Ми “поліпшуємо” природу, забуваючи, що самі потре-буємо поліпшення. Ми витрачаємо мільярди, споруджуючи греблі на річках.

Куди більше коштів і сил ми витратили на створення бар’єрів між людьми. Греблі на річках позбавляють нас риби, проте дають хоч електрику та воду для поливу.

Бар’єри між людьми не дають нічого, крім людського лиха. Не природа вимагає подальшого перетворення – людство потребує нових підвалин життя.

Завжди щось відбувається за рахунок чогось. І потрібно міркувати й підраховувати, що одержуємо і що втрачаємо. Лічити й знову міркувати. Інакше нитка Аріадни обірветься й не доведе до щастя.

Твори! Але твори обережно й розумно, зважаючи на людину, на світ людей і світ природи. Про руйнування й так подбає час...

Попереду вогні благополуччя. Вони вічні. Шлях до них не легкий, боротьба тяжка. Світла мета виправдовує будь-які зусилля.

Об’єднаймося ж під знаком мудрості екологічного гуманізму!

Наше НІ:

- всіляким війнам;
- будь-яким битвам із Природою, хоча б під якими гаслами позитивних змін вони не приховувалися;
- безграмотному технократизму і волонтаризму в природокористуванні –*ні*;
- нерозумному економізму;
- технократичному гігантизму, який завжди пророкує початок кінця;
- усьому, що є кон'юктурним і не обіцяє реальних екологічних, соціальних та екологічних вигод на перспективу століть, і тільки в цій єдиній сукупності благ, а не інакше;
- будь-чому, що загрожує біосфері Землі, людству і кожній людині особисто.

Наше ТАК:

- миру та спокою;
- любові й пошани до Природи – фундаментові й умові людського життя;
- збереженню біосфери того типу, в якій виникла й розвинулася Людина розумна;
- максимальному збереженню видів живого, місць їхнього проживання, всій природоохоронній політиці;
- увазі до людини — до мене й до тебе, до нього й до кожного;
- ресурсозберігаючим, економним і маловідходним технологіям;
- замкнутим циклом виробництва;
- новим біологізованим шляхам розвитку сільського господарства;
- заводам без диму, фабрикам без стоків, автомобілям без шкідливих вихлопів;
- тиші, екологічній культурі;
- розуму й науці, обережності й мудрості.

ЗЕЛЕНЕ СВІТЛО ВСЬОМУ, ЩО ЗБЕРІГАЄ ЖИТТЯ !

РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ АСПЕКТИ ЕКОЛОГІЇ

У даному розділі розглядаються:

- 1.1. Основні поняття екології.
- 1.2. Стисла історична довідка становлення екології як науки.
- 1.3. Екологія – розгалужена система наук.
 - 1.3.1. Екологія та економіка.
 - 1.3.2. Екологія як віра та політика.
 - 1.3.3. Екологія – стратегія заходів з охорони природи.
- 1.4. Основні екологічні закони та принципи.

1.1. Основні поняття екології

Екологія – наука (галузь знань), що вивчає взаємодію організмів та їх угруповань із середовищем існування. Як самостійна наука вона сформувалася наприкінці XIX ст. Термін “екологія” запровадив німецький біолог Ернст Геккель у 1866 р. Під екологією він розумів науку про життя, зв’язки організмів з навколишнім середовищем, куди ми відносимо, в широкому розумінні, усі умови існування.

Як і будь-яка інша наука, екологія має науковий та прикладний аспекти.

Науковий аспект – це прагнення до пізнання заради самого пізнання, і щодо цього на перше місце постає пошук закономірностей розвитку природи та їх пояснення.

Прикладний аспект – це застосування зібраних знань для вирішення проблем, пов’язаних із навколишнім середовищем. Усезростаюче значення сучасної екології полягає в тому, що жодне з великих практичних питань сьогодення не може вирішуватися без урахування зв’язків між живими та неживими компонентами природи.

