

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних(семінарських)
занять з дисципліни “Екологія”
для студентів денної форми навчання
за спеціальностями: 073“Менеджмент”,
074“Публічне управління та адміністрування”
та 122 “Комп’ютерні науки”
Рівень вищої освіти - бакалавр

Одеса - 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних(семінарських)
занять з дисципліни “Екологія”
для студентів денної форми навчання
за спеціальностями: 073“Менеджмент”,
074“Публічне управління та адміністрування”
та 122 “Комп’ютерні науки”
Рівень вищої освіти - бакалавр

Затверджено
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
протокол № від 2018 р.

Одеса - 2018

Методичні вказівки до практичних (семінарських) занять з дисципліни “Екологія” для студентів денної форми навчання за спеціальностями 073 “Менеджмент”, 074 “Публічне управління та адміністрування” та 122 “Комп’ютерні науки”. Рівень вищої освіти-бакалавр./Нагаєва С.П., к.геогр.н., доцент – Одеса: ОДЕКУ, 2018. – 32с.

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень.....	5
Вступ.....	6
1 Основні структурні підрозділи екології. Глобальні екологічні проблеми сучасності.....	8
2 Сучасні уявлення про біосферу. Ноосфера	10
3 Жива речовина та її роль в біосферних процесах	11
4 Екосистеми і їх характеристика.....	13
5 Кругообіг речовин і трансформація енергії в екосистемах.....	15
6 Особливості забруднення навколишнього природного середовища.....	16
7 Антропогенне забруднення атмосферного повітря та його негативні наслідки.....	20
8 Антропогенне забруднення природних вод та його негативні наслідки.....	23
9 Антропогенне забруднення ґрунтового покриву та його негативні наслідки.....	25
10 Природні ресурси. Основні закони екології і природокористування.....	27
Перелік тем доповідей до семінарських занять.....	31
Література	32

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БС- біосфера
НПС - навколишнє природне середовище
ЕС- екосистема
ПС - природна система
ЖР - жива речовина
ЗР- забруднююча речовина
ПК - природокористування
БІК - біологічний кругообіг атомів
ХОП - хлорорганічні пестициди
ФОГТ - фосфорорганічні пестициди
ГДК - гранично допустима концентрація
ГДВ - гранично допустимий викид
ХФВ - хлорфторвуглеці
ГДС - гранично допустимий скид
СПАР - синтетичні поверхнево-активні речовини
ПВ - підземна вода
НРБ - норми радіаційної безпеки
ПР - природні ресурси
СР - сталий розвиток

ВСТУП

Дисципліна “Екологія” викладається при підготовці бакалаврів за спеціальністю 073 «Менеджмент» «Публічне управління та адміністрування» на 2-ому курсі навчання та за спеціальністю 122«Комп’ютерні науки» на 1-ому курсі навчання.

Метою вивчення курсу є: знань та навичок з основних екологічних законів, взаємодії живої речовини з навколишнім середовищем, еволюції взаємовідносин людини й довкілля, особливостей біосфери, кругообігу речовин та енергії в біосфері, природних та штучних екосистем, основних джерел і типів антропогенного забруднення навколишнього середовища та шляхів збереження компонентів довкілля, екологічних аспектів використання природних ресурсів.

Задачами навчального курсу слід визначити такі:

1. Знати основні принципи взаємовідношень між організмами, популяціями і угрупованнями та навколишнім середовищем.

2. Сформувати розуміння дії екологічних законів, правил принципів на всіх ієрархічних рівнях.

3. Знати механізм дії різних забруднювачів на існування живих організмів, а також негативні наслідки антропогенного впливу на екологічний стан атмосферного повітря, природних вод, ґрунтового покриву і біоценози.

4. На базі екологічних знань уміти знаходити вірні рішення щодо оптимального співіснування людини і природи – оптимального природокористування.

5. Виховати у майбутнього фахівця на базі екологічних основ природокористування здібності і уміння, бути провідником екологічно безпечної життєдіяльності.

Після освоєння цієї дисципліни студенти повинні *знати*: основні екологічні поняття, розрізняти генетичні типи екосистем та мати уявлення про процеси взаємодії між їх складачами, про фактори забруднення природних середовищ та причини порушення їх істотно історичної рівноваги, про принципи класифікації природних ресурсів. Студенти повинні оволодіти основними принципами, підходами та шляхами рішення екологічних проблем, вміти використовувати знання при рішенні питань оптимального використання та охорони природних ресурсів і умов.

Студенти повинні *вміти*: виконувати нескладні екологічні узагальнення і розрахунки, застосувати базові екологічні знання при виконанні еколого-економічних досліджень, розробці заходів по оптимізації природокористування, розумітися на нормативній документації.

Головною формою організації вивчення дисципліни “Екологія” є лекції та практичні(семінарські) заняття та самостійна робота над програмою курсу.

Програма проведення семінарських занять передбачає усне опитування за темами лекційного курсу та підготовку студентами доповідей.

Мета методичних вказівок – допомога студентам у самостійній підготовці до практичних (семінарських) занять з дисципліни “Екологія”.

В методичних вказівках за темами лекційного курсу розкрито основний базовий матеріал, який студентам необхідно знати при вивченні дисципліни “Екологія” . Також методичні вказівки можуть бути використані при підготовці до модульних контрольних робіт.

1 ОСНОВНІ СТРУКТУРНІ ПІДРОЗДЛИ ЕКОЛОГІЇ. ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОСТІ

Термін “екологія” ввів німецький біолог-еволюціоніст Е Геккель в 1866 році, який розумів під екологією суму знань про взаємовідношення тварини з навколишнім середовищем, перед усім - живими організмами, з якими вони контактують.

В наш час екологію розуміють як науку про закони взаємодії органічних угруповань один з одним і навколишнім їх абіотичним середовищем. Істотний антропогенний вплив на біосферу на усіх рівнях ще більш підвищив роль екології як одного з найважливіших наукових напрямів і не дивно, що екологію нерідко визначають як науку, що досліджує закономірності функціонування організмів в їх природному середовищі мешкання з урахуванням змін, що вносяться в середовище діяльністю людини.

Екологія - наука, що вивчає структуру і функціонування біологічних систем надорганізмального рівня в умовах антропогенного впливу.

У наш час екологія перетворилася на комплекс фундаментальних і прикладних дисциплін, головним завданням яких стало збереження життя і цивілізації на планеті, на систему наук про Землю та її оточення, в центрі уваги залишаються живі організми та людина.

Екологію за розмірами об'єктів вивчення ділять на *аутоекологію* (організм і його середовище), *популяційну екологію* або *демекоекологію* (популяція і її середовище), *сінекологію* (біотичне співтовариство і його середовище), *географічну* або *ландшафтну екологію* (великі геосистеми, географічні процеси з участю живої речовини і її середовища) та *глобальну екологію* (мегаекологія, вчення про біосферу Землі). По відношенню до предметів вивчення екологію поділяють на *екологію мікроорганізмів, грибів, рослин, тварин, людини, сільськогосподарську, промислову (інженерну), загальну екологію* (як теоретично узагальнюючу дисципліну). За середовищами і компонентами розрізняють *екологію суші, водоймищ, морську, Крайньої Півночі, високогір, хімічну (геохімічну, біогеохімічну)* і т.д. За підходами до предмету виділяють *аналітичну і динамічну екологію*. З точки зору на фактор часу розглядають *історичну і еволюційну екологію*. У системі екології людини виділяють *соціальну екологію* (взаємовідношення соціальних груп суспільства з їх середовищем життя), на відмінну від екології індивіда і екології людських популяцій за функціонально-просторовим рівнем рівну сінекології, але маючи ту особливість, що співтовариства людей в зв'язку з їх середовищем мають домінуючу соціальної організації. Формується сучасна екологія- неоекологія.