Основним завданням прикладної екології є пізнання законів і закономірностей взаємодії людського суспільства з біосферою з метою запобігання порушенню екологічної рівноваги внаслідок антропогенної дії на навколишнє природне середовище і, на основі цього, розробка заходів для забезпечення екологічної та техногенної безпеки біосфери (Всесвіту).

Екологічна безпека – це такий стан навколишнього природного середовища, за якого забезпечується збалансований вплив різних факторів (у разі техногенної безпеки – техногенних факторів), які не погіршують функціонування екосистем, здатності біосфери до

саморегулювання та не сприяють виникненню небезпеки для здоров'я людей.

Об'єктом дослідження є природні, природно-антропогенні екосистеми і макроекосистема, якою є біосфера (Всесвіт), тобто зміна її властивостей (рослинного й тваринного світу, ландшафту, клімату, геохімічних процесів та впливу на космічний простір) під впливом антропогенної діяльності. Для цього зазвичай вивчають техногенні забруднення трьох середовищ: атмосфери, гідросфери та літосфери — внаслідок антропогенної діяльності людства.

До галузей антропогенної діяльності належать промисловість, сільське господарство, військово-промисловий комплекс, житлово-комунальне господарство, транспорт, рекреаційний комплекс, наука і культура тощо. Так сформувалися окремі напрямки прикладної екології: екологія промислових екосистем, екологія сільськогосподарських екосистем, екологічні проблеми транспорту, житлово-комунального господарства, харчових виробництв, соціальна екологія тощо. Усі ці напрямки поєднує спільна мета, методи її досягнення та об'єкти дослідження (навколишнє природне середовище).

Метою прикладної екології є вивчення загальних закономірностей впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище (біосферу, Всесвіт), зокрема промисловості, сільського господарства, транспорту, комунального господарства тощо. Екологія промислових екосистем вивчає вплив усіх галузей промисловості на навколишнє природне середовище разом з рослинним і тваринним світом та забезпечення стійкої динамічної рівноваги у природі. Для цього потрібно запобігати значним забрудненням довкілля, які призводять до порушення цієї рівноваги. Таким чином, основним аспектом прикладної екології є забезпечення техногенної безпеки біосфери та раціональне використання природних ресурсів у процесі антропогенної діяльності, а також вплив її на життєдіяльність природних і штучних екосистем.

Отже, сучасна прикладна екологія охоплює два основних аспекти – охорону довкілля та раціональне природокористування – з метою забезпечення стабільного функціонування як окремих екосистем, так і біосфери загалом.

Тому, починаючи з 60-х років ХХ ст., спостерігається активний рух людської спільноти за захист довкілля від антропогенних забруднень, за підвищення рівня культури та свідомості у ставленні до природи, інтенсивними темпами розвиваються наукові дослідження в галузі екології.

1.2. Стисла історична довідка становлення екології як науки

Людина взаємодіє з природою з початку своєї появи на Землі. Біологічно ми вписані в навколишнє середовище, живемо і працюємо, в ньому, і кожна наша дія, велика чи мала, впливає на стан природи.

Екологія має давню передісторію. Накопичення відомостей про спосіб життя, залежність від зовнішніх умов та характер розподілу рослин і тварин започатковані в далекому минулому.

Ще в епоху Відродження особливого розвитку набули роботи перших систематиків А. Цезальпіна (1519–1603), Д. Рея (1627–1705), Ж. Турнефора (1656–1708) та інших про залежність рослин від умов проростання та обробітку, а також про місця їх поширення. У працях А. Реомюра про комах (1734), А. Трамбле про гідр та моховаток (1744) наведено багато екологічних відомостей.

У працях XVIII ст. С. П. Крашенинникова, І. І. Лепьохіна, П. С. Палласа та інших російських географів і натуралістів вивчалися впливи на взаємопов'язані зміни клімату, рослинного і тваринного світу. Вплив зовнішніх умов на будову організму тварин вивчав французький природо-дослідник Ж. Бюффон (1707–1788). Автор першого еволюційного вчення Жан-Батіст Ламарк (1744–1829) вважав найважливішою причиною пристосувальних змін організмів, еволюції тварин і рослин вплив “зовнішніх обставин”.