Природокористування (ПК) – наука про сукупність впливів людства на географічну оболонку Землі, що розглядається в комплексі, досліджує загальні принципи раціонального використання природних ресурсів людством.

Методологічною основою екології як науки про екосистеми (ЕС) є *системний підхід*. Система — це впорядковано взаємодіючі і взаємопов'язані компоненти, що утворюють єдине ціле. ЕС - складні ієрархічні структури, в яких при об'єднанні компонентів в більші функціональні одиниці виникають

нові якості, що відсутні на попередньому рівні (*емерджентні властивості*). Виходячи з принципу емерджентності для вивчення цілого не обов'язково знати всі його компоненти. Такий метод вивчення системи (система уявляється "чорним ящиком") називають *холістичним*. Крім того, часто застосовують і *редукційний метод*, тобто аналіз частини цілого. Ідеальне вивчення *тричленної ієрархії*: системи, підсистеми і надсистеми. При вивченні ЕС використовують польові спостереження, експерименти в полі і лабораторних умовах, методи моделювання, методи екстраполяції та прогнозування.

До основних глобальних екологічних проблеми сучасності відносяться (Н.Ф. Реймерс, 1994): 1) зміна клімату (геофізики) Землі на основі посилення теплого ефекту викидів метану і інших газових домішок, аерозолів, легких радіоактивних газів, зміни концентрації озону в тропосфері та стратосфері; 2) засмічування (контамінація) і інше забруднення найближчого космічного простору; 3) загальне ослаблення стратосферного озону, утворення великої "озонової діри" над Антарктидою, малих "дір" над іншими регіонами планети; 4) забруднення атмосфери з утворенням кислотних осадків, сильно токсичних і згубно діючих речовин внаслідок повторних хімічних реакцій, в тому числі фотохімічних (в цьому одна з основних причин руйнування озонного шару, на який впливають фреони, водяні пари, оксиди азоту, малі газові домішки); 5) забруднення Світового океану, поховання в ньому (дампінг) отруйних і радіоактивних речовин, насичення його CO₂ з атмосфери, надходження в нього антропогенних нафтопродуктів, інших забруднюючих речовин; 6) виснаження і забруднення поверхневих вод суші, континентальних водоймищ, підземних вод; порушення балансу між поверхневими і підземними водами; 7) радіоактивне забруднення локальних дільниць і деяких регіонів, особливо в зв'язку з поточною експлуатацією атомних пристроїв, чорнобильською аварією і випробуванням ядерної зброї; 8) зміна геохімії окремих регіонів планети; 9) порушення глобальної екологічної рівноваги, співвідношення екологічних компонентів, в т.ч. зсув екологічного балансу між Світовим океаном, його прибережними водами та поверхневим і підземним стоком; 10) утворення техногенних пустель в нових регіонах планети, розширення вже існуючих пустель; 11) скорочення площі тропічних дощових лісів і тайги, ведуче до дисбалансу кисню і посилення процесу зникнення видів тварин і рослин; 12) абсолютне перенаселення Землі і демографічний вибух в окремих регіонах;

Запитання для самоконтролю

1. Що таке сучасна екологія природокористування?
2. Назвіть основні структурні підрозділи сучасної екології?
3. Що складає методологічну основу екології?
4. Які основні глобальні екологічні проблеми сучасності?

2 СУЧАСНІ УЯВЛЕННЯ ПРО БІОСФЕРУ. НООСФЕРА

Біосфера (БС) – оболонка Землі, в якій існує життя. Об'єм біосфери становить близько 0,4% об'єму планети.

В.І.Вернадський розглядав біосферу не як просту сукупність живих організмів, а як єдину термодинамічну систему (оболонку, простір), в якій відбувається постійна взаємодія усього живого з неорганічними умовами навколишнього середовища. До складу біосфери входять частини геосфер, умови яких придатні для існування живих організмів: нижні шари атмосфери (близько 22 км), Всесвітній океан (до 11030км), поверхню суші з біогенними ландшафтами і частину земної кори, в якій на глибинах в сотні й тисячі метрів у підземних водах існують мікроорганізми. Склад і будова БС зумовлені сучасною і минулою життєдіяльністю всієї сукупності живих організмів (живої речовини). Як зазначає Ф. Рамад (1981), "біосферу можна зобразити як частину планети, яка включає сукупність живих істот і у якій можливе постійне життя". Для характеристик БС основоположними є: всюди завжди є вода в рідкому стані; в БС постійно проникає сонячна радіація, яка являє собою єдине джерело енергії.

Основними типами речовин БС по В.І.Вернадському є: жива (рослини, тварини, мікроорганізми, гриби), біогенна (продукт життєдіяльності організмів), нежива (гірські породи абіогенного походження), біокосна (продукт взаємодії живої речовини і неживої матерії), радіоактивна (радіонукліди та продукти їх розпаду), космічна речовина (космічний пил та метеорити).

За різними джерелами вік БС коливається від 4,25 до 3,5-3 млрд. років. До появи організмів і кисню у атмосфері Землі, вона була схожа на інші планети Сонячної системи.

Критичні для історії БС рівні вмісту кисню називаються "*точками Пастера*": 1) досягнення O_2 в атмосфері 1% від сучасного вмісту, коли стало можливе анаеробне життя (архей, 3,5 млрд. років тому); 2) точка формування озоносфери - досягнення кількості O_2 в атмосфері 10% від сучасного (архей - кембрій, 3 - 2,6 млрд. років тому). Видимо, доцільно говорити і про третю точку, відповідну вмісту O_2 близько 20% від сучасного, коли стало можливе життя на суші (девон, 0,41 млрд. років тому).

Внаслідок еволюції БС, перетворення її внаслідок антропогенної діяльності БС трансформується в ноосферу. Термін "ноосфера" введений в науку в 1927 р. французькими вченими Е.Леруа. Згідно вчення В.І.Вернадського: "Ноосфера є нове геологічне явище на нашій планеті. У ній вперше людина стає найбільшою геологічною силою. Вона може й повинна перебудовувати своєю працею і думкою область свого життя, перебудовувати докорінним чином у порівнянні з тим, що було раніше". В.І.Вернадський показав, що ноосфера є неминучим і закономірним етапом природно-

історичного розвитку БС, по досягненні якого оточуюче людину природне середовище буде раціонально перетворене колективним розумом і працею людства для максимального задоволення його зростаючих матеріальних та духовних потреб, тобто розумного (оптимального) регулювання взаємовідносин природи і людини, виправлення негативних антропогенних впливів.

Однією з істотних відмін БС і ноосфери є прискорений розвиток процесів міграції хімічних елементів під впливом факторів техногенезу в останній час.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке біосфера ?
2. Які основні типи речовин у складі біосфери ?
3. Що таке "точки Пастера" ?
4. Які основні уявлення про ноосферу ?

3 ЖИВА РЕЧОВИНА ТА ЇЇ РОЛЬ В БІОСФЕРНИХ ПРОЦЕСАХ

Жива речовина (ЖР) перетворює енергію сонячних променів в потенційну, а потім – в кінетичну енергію біохімічних процесів.

За В.І.Вернадським жива речовина - сукупність і біомаса живих організмів в БС або сукупність організмів усієї БС, або будь-якої її частини, які виражаються у одиницях маси, енергії та інформації .Основна маса ЖВ зосереджена на межі літосфери і гідросфери та у верхній частині гідросфери.

До компонентів ЖВ належать : продуценти (фітомаса наземна, фітопланктон), консументи (зоомаса суші, зоопланктон, зообентос, нектон), редуценти.

Елементний склад ЖР відрізняється великою різноманітністю, але із великого числа (стабільних - 92) хімічних елементів домінують (% від ваги): О - 70%, С - 18%, Н - 10,5%, Са - 0,5%, К - 0,3%, Р - 0,07%, S - 0,05%, Mg - 0,04%, Si, Na, Cl - по 0,02%, Fe - 0,01%. На долю О, С та Н припадає 98,5%. Перелічені елементи відносяться до макроелементів. Крім того, до складу живої речовини входять ще мікроелементи - Си, Mn, Zn, V, Мо, Со та ін. і ультрамікроелементи - U, Os і ін. Серед хімічних сполук на перше місце в складі живої речовини займає вода. Кількість хімічних сполук, що складаються із типових біогенних елементів (О, С, Н, N, S, P) надзвичайно велика, але серед них можна виділити основні класи органічних сполук: вуглеводи, білки, ліпіди, нуклеїнові кислоти.

Кожний вид фіто- і зооценозу має свій хімічний склад. Це такий же видовий показник, як морфологія або біогеографічна зональність. Здатність

виборчої акумуляції деяких рослин і тварин до виборної акумуляції великої кількості елементів із оточуючих природних середовищ (грунтів, підгрунтів, вод, інколи повітря) дозволяє розглядати їх як *біогеохімічні індикатори*. Міграція хімічних елементів в біосфері відбувається при безпосередній участі живої речовини (біогенна міграція) або при її непрямій участі (закон Вернадського).

Геохімічні процеси прямо або непрямю контролюють функціонування живої речовини. Весь хід розвитку БС говорить про те, що організми, особливо мікроорганізми, разом з абіотичним середовищем утворюють складну систему регулювання, підтримуючи на Землі умови, сприятливі для життя, а на певній стадії розвитку БС організми почали і продовжують контролювати склад атмосфери. Розповсюдження біологічного контролю на глобальний рівень стало основою *гіпотези Геї* (Дж. Лавлок, Л. Маргуліс, 1973-1979 рр.). Згідно гіпотези Геї, внаслідок взаємодії між біологічними і геохімічними процесами підтримується постійна кількість O_2 (21%) в атмосфері. Гіпотеза Геї вказує на важливість вивчення і збереження регулюючих механізмів, які дозволяють біосфері пристосуватися до деякої кількості не зосереджених у одній точці забруднень, наприклад, оксидами вуглеводу, оксидами азоту.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке "жива речовина" ?
2. Що таке біомаса?
3. Який елементний склад живої речовини ?
4. Що таке біогеохімічні індикатори ?
5. У чому полягає гіпотеза глобального біологічного контролю ?

4 ЕКОСИСТЕМИ І ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Екосистема (ЕС) – це угруповання різних видів рослин, тварин, грибів, мікроорганізмів, що взаємодіє між собою і з навколишнім природним середовищем. Може зберігатися тривалий час завдяки обміну речовин, енергії та інформації, тобто це “просторова обмежена взаємодія організмів і навколишнього їх абіотичного середовища”. Межа може бути фізико-хімічною (межа озера, острова або всієї БС) або пов'язаною з кругообігом речовин, інтенсивність якого всередині ЕС вище ніж між нею і зовнішнім світом.

Біогеоценоз – природна ділянка земної поверхні з певним складом живих і неживих компонентів та динамічною взаємодією між ними. Екосистема більш ширше поняття.

ЕС має такі основні характеристики: 1) видовий склад; 2) чисельність біоти; 3) біомаса (звично у вигляді сухої маси всіх організмів на певний період часу спостереження в г/ м², г/м³ тощо); 4) відповідність окремих трофічних (харчових) зв'язків; 5) інтенсивність генерації і деструкції органічної речовини (інтенсивність біотичного кругообігу речовин).

До числа основних компонентів ЕС входять: Н₂О, СО₂, О₂, різні органічні речовини і різні види живих організмів. Крім того, ЕС повинна мати енергетичне забезпечення. Відносно існуючого кругообігу речовин ЕС може бути в тій або іншій мірі автономна. Потік енергії в ЕС повинною бути крізним, що є показником цілісності ЕС. Найважливіша здатність ЕС - нагромаджувати ресурси і позбуватися відходів, що є показником нормального функціонування.

Біотична структура ЕС містить сукупність живих організмів, які заведено поділити на автотрофи й гетеротрофи. *Автотрофи* (тобто ті, які самі себе годують) - зелені рослини, які з вуглекислого газу і води утворюють органічну речовину, використовуючи для процесу фотосинтезу сонячну енергію і виділяючи кисень. Угруповання автотрофів - це *продуценти* ЕС. *Гетеротрофи* - організми, яким для живлення необхідні органічні речовини. Обмін речовин в них більш складний, ніж у автотрофів. Серед них розрізняють *консументи* (травоїдні і м'ясоїдні тварини) та *деструктори* або *редуценти* (бактерії і гриби). Для деструкторів характерний більш прискорений обмін речовин, ніж у консументів, тому вони несуть відповідальність за мінералізацію органічних відходів, кінцеві продукти якої знову беруть участь в кругообігу і використовуються автотрофами. З екологічної точки зору автотрофи і гетеротрофи складають функціональні механізми природи, які характеризуються різними типами живлення та власними джерелами енергії.

Трофічний рівень – це сукупність організмів, які дістають перетворену на їжу енергію Сонця і хімічних реакцій через однакову кількість посередників трофічного ланцюга. Звично в ЕС не більше ніж 3-4 трофічних рівні (продуценти - первинні консументи - вторинні консументи - редуценти), оскільки біомаса на подальшому трофічному рівні на 90-99% менше, ніж на попередньому.

Всі ЕС існують довгочасно, інколи сотні років, причому чисельність одних популяцій збільшується, чисельність інших зменшується, але система знаходиться в рівновазі. Цей стан рухливо-стабільної рівноваги ЕС називається *гомеостазом*. Область сталості ЕС називається *гомеостатичним плато*, яка міститься між верхньою межею позитивного зворотного зв'язку та нижньою межею негативного зворотного зв'язку. ЕС може функціонувати тільки в межах тієї області порушення зворотних зв'язків, коли елементи ЕС іще можуть компенсувати відхилення, визначені позитивним зв'язком (наприклад, при введенні забруднення у водну ЕС вона самоочищається). У межах дії зворотних зв'язків ЕС за рахунок компенсаторних регуляторів зберігає сталість, причому в умовах антропогенних навантажень для сталого функціонування екосистеми людина повинна сама відігравати роль компенсуючого регулятора (наприклад, озеленюючи поверхню Землі замість вирубаних лісів, очищуючи воду, повітря тощо).