З появою на початку XIX ст. біогеографії екологічне мислення набуває подальшого розвитку. Цьому сприяють праці О. Гумбольдта з географії рослин (1807), Т. Фабера про особливості біології північних птахів (1826),

К. Бергмана про географічні закономірності у зміні розмірів тепловровних тварин (1848).

У 1859 р. Ч. Дарвін у книзі “Походження видів шляхом природного добору, або збереження обраних порід у боротьбі за життя” показав, що “боротьба за існування” у природі, під якою він розумів усі форми зв'язків виду з середовищем, призводить до природного добору, тобто є рушійним фактором еволюції.

У 1866 р. завдяки Е. Геккелю нова галузь знань, яка пов'язувала взаємовідносини живих істот та їх зв'язки з неорганічними компонентами середовища (“боротьба за існування”), отримала назву “екології”.

У другій половині XIX ст. змістом екології було в основному вивчення способу життя рослин і тварин та адаптації їх до кліматичних

умов. Ботанік Й. Вармінг у цій галузі обґрунтував поняття про життєву форму (1895).

А. М. Бекетов (1825–1902) виявив зв'язок особливостей аналітичної й морфологічної будови організмів з їх географічним поширенням.

У 1877 р. німецький гідробіолог К. Мебіус обґрунтував уявлення про біоценоз як закономірне поєднання організмів у певних умовах середовища. Праці російських учених С. І. Коржинського та Й. К. Пачоського сприяли відособленню вчення про рослинні угруповання в окрему галузь ботанічної екології. Визначальні положення вчення про ліс як цілісну природну систему розробили Г. Ф. Морозов і В. М. Сукачов.

На початку ХХ ст. сформувались екологічні напрямки гідробіологів, фітотенологів, ботаніків і зоологів, у кожному з яких розвивалися певні напрямки екологічної науки. На III Ботанічному конгресі у Брюсселі в 1910 р. екологія рослин розділилася на екологію особин (аутекологію) і екологію угруповань (синекоелогію). Згодом цей розподіл поширився також на екологію тварин, а отже, на загальну екологію. З'явилися перші екологічні зведення – екологія тварин Ч. Адамса (1913), угруповання наземних тварин В. Шелфорда (1913), гідробіологія С. О. Зернова (1913). В 1913–1920 рр. екологію почали викладати в університетах, були засновані екологічні журнали та організовані екологічні наукові товариства. В. В. Докучаєв (у першій половині ХХ ст. науково обґрунтував), що ґрунт, є результатом взаємодії гірських порід і живих організмів.

У США в 1864 р. з'явилася книга Джоржа П. Марша “Людина і природа”, де в перше розглядалося питання негативного впливу людини на природу і обґрунтувалася думка про необхідність “рівноваги в природі”.

Значний внесок у розвиток ідей загальної біоценології зробили праці радянських (В. М. Сукачова, Б. О. Келлера, В. В. Альохіна, Л. Г. Раменського, О. П. Шенникова) та іноземних вчених (Ф. Клементса у США, К. Раункієра в Данії, Г. Дю Ріє у Швеції, І. Браун-Бланке у Швейцарії).

Кашкаров Д. М. у 1938 р. опублікував перший у Радянсь-кому Союзі підручник з основ екології тварин. Над біоценологічними основами паразитології плідно працювали В. О. Догель, Є. М. Павловський і В. М. Беклемішев.

Вчення В. І. Вернадського про ноосферу стало без-заперечним свідченням нерозривності зв'язку людини з природним середовищем.

Перший науковий сектор екологічних досліджень в Україні створений у 1930 р. при Інституті зоології та ботаніки Харківського державного університету. В. В. Стачинський (1933) обґрунтував поняття біогеоценозу як функціональної єдності біоценозу та абіотичних факторів. У 1940–1980 рр. широке визнання наукової громадськості здобули екологічні дослідження І. Г. Підоплічка, Ф. А. Гриня, С. М. Стойка, П. С. Погребняка, Д. В. Воробйова, О. Л. Бельгардта, А. П. Травлеєва, присвячені раціональному природокористуванню, екології лісу та ландшафтів. Праці академіка М. Г. Холодного є вагомим внеском до розробки концепції про геохімічні цикли. На сучасному етапі досить широко відомі екологічні праці М. Н. Голубця, К. М. Ситника і Ю. Р. Шеляг-Сосонка, в яких розвинені концептуальні та методологічні основи сучасної екології. Аналізу філософських проблем у системі “людина – природне середовище” присвячені праці В. С. Крисаченка.