Сукцесія - послідовна безповоротна зміна екосистеми, виникаючих на одній і тій же території внаслідок витіснення одних видів іншими під впливом природних або антропогенних факторів. Розрізняють первинну і вторинну сукцесію. *Первинна сукцесія* починається на раніше незаселених ділянках, не порушених процесами генерації ґрунтів і починається з їх колонізації (поява лишайника на скелях і подальше руйнування гірської породи, заростання ставків і перетворення їх на болото, вулканічна лава). Наприклад, після відступу льодовика відбувається наступна послідовна зміна рослин: мохи - осоки - чагарникові - вільхи і ялини. *Вторинна сукцесія*- відновлення існуючої екосистеми, відбувається на місці біоценозів, що сформувалися, після їх порушення (лісові пожежі, вирубки лісу, засуха, ерозії і інш.). Наприклад, на місці покинутих сільськогосподарських угідь (бавовник, кукурудза) відмічаються такі стадії: бур'ян - злаки - сосни з домішкою листяних порід.

Розрізняють наступні класифікації ЕС 1) за генетичними ознаками (природні, штучні і напівштучні); 2) за розмірами (мікро-, мезо-, макро-, глобальні); 3) за типом енергетичного забезпечення (субсидовані енергією сонця, несубсидовані, полу субсидовані). Так, Ю.Одум [4] пропонує біомну класифікацію екосистем: 1) наземні біоми (тундра, хвойний ліс, степ помірної зони, савана, пустеля, вічнозелений тропічний ліс); 2) прісноводні екосистеми (озера, ставки, річки, болота і ін.); 3) морські екосистеми (відкритий океан, води континентального шельфу, естуарії).

Запитання для самоконтролю

1. Що таке екосистема і біогеоценоз ?
2. Які основні характеристики та компоненти екосистем ?
3. Що таке автотрофи і гетеротрофи ?
4. Що таке трофічні рівні, навести приклад ?
5. Які показники гомеостазу ?
6. Що таке первинна і вторинна сукцесія?
7. Які принципи класифікації екосистем ?

5 КРУГООБІГ РЕЧОВИН І ТРАНСФОРМАЦІЯ ЕНЕРГІЇ В ЕКОСИСТЕМАХ

Біогеохімічний кругообіг – обмін хімічними елементами між біотичною (живою) речовиною і абіотичним (неорганічним) середовищем . Розрізняють такі основні типи біогеохімічних кругообігів: 1) кругообіг води (О, Н та інші водорозчинні елементи); 2) кругообіг елементів переважно в газовій фазі (С, О, N); 3) кругообіг елементів переважно в осадочній фазі (Р, S та інші біогенні елементи). Перший тип включає рух складної природної речовини - води; в інших рух здійснюють прості речовини, які знаходяться у різних хімічних

видах під впливом біологічного і геологічного факторів. З 1944 року людина почала вводити до біогеохімічного круговороту радіоактивні елементи.

Кругообіг води : вода випаровується з водної поверхні під дією сонячної енергії, вологе повітря підіймається, конденсується водяна пара і завдяки охолодження повітря випадає на земну поверхню у вигляді опадів.

Кругообіг С, О відбувається внаслідок процесу фотосинтезу, природних (виверження вулканів, водорозчинний кисень) та антропогенних (викиди підприємств, транспорту тощо) джерел.

Кругообіг Р, S відносно простий і неповний, має осадочну природу і відбувається у ґрунтах та водах.

Постійна взаємодія абіотичних і біотичних компонентів ЕС супроводжується безперервним кругообігом речовин між біотопом і біоценозом у вигляді чергування то органічних, то мінеральних сполук. Існування у кожному угрупованні продуцентів, консументів та деструкторів, метаболізм (обмін речовин) яких взаємопов'язаний, обумовлює повторний кругообіг основних елементів, необхідних живій речовині. У кожній ЕС кругообіг речовини відбувається внаслідок взаємодії автотрофів і гетеротрофів. С, Н, О, N, S, P та ще біля 30 простих речовин, необхідних для створення живої речовини, безперервно перетворюються в органічні речовини або поглинаються у вигляді неорганічних компонентів автотрофами, а останні використовуються гетеротрофами (спочатку - консументами, потім - деструкторами). Таким чином, біогенні елементи безперервно циркулюють: розчинюючись у континентальних водах (поверхневих), виносяться у моря або надходять до атмосфери, а поміж цими середовищами відбувається постійний газообмін. У зв'язку з цим звично говорять про біологічний кругообіг атомів (БК). Утворення живої речовини та розкладання органічної речовини - дві сторони єдиного процесу - БК. У ході БК атоми поглинаються живою речовиною і заряджаються енергією, потім залишають живу речовину, віддаючи накопичену енергію у довкілля. Внаслідок кругообігу БС не повертається до початкового стану: для БС характерний поступовий рух, тому для БК більш слушним символом є не коло, а циклоїда.

Для опису поведінки енергії у ЕС підходить поняття "*потік енергії*", оскільки на відміну від біогеохімічних круговоротів перетворення енергії йдуть у одному напрямку. Лише 10% енергії, яку отримують рослини, трансформується на біомасу. Рослини фіксують лише 1% сонячного випромінювання, що надходить та виробляють при фотосинтезі свій матеріал, тобто коефіцієнт корисної дії (ККД) фотосинтезу дуже низький (1 -1,6%). Більш високий ККД у культурних рослинах (до 3-5% і більше). При такій незначній витраті сонячної енергії на трансформацію у біопродукцію (1%) виникає питання, на що витрачається решта 99% . Зміна енергетики природної ЕС у межах 1% виводить її із рівноважного стану {*правило одного відсотка*}. Такі глобальні процеси як фотосинтез, звично, мають сумарну енергію, яка не перевищує 1% від енергії сонячного випромінювання, що падає на поверхню нашої планети. Антропогенні зміна зверх допустимої межі здатні викликати негативні наслідки у природних ЕС. Згідно із *правилом 10%* з одного на більш

високий трофічний рівень (продуценти - первинні консументи - вторинні консументи -) переходить близько 10% енергії.

Співвідношення поміж продуцентами, консументами (першого, другого порядків) та редуцентами в екосистемі, яке відбите у їх масі і зображене у вигляді графічної моделі, називається *пірамідою біомас*. Якщо трофічні зв'язки зобразити з урахуванням співвідношень у кількості особів або видів, то кажуть про *піраміду чисел* (піраміда чисел Елтона), якщо з урахуванням кількості енергії, акумульованої одиницею поверхні за одиницю часу та використану організмами на кожному трофічному рівні, то - про *піраміду енергії*. Такі моделі називаються *екологічними пірамідами*.

Оскільки спільним знаменником і початковою рушійною силою усіх екосистем, як природних, так і антропогенних, є потік енергії, то за джерелом, рівнем та якістю енергії Ю. Одум (1986) виділяє 4 типи ЕС: 1) несубсидовані природні, які отримують енергію Сонця; 2) екосистеми, які одержують енергію від Сонця, але з природною енергетичною субсидією; 3) субсидовані людиною, які отримують енергію від Сонця; 4) промислово-міські ЕС, які отримують енергію палива.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке "біогеохімічний кругообіг" ?
2. Які основні типи "біогеохімічних кругообігів" ?
3. Що таке біологічний кругообіг атомів (БК) ?
4. Що таке "потік енергії" ?
5. Сформулюйте правила 1% і 10%.
6. Які основні типи екологічних пірамід ?
7. Які принципи енергетичної класифікації екосистем ?