Значний внесок у розробку проблем прикладної екології зробили вчені з інститутів Національної академії наук України та Міністерства освіти і науки України, робота яких була спрямована на вивчення загальних закономірностей у природних, природно-антропогенних та антропогенних екосистемах, впливу антропогенної діяльності на навколишнє природне середовище та раціонального природокористування. Останнім часом виконано багато робіт, спрямованих на запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на навколишнє середовище.

1.3. Екологія – розгалужена система наук

У наш час *екологія* — це науково-методологічна основа системного екологічного управління захистом навколишнього природного середовища від впливів антропогенної діяльності. Об’єктами її вивчення є популяції організмів, види, угруповання, екосистеми, якість складових екосистем та біосфери в цілому.

Сучасну екологію слід чітко поділяти на *науково-теоретичну* та *практичну*.

Зв’язок екології з практикою надзвичайно тісний, оскільки важко знайти сферу діяльності людини, де б не було зв’язку з середовищем існування. За останні роки з’являється багато нових напрямків практичної екології (медична екологія, екологія космічного простору, військова екологія тощо). Цей процес триває до сьогодні, отже, як наслідок, мають відокремитися напрямки, які будуть

формувати новий підхід до вивчення закономірностей існування живого на нашій планеті.

Екологія за останні роки стала настільки популярною, що рідко які періодичні видання та засоби масової інформації не публікують “екологічні” матеріали.

У переважній більшості людей слово “екологія” асоціюється з природою або її охороною. Це вкрай неправильно, оскільки охорона природи тільки напрямок сучасної екології, яка використовує усі надбання екології як науки.

Екологія як наука на перший погляд *загальнодоступна*, кожен може дискутувати про екологічні проблеми. Разом з тим, часто відбувається обмеження функції біологічної науки екології тільки тваринними або рослинними організмами, що, безумовно, є великою помилкою.

Сьогодні показником культурного рівня людини мають бути екологічні знання про взаємозв’язки біосистем різного рівня організації з навколишнім середовищем.

Отже постає своєчасне **питання** екологічної освіти широких верств населення та підняття екологічної культури. Даний напрямок екології отримав великий поштовх у своєму розвитку після низки техногенних катастроф на планеті Земля.



1.3.1. Екологія та економіка

Слова “екологія” та “економіка” сьогодні можна почути завжди, коли йдеться про добробут і безпеку нашого життя. І це не випадковість. У сучасному розумінні (як наукові дисципліни) екологія і економіка — це молоді науки, але деякі з проблем, які вони сьогодні вирішують, цікавили людей з давніх-давен.

Сучасна екологія продовжує розвиватися і формує нові розділи, нові спеціальні курси: глобальна екологія, популяційна екологія, соціальна екологія, техноекологія, урбоекологія, екологія людини та ін., предмет і статус яких у системі наук визначені ще неповністю. В останні роки серед науковців набув поширення термін мегаекологія, який відображає глобальні загальнонаукові та філософські аспекти цієї синтетичної науки. У міжнародному громадському проекті “Мегаполіс”, який реалізується з ініціативи “Всесвітнього центру “WORLD SOS Centre-XXI”, працюють і українські вчені: академік В. І. Шинкарук, доктор філософських наук В. С. Крисаченко, та інші.

Що спільного між екологією та економікою? Окрім спільної основи (еко) обох слів не важко зрозуміти, що ці науки вивчають дві сторони формування глобального явища — ноосфери.

Наслідки екологічних досліджень залежності розвитку рослин і тварин від їхніх взаємовідносин і відносин із навколишнім середовищем давно використовуються у рослинництві й тваринництві (наприклад у селекції), а також сприяють підвищенню ефективності сільського господарства, що цілком відповідає завданням економічного розвитку суспільства. Нині вже всі, здавалося б, розуміють, що тільки екологічне виробництво може бути економічно ефективним і соціально виправданим.