6 ОСОБЛИВОСТІ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

Під *забрудненням* в екології розуміють несприятливу зміну навколишнього природного середовища (НПС), яке цілком або частково є результатом антропогенної діяльності, прямо або побічно змінює розподілення енергії, що надходить, рівні радіації, фізико-хімічні властивості середовища і погіршує умови існування живих організмів. Ці змінення можуть впливати на людину безпосередньо або через воду, продукти харчування.

За *умовами утворення* всі забруднюючі речовини (ЗР) поділяються на домішки природного і антропогенного генезису. Домішки природного походження надходять до біосферних середовищ в результаті вулканічної діяльності, фізико-хімічного вивітрювання ґрунтів і ґрунтопідстилаючих порід,

згоряння метеоритів, розкладу рослин та тварин і т.д. Антропогенні домішки утворюються в результаті спалення горючих корисних копалин, промислових та побутових відходів, під час ядерних вибухів, різних аварій і т.д.

За *об'єктом* забруднення НПС поділяються на: забруднення атмосфери (атмосферного повітря), забруднення гідросфери (природних вод); забруднення літобіосфери (гірських порід і ґрунтів); забруднення всієї БС.

За *тривалістю* впливи розрізняють: тимчасові (в тому числі епізодичні); постійні.

За *масштабом впливу* забруднення можуть бути: локальні, регіональні, глобальні.

За *фізичним станом* ЗР розподіляються на газоподібні, тверді та рідкі. Наприклад, на долю газоподібних, що надходять до атмосфери, припадає 90%, а на долю пилу, важких металів, мінеральних і органічних сполучень, радіоактивних речовин, тобто твердих домішок - близько 10%. Кількість рідких домішок (наприклад, різних кислот) дуже мала у порівнянні з газоподібними та твердими домішками. У складі останніх завжди присутня вода, вміст якої тим більше, чим вище відносна вологість повітря. При взаємодії біосферних середовищ відбувається і перерозподіл ЗР.

Існує декілька класифікацій типів забруднень і шкідливих впливів на біосферні середовища. Як приклад можна навести класифікацію Ф.Рамада (1981): 1) фізичні забруднення (радіоактивні елементи, випромінювання; нагрів або теплове забруднення; шуми і низькочастотна вібрація, інфразвук; 2) хімічні забруднення (газоподібні і рідкі похідні вуглецю; миючі засоби; пластмаси; пестициди та інші синтетичні органічні речовини; похідні сірки; похідні азоту; важкі метали; фтористі сполуки; тверді домішки; органічні речовини, підвладні бродінню); 3) біологічні забруднення (мікробіологічне отруєння дихальних і живильних шляхів - бактерії, віруси; змінення біоценозів у гідросфері та у ґрунтах через невміле впровадження рослинних або тваринних видів); 4) естетична шкода (порушення пейзажів і визначних місць грубою урбанізацією або малопривабливими будівлями; будівництво індустріальних центрів у незайманих або мало порушених людиною біотопах).

Фізичне забруднення. Фізичне забруднення пов'язане зі зміною фізичних, температурно-енергетичних, хвильових і радіаційних параметрів навколишнього середовища.

Температурні зміни позначаються на погіршенні режиму земної поверхні і водних об'єктів, на посиленні хімічного і біологічного забруднення. Основні джерела – ТЕЦ, ТЕС та інші.

Шум і вібрація відносяться до енергетичних або фізичних видів забруднення навколишнього середовища. До джерел шуму можна віднести засоби міського, залізничного і авіаційного транспорту, промислові підприємства, будівельні майданчики, місця проведення ремонтних робіт тощо. Граничною межею шуму є величина 80 децибел (дБ), норма гучності вночі - 10 - 20 дБ, вдень - 30-40 дБ. Шум зумовлює нервові виснаження, психічні розлади, підвищення кров'яного тиску і підвищення вмісту холестерину в крові тощо.

Електромагнітне забруднення виникає внаслідок зміни електромагнітних властивостей середовища. Головними джерелами електромагнітного забруднення є радіо-, телевізійні і радіолокаційні станції, високовольтні лінії електропередач, електротранспорт, засоби радіозв'язку різного призначення, деякі промислові установки і т.д.). Вони призводять до геофізичних аномалій і змін у біосистемах. Рівень електромагнітних випромінювань у таких зонах (діапазон радіочастот об'єктів може змінюватися від 50-100 Гц до 300 ГГц) часто перевищує допустимі гігієнічні норми й дуже шкодить здоров'ю людей, що мешкають поруч.

Особливості радіоактивного забруднення. Однією із найактуальніших проблем сучасної екології є вплив радіації на людину і оточуюче її середовище.

Основну частину радіації населення нашої планети отримує від природних джерел. Зовнішнього випромінювання (із космосу, із земної кори) людина не в змозі запобігти, але коли радіонукліди проникають в організм з повітрям, водою та їжею, то вони перетворюються на внутрішнє випромінювання.

Людиною створено декілька сотень штучних радіонуклідів, вона навчилася використовувати енергію атома у медицині, для виробництва енергії, ядерної зброї, пошуків корисних копалин і т.д., що привело до збільшення дози опромінення як окремих людей, так населення в цілому. Основний внесок в дозу, яку отримує людина від техногенних джерел радіації, вносять медичні процедури і методи лікування, пов'язані із застосуванням радіоактивності (променева терапія і т.д.).

За останні 40 років жителі нашої планети підпадали під опромінення радіоактивними опадами, пов'язаними з випробуванням ядерної зброї в атмосфері.

За нормальної роботи АЕС викиди радіоактивних речовин у довкілля незначні. На всіх етапах ядерного паливного циклу (видобуток і збагачення уранової руди - ядерне паливо - АЕС -повторна обробка задля вилучення урану та плутонію - поховання радіоактивних відходів) відбувається надходження радіоактивних речовин у довкілля

За даними експертів ООН середні річні еквівалентні дози опромінення від природних і техногенних джерел такі: природні - 2 мЗв; джерела, що використовуються в медицині - 0,4 мЗв, радіоактивні опади - 0,02 мЗв, атомна енергетика - 0,001 мЗв.

Вплив радіоактивних випромінювань на живі тканини організму залежить від проникаючої і іонізуючої здатності випромінювання. Організм людини пристосований до певних доз іонізуючого випромінювання, оскільки протягом життя зазнає опромінення космічними і радіоактивними випромінюваннями. Але ці дози обмежені і відхилення від них небезпечні для життя живого організму. Опромінення призводить до руйнування кісткової тканини, зниження кількості білих кров'яних тілець, погіршення зору, викликає шкіряні захворювання, безплідність, канцерогенні захворювання. Радіоактивне випромінювання проникає крізь живі тканини без помітних слідів і руйнує молекули в складі кліток.

Малі дози отрут корисні - суть *гормезису*, атомна радіація в малих дозах теж корисна - суть "*радіаційного гормезису*". Більш того, вона необхідна в малих дозах. Нижча межа шкоди - природний радіаційний фон - постійний потік радіації, в якій існує все живе, починаючи від вірусів і кінчаючи людиною.

Хімічне забруднення. Хімічне забруднення - це збільшення кількості хімічних компонентів певного середовища, а також надходження в середовище хімічних речовин, не властивих йому або в концентраціях, що перевищують норму. Особливу небезпеку представляють близько 200 речовин, серед яких можна відмітити: бензол, азбест, бенз(а)пірен, пестициди (ДДТ, елдрин, ліндан і інш.), важкі метали, різноманітні барвники і харчові добавки.

При характеристиці хімічного забруднення навколишнього середовища вживаються такі поняття, як полютанти, ксенобіотики, екотоксиканти та інш. *Полютанти* - речовини, що забруднюють середовище життя, тобто забруднювачі. *Ксенобіотики* - сторонні для живих організмів шкідливі сполуки (пестициди, препарати побутової хімії і інш.), які попадають в значних концентраціях в природне середовище і призводять до загибелі організмів, а також порушують нормальний хід природних процесів в ЕС. Близьким по значенню є поняття *екотоксиканти* - шкідливі хімічні речовини, що забруднюють НПС і отруюють живі організми, які знаходяться в середовищі.

ЗР можуть представляти канцерогенну, мутагенну і тератогенну небезпеку. *Канцерогенні* ЗР сприяють виникненню і розвитку злоякісних новоутворень, *мутагенні* ЗР викликають різкі спадкові зміни, *тератогенні* ЗР призводять до пошкодження зародків і біологічних агентів з виникненням аномалій і вад розвитку.

Біологічне забруднення. Під біологічним забрудненням розуміється: привнесення в середовище нових, не властивих йому раніше, біонтів; надмірне збільшення чисельності (біомаси) біонтів, що перевищують норму в природних умовах, в тому числі внаслідок набуття ними нових властивостей. Основними факторами, що спричиняють біологічне забруднення є: 1) перенесення людиною живих організмів (*інтродукція*) навмисно (в Нову Зеландію було перевезено 200 видів ссавців і птахів, більше 600 видів рослин) або випадково (колорадський жук, кліщ і т.д.); є приклади успішного заняття вільних екологічних ніш, але є приклади, коли адвентивні види (інтродуценти) витісняли інші види (в Чорному морі молюск рапана витіснив устриць, а гребневик став поїдати зоопланктон, тобто підривати кормову базу риби); 2) антропогенна зміна середовища мешкання, яка сприяє непомірному розмноженню окремих видів біонтів або набуттю ними нових властивостей (наприклад, синантропних тваринних - тарганів, клопів, пацюків і інш., причетних до сфери діяльності людини); 3) відходи виробництва (підприємств біосинтезу, тваринницьких комплексів) і життєдіяльності людей (звалища побутових відходів і т.д.).

Запитання для самоконтролю

1. Що таке забруднення навколишнього природного середовища ?
2. Які показники класифікації забруднень НПС ?
3. Що таке фізичне забруднення довкілля?
4. У чому полягає небезпека теплового та шумового впливу ?
5. Які особливості електромагнітного забруднення довкілля ?
6. Які особливості радіоактивного забруднення довкілля ?
7. У чому суть "радіаційного гормезису"?
8. Що таке хімічне забруднення довкілля?
9. Яку небезпеку представляють ЗР ?
10. Що таке біологічне забруднення НПС?

7 АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ЙОГО НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ

Атмосфера - найбільш динамічна оболонка Землі; вона легко піддається впливу антропогенних факторів. Середній склад атмосферного повітря можна подати таким чином: N_2 -78,1%, O_2 - 20,9 %, Ar - 0.95%, CO_2 - 0.032 %, інші компоненти (H_2 , Ne , He , CH_4 та ін.) знаходяться у вигляді домішок.

Природними джерелами забруднення атмосфери є гази, пил і різні продукти фіто-, зоо- та мікробіоценозів.

Головними джерелами антропогенного забруднення атмосфери є: 1) теплові електростанції (ТЕС) і теплоелектроцентралі (ТЕЦ); 2) транспорт (переважно автотранспорт); 3) чорна і кольорова металургія; 4) машинобудування; 5) хімічне виробництво; 6) видобуток і переробка мінеральної сировини; 7) відкриті джерела (видобутки, сільськогосподарська рілля, будівництво).

Всі ЗР атмосфери у тому чи іншому ступеню справляють негативний вплив на здоров'я людини. Вони надходять до організму людини у основному через органи дихання. ЗР атмосфери негативно впливають на все фіто - і зооценози. Так, деякі хімічні компоненти, проникаючи в рослинні тканини, порушують обмін речовин, структуру листя і пагонів. Найбільш небезпечні для рослин сірчистий ангідрид, фторутримуючі сполучення і смоги всіх типів. Рослини по-різному сприйнятливі до забруднення повітря (найбільш сприйнятливі - жито, пшениця, ячмінь, яблуна, береза, груша, сосна; більш стійкі - вишня, бузок, дуб тощо.).

Гранично допустима концентрація (ГДК) - максимальна концентрація шкідливої речовини в атмосферному повітрі, віднесена до певного часу осереднення, яка при періодичному впливі або протягом всього життя людини

не впливає і не вплине шкідливим чином (включаючи віддалені наслідки) на людину і на навколишнє середовище загалом. Санітарно-гігієнічні нормативи забезпечують такий рівень забруднення, який не виводить концентрації певних пріоритетних антропогенних ЗР за допустимий діапазон, що свого роду стандартом. Він являє собою величини ГДК, тимчасово допустимих концентрацій (ТДК), ЛК (летальних концентрацій) порогових концентрацій (ПХ), орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБУВ) та інш. У цей час визначені ГДК або ОБУВ в атмосферному повітрі більше як 700 токсичних речовин.

Присутність в атмосфері газів, пари, твердих частинок і рідких речовин природного і антропогенного генезису, що змінюють фізико-хімічні властивості і склад, пригнічуючи діють на біосистеми є показником забруднення атмосфери.

Основними негативними наслідками антропогенного впливу на атмосферне повітря є: смоги різних типів, кислотні опади, руйнування озонового шару, глобальне розігрівання нижніх шарів атмосфери, погіршення умов мешкання аеробних живих організмів тобто.

Смоги. Основними компонентами фотохімічного смогу є O_3 , а додатковими CO , NO_x , HNO_3 , ПАН і інші. Смог лондонського типу - поєднання газоподібних ЗР, пиловатих часток і крапель туману. Концентрація O_3 при цьому може досягати в 5 раз вище норми. Смог аляскинського типу формується при поєднанні шкідливих газів, пилу і замерзлих крапель туману.

Кислотні опади. Утворення кислотних опадів пов'язане в основному з техногенними викидами в атмосферу SO_2 і NO_x , але основне значення має надходження SO_2 . Оксиди сірки і азоту поступово реагують з парами води і утворюють кислоти. Величина рН залежить як від кількості кислот, так і води, в якій вони розчинені (зливові опади звичайно менш кислі). Кислотні опади вимивають біогени з ґрунтів, приводять до деградації лісів, погіршують якість природних вод, негативно позначаються на умовах мешкання гідробіонтів. Негативний вплив кисневих опадів відбивається на ґрунтово-рослинному покриві, поверхневих та підземних водах. Вони руйнують і на інженерні споруди.

Деградація озонового шару. Озоноактивні складові атмосфери каталізують розпад O_3 . Деякі руйнівники озонового екрана присутні в більш високих концентраціях: N_2O , CH_4 , CO . Найбільшу небезпеку представляють викиди хлорфторвуглеців (ХФВ), які використовуються як холодоагенти, розчинники, препарати гасіння, для розпилення лаків і барвників в аерозольних упаковках. Досягши озоносфери, ХФВ під дією ультрафіолетового випромінювання руйнуються; відривається атом хлору, а радикали, що залишилися, легко окислюються. Атом хлору і молекула ClO є каталізаторами, а руйнуються атоми кисню і молекули O_3 . Зменшення озонового шару на 50% (озонова діра) збільшує руйнівну функцію ультрафіолетової радіації у 10 раз.