Та все ж майже до сьогодні економічна діяльність суспільства користувалася лише деякими досягненнями екологічної науки, розвиваючись незалежно, а часто й антагоністично щодо неї. Причини такого явища наступні.

Ще на початку розвитку перших цивілізацій (утім, як і нині) розвиток економіки кожної з них визначав рівень забезпечення суспільства матеріальними благами та могутність держави.

Особливого значення економічна наука набула в період розвитку капіталістичної формації суспільства. Обізнаність у галузі економіки вважалася обов'язковою для елітарних кіл суспільства.

Саме Адам Сміт, класик капіталістичної ринкової економіки у книзі “Дослідження природи і причин добробуту народів” (1776 р.) обґрунтував чинники, які забезпечують процвітання суспільства.

За Адамом Смітом, необхідна кількість товару (простого продукту) і його ціна в суспільстві має визначатися стабільністю співвідношення членів рівняння:

$$\sum T_{OT} \cdot C_{OT} = \sum \Gamma \cdot n, \quad (1.1)$$

де T_{OT} — кількість одиниць товару (виробництво за рік);

C_{OT} — узагальнена ціна одиниці товару;

$\sum \Gamma$ — сума грошей, яка перебуває в обігу;

n — кратність обігу.

Зменшення кількості одиниць товару зумовить необхідність підвищення ціни його одиниці або вилучення з обігу надлишкових грошей, щоб зберегти рівність правої та лівої частин рівняння. І перше, і друге призведе до зниження добробуту людей. А яке відношення це має до екології? Ключовим фактором забезпечення добробуту суспільства (за А. Смітом) є збільшення виробництва товару за умов поліпшення його якості та зниження собівартості. Проте екологічний ефект, про який не знав А. Сміт, плутає всі карти.

Розглянемо складові лівої частини рівняння: кількість одиниць товару та його ціну. За класичною схемою товар як споживна вартість народжується у виробництві, а конкретніше — у технологічному процесі спрямування інтелектуальної та фізичної праці людини (носія праці) через засоби праці (енергію та інструмент) на предмет праці (природний ресурс або сировину).

Отже, чим більше виробляється продукції, а також чим вона новіша, чистіша та якісніша, тим більш ускладнюються ці проблеми. Це закономірна й незаперечна тенденція розвитку індустріального виробництва.

Неузгодженість інтересів економіки та екології впливає з того факту, що економічний ефект, а отже і доцільність певної еколого-економічної діяльності сучасної економіки, визначаються виключно у сфері ринку, а природні “товари та послуги” (повітря, ліси, степи, річки, озера, океани тощо), які забезпечують виробництво і самі мають споживчу вартість, не мають ціни, оскільки не належать до ринкових цінностей.

1.3.2. Екологія як віра та політика

Екологія як віра. Слід відверто зазначити, що в екологічних проблемах, які постають сьогодні, надто багато принципів, тез та висновків, які не можна вважати строго науковими. В багатьох випадках положення біоекології “на віру” переносять на соціальну екологію, часто за методи екологічного аналізу правлять “приспосовані” методи інших наук, а висновки екологічного змісту бувають протилежними. Висновки стосовно “мікросвіту” (біоценологія) поширюються на макросвіт (глобальна екологія), хоча відомо, що вони ґрунтуються на різних засадах.

Панує біоцентризм у розумінні проблем екології, а це означає, що екологія в широкому розумінні та геоекологія й соціальна екологія зокрема ще не стали науками і лишаються проблемою переважно ідеологічного, політичного та соціального характеру.

Найбільш віддані екологічній проблематиці представники “зеленого” руху часто є невігласами в науковій екології, не володіють навіть елементарними науковими поняттями.

Для більшості людей екологія є вірою, бо вона близька людині за духом, намаганнями й відкриває поле діяльності, де кожен вважає себе за значущу особину (як у релігіях — кожна людина має можливість спілкування з Богом).