Парниковий ефект. Концентрації природних та антропогенних парникових газів (CO_2 , CO , N_2O , NO_x , CH_4 , C_3H_8 , фреони) впливають на клімат. Частка газоподібних ЗР в парниковому ефекті оцінюється таким чином: CO_2 - 61%, CH_4 - 23%, ХФВ - 12%, NO_x - 4%. Основні джерела та поглиначі парникових газів: відбутток, транспортування та спалювання палива; промислові

неенергетичні процеси; сільське господарство та рільництво; лісове господарство та землекористування; тверді побутові відходи, побутові та промислові стоки. Забруднення атмосфери парниковими газами призводить до негативних наслідків в планетарному масштабі. За останні 100 років зміст CO₂ глобально збільшився на 14-16% (0,3% в рік) і за існуючих темпів емісії за 20 років може збільшитися на 50%. У останні роки відбувається глобальне підвищення температури атмосфери у зв'язку із постійним зростанням вмісту CO₂.

Боротьба із викидами у атмосферу буде залежати: 1) від підвищення ефективності виробництва, передачі, розподілу й споживання енергії, а також від створення екологічно безпечних енергосистем; 2) від ефективності створення транспорту, що мінімально забруднює навколишнє середовище, а також від розташування екологічно виправданої мережі доріг; 3) використання у промисловості екологічно прийнятних матеріалів і ресурсів, заміни хлорфторвуглеців та інших руйнуючих озонний шар речовин більш безпечними, істотного зниження відходів, а також встановлення устаткування, контролюючого забруднення середовища.

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть основні природні компоненти атмосферного повітря.
2. Назвіть антропогенні джерела забруднення атмосфери.
3. Що таке ГДК речовини в атмосфері ?
4. Які основні негативні наслідки антропогенного забруднення атмосфери ?
5. Дайте характеристику смогів, схему їх утворення.
6. Які основні причини парникового ефекту ?
- 7 Як утворюються кислотні опади ?
8. Які основні чинники деградації озонного шару ?
- 9 Що таке "озонова діра" ?
10. Які є шляхи поліпшення повітряного середовища ?

8 АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД ТА ЙОГО НЕГАТИВНІ ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ

Природні води Землі представлені водами річок, озер, водосховищ, боліт, льодовиків, підземних горизонтів, морів і океанів.

ЗР у водні об'єкти надходять такими шляхами: із стічними водами населених пунктів, міст, промислових і сільськогосподарських підприємств; з дощами і талими водами в результаті змиву з поверхні ґрунту побутового бруду, нафтопродуктів, добрив, отрутохімікатів та інших речовин; від водного транспорту і споруд на берегах; безпосередньо з атмосферними опадами, в яких містяться розчинені забруднення від викидів в атмосферу.

Розрізняють 3 види забруднення поверхневих вод суші: бактеріальне, хімічне і фізичне. *Бактеріальне (біологічне) забруднення* створюється мікроорганізмами (в тому числі хвороботворними), а також органічними речовинами, здібними до бродіння. *Хімічне забруднення* створюється надходженням різних токсичних речовин у поверхові води; основними джерелами яких є доменне і сталеливарне виробництва, підприємства кольорової металургії, гірничодобувна, хімічна, нафтопереробна промисловість, а також екстенсивне сільське господарство. Крім прямих скидів стічних вод необхідно враховувати також можливість забруднення поверхових вод під час взаємодії з іншими природними середовищами (атмосферою, педосферою та літосферою). *Фізичне забруднення* поверхневих вод створюється скидом у них тепла і радіоактивних речовин. Теплове забруднення пов'язане, головним чином, з тим, що вода, яка використовується задля охолоджень ТЕС та АЕС, і відповідно біля 1/3 і 1/2 електроенергії, що виробляються скидається у ту ж водойму. Внесок у теплове забруднення докладають також і деякі промислові підприємства.

За походженням стічні води поділяються на декілька груп: 1) господарсько-побутові; 2) промислові; 3) поверхневий стік підприємств і населених пунктів; 4) сільськогосподарські; 5) рудничні і шахтні води. Кожна група має свій специфічний склад, в якому переважає певна асоціація ЗР. Стічні води значно збагачені біогенними елементами, які сприяють евтрофуванню водойм.

Вміст ЗР у воді регламентується санітарними нормами, ГДК, гранично – допустимим скидом (ГДС) та інш .

Гранично допустимий скид - обсяг ЗР у стічних водах, максимально допустимий до відведення в установленому режимі у певному пункті водного об'єкта за одиницю часу з метою забезпечення норм якості води у контрольному пункті. ГДС розраховується по найбільшим середньогодинним витратам стічних вод (м^3) фактичного періоду їх спуску. Концентрація речовин приймається мг/л або мг/м^3 , а величина ГДС розраховують в грамах на годину (г/год).

Сукупність гідродинамічних, біологічних, хімічних і фізичних процесів, які призводять до зниження концентрації ЗР у воді, називається *самоочищенням*. У багатьох водоймах та водотоках цей процес стає усе більш утрудненим з-за великої кількості шкідливих речовин, що надходять і які поділяються на: 1) мінеральні (пісок, глина, шлаки, зола, розчини і емульсії солей, кислот, лугів, радіоактивні сполучення); 2) органічні (речовини рослинного і тваринного походження, а також смоли, феноли, спирти, барвники, альдегіди, сірко- та киснеутримуючі сполучення і т.д.); 3) біологічні (хвороботворні бактерії, віруси, збудники інфекцій).

Причинами забруднення підземних вод (ПВ) можуть бути скид людиною речовин в ПВ, складування різних відходів на земній поверхні, в різних накопичувачах рідких відходів, експлуатація водоносних горизонтів тощо. Чималий техногенний вплив на ПВ має місце при пошуках, розвідці, експлуатації, транспортуванні і переробці багато яких корисних копалин. ЗР

проникають у водоносні горизонти й викликають такі види забруднень: хімічне, бактеріальне (мікробне), теплове і радіоактивне. Серед хімічного забруднення ПВ найбільш поширеними є нафтове, хлоридне, нітратне, забруднення важкими металами. Бактеріальне забруднення характеризується підвищеним вмістом санітарно-показових мікроорганізмів. Теплове забруднення приводить до погіршення органолептичних і фізико-хімічних показників ПВ.

Забруднення морських вод. Світовий океан безвідмовним приймачем різних відходів. Близько 70% забруднення морських вод пов'язане наземними джерелами. Забруднення виникає також в результаті судноплавства, скиду відходів у море. До основних джерел забруднення морських вод можна віднести: скид промислових і господарських вод безпосередньо у морі або річковим стоком; надходження з суші різних речовин, що застосовуються в сільському і лісовому господарствах; навмисне поховання в морі ЗР; втрати різних речовин у процесі суднових операцій; аварійні викиди з суден або підводних трубопроводів; розробка корисних копалин на морському дні; перенесення ЗР крізь атмосферу. Забруднення і отруєння морських вод відбувається при затоплюванні (дампінгу) ємностей з отруйними речовинами, побутовими та промисловими відходами.