Більшість тверджень, які обговорюються широкою громадою, – догмати екологічної віри, а здоровий глузд — засіб переконання, який часто суперечить науковим доказам.

Екологія як політика. Сучасна екологія — чи не наймогутніша політична доктрина. Широко відомі політичні успіхи такої міжнародної організації, як Грінпіс, також “зелених” партій і рухів у країнах колишнього СРСР, вдалі виступи на передвиборних зборах кандидатів у депутати чи на певні посади, у котрих була добре обґрунтована екологічна платформа.

Втім, часто в платформах зелених рухів і партій відчувається популізм, нерозуміння обмежувального характеру екології, що не сприяє прискореному розвитку господарства. Через це дедалі частішають випадки нехтування “зеленими” життєвих потреб економіки заради підтримання іміджу природоборців.

Такі явища стали звичними на початку кожного суспільного руху. Мине деякий час, ущухне ажіотаж, і соціальна екологія (як і геоекологія) набуде обрисів науки, послідовно розв’язуватиме власні наукові завдання й служитиме практиці поряд з іншими науками. Аби це відбулося, потрібно, щоб науково обґрунтоване формулювання проблем витіснило гасла “максималістів” та дух “алармізму”. Тоді екологія, напевно, зійде з рейок політики (адже ж немає партії кібернетиків або ж економістів), і зникне можливість привласнювати будь-кому звання “еколога” інакше, ніж через здобуття відповідної освіти.

Водночас не можна відкидати той факт, що саме екологічна політика підняла проблему, яка тепер непокоїть все людство. Без політики (навіть у гіршому розумінні) проблема не була б поміченою, хоч би як палко про неї не говорили науковці.

1.3.3. Екологія – стратегія заходів з охорони природи

Екологія стає важливою наукою, яка має давати відповіді на питання, які виникають перед людиною у її співжитті з навколишньою природою. Завдяки системному підходу (обов’язково включає в себе аналіз комплексу факторів навколишнього середовища) екологія стає єдиною безальтернативною теоретичною базою природокористування. Після 1992 р., коли в Ріо-де-Жанейро переважною більшістю країн світу було прийнято основні засади існування людства, до екології все частіше звергаються як до науки, яка вивчає комплекс взаємозв’язків між людиною та навколишнім природним середовищем. Практика показала, що ігнорування законів природи призводить до різних,

переважно негативних, наслідків. Достатньо згадати проблему кроликів в Австралії. В даному випадку було повністю проігноровано закони функціонування природних екосистем і, як наслідок, протягом десятиліть людина намагалася боротися зі звичайним кроликом, до боротьби з яким залучались навіть військові підрозділи. Наступним прикладом можуть служити намагання людини інтродукувати деякі види рослин і тварин. При цьому, ігноруючи прості екологічні закони. Разом з бажаним видом на нові території завозяться їх паразити (наприклад, колорадський жук) і, як наслідок, виникають проблеми боротьби з новими видами шкідників тощо. Як правило, наслідком ігнорування законів природи стає зникнення виду або навіть цілої екосистеми. Досить згадати віддалені острови Індонезії та Полінезії, де внаслідок геологічних епох сформувався свій тип екосистем, а після активного заселення супутніми та бажаними для людини видами, на цих територіях зникає аборигенна фауна та флора, коефіцієнт біологічного різноманіття різко падає і швидко знижується стійкість природних екосистем. На жаль, процес деградації природних екосистем охопив на сьогоднішній день всю Європу, Північну Америку, Південну Америку, Північну Африку, Індонезію, Південну Азію. Найбільш порушеними є Європа та Північна Америка. Отже, людство вимушено звертається до *екологів* з питанням: “як бути?”, оскільки наразі екологія – єдина природнича наука, яка здатна дати відповідь на це питання.

Слід відзначити, що вирішення цих питань далекі від ідеального. Поряд із вимогами до стану навколишнього середовища людина не в змозі відмовитися від благ цивілізації, навіть при повному розумінні шкідливості цих благ для самої себе. В даному контексті ідеальним є втілення концепції безперервного (сталого) еколого-економічного розвитку людського суспільства. Сама концепція безперервного розвитку передбачає системний аналіз комплексу параметрів, які б забезпечували існування людини в максимальній гармонії з навколишнім природним середовищем.

1.4. Основні екологічні закони та принципи

Одним з основних завдань екології є встановлення законів, принципів і правил функціонування та розвитку екосистем. Існує понад 50 екологічних законів, більшість із них має біоекологічний характер. Усі вони добре описані в сучасних екологічних довідниках, тому ми обмежимося розглядом лише тих, які характерні для системи “людина – природне середовище” (за М. Ф. Реймерсом, 1990).

Закон біогенної міграції атомів (В. І. Вернадського) — міграція хімічних елементів на земній поверхні та в біосфері в цілому здійснюється або за безпосередньою участю живої речовини (біогенна міграція), або ж у середовищі, геохімічні особливості якого (O_2 , CO_2 , H_2 та ін.) обумовлені живою речовиною — як тією, що в даний час існує в біосфері, так і тією, що діяла на Землі впродовж усієї геологічної історії.

Закон внутрішньої динамічної рівноваги – речовина, енергія, інформація і динамічні якості окремих природних систем та їх ієрархії взаємопов'язані настільки, що будь-яка зміна одного з цих показників викликає функціонально-структурні кількісні та якісні зміни, що зберігають загальну суму речовинно-енергетичних, інформаційних і динамічних властивостей системи, де ці зміни відбуваються, або змінює їх ієрархію.

Закон “Все або нічого” (Б. Хоуліча) – підпорогові подразнення не викликають нервового імпульсу (“нічого”) у збуджуваних тканинах, а порогові стимули або сума підпорогових створюють умови для формування максимальної відповіді (“все”). Закон може бути перенесений на природні екосистеми і корисний при екологічному прогнозуванні.

Закон максимуму біогенної енергії (Вернадського-Бауера) — будь-яка біологічна система або система за участю живого, знаходячись у стані “стійкої неврівноваженості”, тобто динамічної рухомої рівноваги з навколишнім середовищем, та еволюційно розвиваючись, посилює свій вплив на середовище.

Закон мінімуму (Ю. Лібіха) – витривалість організму визначається слабкою ланкою в ланцюгу його екологічних потреб, тобто життєві можливості лімітуються екологічними факторами, кількість і якість яких близькі до необхідного для організму чи екосистеми мінімуму; подальше їх зниження приводить до загибелі організму чи деструкції екосистеми.

Закон незалежності факторів (В.Р. Вільямса) — умови життя рівнозначні, але жоден з факторів життя не може бути замінений іншим.

Закон толерантності (В. Шелфорда) – відсутність або неможливість процвітання визначається нестачею (в якісному або кількісному розумінні) або, навпаки, надлишком будь-якого ряду факторів, рівень яких може виявитися близьким до меж, які переносяться даним організмом.

Закон збіднення різномірної живої речовини в острівних скупченнях (Г.Ф. Хільмі) — індивідуальна система, яка працює в

середовищі з рівнем організації, більш низьким, ніж рівень самої системи, приречена: постійно втрачаючи свою структуру, система через деякий час розчиниться в навколишньому середовищі.

Закон піраміди енергії (Р. Ліндемана) – з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший її рівень переходить в середньому не більше 10 % енергії. Даний закон дозволяє робити розрахунки необхідної земельної площі для забезпечення населення продовольством та ін.

Закон розвитку природної системи за рахунок навколишнього середовища – будь-яка природна система може розвиватися за рахунок матеріально-енергетичних та інформаційних можливостей середовища, яке її оточує. З цього закону випливає, що повністю безвідходне виробництво неможливе, розраховувати слід тільки на маловідходне.

Закон фізико-хімічної єдності живої речовини (В. І. Вернадського) – уся жива речовина Землі є фізико-хімічним єдиним.

З цього закону випливає наслідок: шкідливе для однієї частини живої речовини не може бути нешкідливим для іншої її частини, або шкідливе для одних істот є шкідливим і для інших.

Закон незамінності біосфери – біосферу не можна замінити штучним середовищем, як не можна створити нові види життя. Людина не може побудувати вічний двигун, у той час як біосфера і є практично “вічним двигуном”.

Закон шагреневої шкіри – лобальний вихідний природно-ресурсний потенціал в ході історичного розвитку безперервно виснажується. Це випливає з того, що ніяких принципово нових ресурсів, які могли б з’явитися в наш час, немає. Людина користується всім тим, що вже є у природі.

Закон відносної незалежності адаптації – висока адаптивність до одного з екологічних факторів не дає такого ж ступеня пристосованості до інших умов життя (навпаки, вона може обмежувати ці можливості внаслідок фізіолого-морфологічних особливостей організмів). Цей закон необхідно враховувати при антропогенних змінах середовища існування живих організмів.

Правило Дарлінгтона – зменшення площі острова в десять разів скорочує кількість видів, що живуть на ньому, вдвічі.

Правило 10 % – середньомаксимальний перехід з одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший складає 10 % (від 7 до 17 %) енергії (або речовини в енергетичному вираженні) і, як правило, не призводить до несприятливих для екосистеми наслідків.

використання цього закону дозволяє визначити можливий і безпечний обсяг промислу тварин.

Правило обов'язковості заповнення екологічних ніш — пустуюча екологічна ніша завжди буває природно заповнена. Це правило необхідно враховувати при акліматизації, знищенні шкідливих видів організмів, повному викорененні деяких небезпечних хвороб і т.д.

Правило більш високих шансів вимирання глибоко-спеціалізованих форм (О. Марша) – швидше вимирають більш спеціалізовані форми, генетичні резерви яких для подальшої адаптації знижені. Значну роль у вимирінні таких форм може відіграти антропогенний фактор.

Правило біологічного посилення – при переході на більш високий рівень екологічної піраміди накопичення речовин, у тому числі токсичних і радіоактивних, збільшується приблизно в такій же пропорції.

Правило оптимальної компонентної додатковості – жодна екосистема не може самостійно існувати при штучно створеному надлишку або нестачі одного з екологічних компонентів. *правило соціально-екологічного заміщення* – потреби людини в деяких життєвих благах можуть бути до певної міри і на деякий короткий період заміщені більш повним задоволенням інших, функціонально близьких потреб. Це правило є прямим логічним наслідком закону мінімуму Ю. Лібіха.

Принцип катастрофічного поштовху – глобальна природна або природно-антропогенна катастрофа завжди призводить до істотних еволюційних змін, які порівняно прогресивні для природи, але не обов'язково корисні для виду чи іншої систематичної категорії, у тому числі для господарства і життя людини.

Принцип Ле-Шатель'є-Брауна – при зовнішньому впливі, який виводить систему зі стану стійкої рівноваги, ця рівновага зміщується в тому напрямі, при якому ефект зовнішнього впливу послаблюється. Цей принцип у рамках біосфери порушується людиною.

Контрольні питання

1. Дайте визначення терміну екологія за Е. Геккелем.
2. Сформулюйте основні завдання прикладної екології.
3. Коротко охарактеризуйте історичний нарис розвитку екології.
4. В чому полягає суть екології як розгалуженої системи наук?

5. В чому полягає зв'язок екології з економікою?
6. Який зв'язок екології з охороною природи?
7. У чому полягає суть екології як віри?
8. Екологія як політика.
9. Екологія – стратегія заходів з охорони природи.
10. Закон максимуму біогенної енергії (Вернадського-Бауера).
11. Закон відносної незалежності адаптації.
12. Правило соціально-екологічного заміщення.
13. Принцип катастрофічного поштовху.
14. Принцип Ле-Шатель'є - Брауна.
15. Закон внутрішньої динамічної рівноваги.
16. В чому полягає суть закону толерантності?
17. Які закони сформулював американський вчений Баррі Коммонер?

Теми рефератів

1. Становлення екології як науки.
2. Екологія як теоретична основа заходів з охорони природи.
3. Історичний нарис розвитку екології.
4. Основні екологічні закони та принципи.