Нафта і НП – найбільш розповсюджені ЗР. Найбільшу шкоду морським екосистемам наносять морські перевезення, аварійні розливи нафти та НП, внаслідок чого порушуються обмін енергією, теплом, вологою і газами між океаном і атмосферою, а також погіршуються фізико-хімічні та гідробіологічні умови.

Стічні води значно збагачені біогенними елементами сприяють евтрофуванню водойм.

Евтрофування (евтрофікація) – підвищення біологічної продуктивності водних об'єктів внаслідок накопичення у воді біогенів (N, P, C) під дією природних та антропогенних факторів. В результаті бурного розвитку рослинності та її відмирання погіршуються органолептичні та фізико-хімічні властивості і води, спостерігається дефіцит кисню.

Для захисту природних вод від забруднення необхідно нормування якості води, скорочення об'ємів скидів ЗР шляхом удосконалення технології очистки стічних вод.

Запитання для самоконтролю

1. Як розрізняють джерела та види забруднення поверхневих вод суші ?
2. Які води відносять до стічних, їх класифікація?
3. Що таке гранично допустимий скид (ГДС) ?
4. У чому суть процесу самоочищення водних об'єктів ?
5. Які основні причини та види антропогенного забруднення підземних вод
6. Які основні причини та види антропогенного забруднення морських вод
7. Які основні негативні наслідки забруднення природних вод ?
8. Що таке евтрофування водойм ?

9 АНТРОПОГЕННЕ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ТА ЙОГО НЕГАТИВНІ НАСЛІДКИ

Литобіосфера – частина БС, яка займає верхні шари земної кори з живими організмами і шарами біогенних осадових порід.

Ґрунт – це самостійне природне тіло, яке утворилося з поверхневих шарів гірських порід під сукупним впливом рельєфу місцевості, клімату, тварин, рослин, мікроорганізмів, діяльності людини за часом. Ґрунти разом із організмами утворюють складні ЕС, які виконують в БС найважливіші функції: безперервно поточні процеси біогенного накопичення, трансформації і перерозподілу сонячної енергії, яка надходить на земну поверхню; підтримку планетарного круговороту біогенних елементів.

Постійне зниження площі і об'єму литобіосфери відбувається під впливом природних і антропогенних факторів. До перших відносяться: природна ерозія; природні шкідники, хвороби і бур'яни; ріст народонаселення. Основними антропогенними факторами забруднення і вилучення землі є: технічне перетворення (підземне будівництво, видобуток корисних копалин); штучна ерозія (осушення болот, оголення землі та інш.); хибне господарювання (змінення гідрологічного режиму, нераціональне сільськогосподарське виробництво, випалювання рослинності, винищування лісів); забруднення (теплоенергетичне, транспортне, сільськогосподарське, комунально-побутове, промислове); відвід під будівництво (гідротехнічне, транспортне, промислове, житлове). Якщо під впливом природних факторів не порушується рівновага й хід звичних геологічних процесів, то під впливом антропогенних факторів відбуваються негативні процеси, які приводять до деградації та виснаження ґрунтів, виключення їх з сільськогосподарського користування.

Найбільший збиток литобіосфері й педосфері наносить ерозія. *Ерозія* – це процес руйнування ґрунтового покриву і знесення його часток потоками води (водна ерозія) або вітром (вітрова ерозія), яка посилюється внаслідок господарської діяльності людини. Причинами ерозії у природі є: вітер, різкі коливання температури повітря й земної поверхні, вода, водорозчинені кислоти, хімічне і фізичне забруднення середовища, вплив біологічних агентів (зрошення, вито́птування, біохімічний вплив і т.д.).

На ділянках інтенсивного впливу підприємств спостерігається пригнічення рослинності до її повного знищення, зростання процесів ерозії ґрунтів.

Хімічне забруднення ґрунтів відбувається в основному з-за викидів підприємств промисловості, енергетики та автотранспорту, складування та утилізація промислових та побутових відходів, а також хімізації сільського господарства. У розвинених країнах зріст сільськогосподарської продукції на 50-60% пов'язаний з застосуванням мінеральних добрив, що дозволяє задовольнити потреби рослин у основних елементах споживання, а також значно підвищити урожайність сільськогосподарських культур. Оскільки мінеральні добрива застосовують у неочищеному вигляді, то разом з ними у

грунти потрапляють метали й металоїди, малорухливі в цьому середовищі. Вони накопичуються у поверхневих горизонтах, де зосереджена коренева система рослин, тобто погіршується якість продукції.

Забруднення ґрунтів відбувається і внаслідок застосування пестицидів. *Пестициди* - загальна назва хімічних речовин, що застосовуються для боротьби з небажаними видами рослин, тварин (комахи) та мікроорганізмів. Пестициди за дією впливу на шкідників поділяються на такі групи: гербіциди - заходи знищення бур'янів, інсектициди - заходи для боротьби зі шкідливими комахами, нематоциди - заходи для знищення черв'яків, фунгіциди - заходи для боротьби з грибними і вірусними захворюваннями, бактерициди - заходи для винищення збудників хвороб та інш. Отруйні та препарати, що застосовуються задля обкурювання сільгоспугідь, тваринних дворів і побутових споруд називають фумигантами, а речовини які відстрашують тварин - репелентами. Окрім того, застосовуються дефоліанти - заходи для видалення листя (наприклад, бавовнику під час механічного збору). По хімічному складу розрізняють хлорорганічні (ХОП), фосфорорганічні (ФОП), що містять Hg, As, РЬ і інші токсичні сполуки.

Пестициди призводять до різного рівня екологічних порушень. Знижується біологічний потенціал, порушується рівновага, іноді збільшується чисельність тієї популяції, яку намагались знешкодити. Створюється небезпека для природних екосистем, середовище мешкання людини. Залишки пестицидів виявлені у рослинній і тваринній їжі, в підземних водах, відкритих водоймищах, тканинах птахів і риби, в органах і тканинах людей.

Захист ґрунтів від водної і вітрової ерозії включає цілий комплекс організаційних, агротехнічних, лісомеліоративних, гідротехнічних заходів.

Рекультивация - це відновлення порушених земельних площ з метою їх подальшого використання в різних галузях народного господарства. Етапи рекультивации : проектно-пошуковий, інженерний, біологічний. Основні напрями рекультивации техногенних ландшафтів : сільськогосподарський напрям, лісгосподарський, водогосподарське використання, рекреаційний напрям, будівельний та санітарно-гігієнічний напрями.

Запитання для самоконтролю

1. Дати визначення : “літо біосфера”, “ґрунти”.
2. Які основні природні і антропогенні фактори деградації ґрунтів ?
3. Які причини хімічного забруднення ґрунтів ?
4. Що таке пестициди, їх класифікація ?
5. Які негативні наслідки використання пестицидів і агрохімікатів ?
6. Що таке рекультивация земель, основні напрями ?

10 ПРИРОДНІ РЕСУРСИ. ОСНОВНІ ЗАКОНИ ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Природні ресурси (ПР) - природні об'єкти і явища, що використовуються в теперішньому часі, минулому і майбутньому для прямого і посереднього споживання, сприяють створенню матеріальних багатств, відтворенню трудових ресурсів, підтримці умов

Природокористування (ПК) - сукупність впливів людства на географічну оболонку Землі, що розглядається в комплексі або сукупність всіх форм експлуатації природно-ресурсного потенціалу.

Природно-ресурсний потенціал (ПРП), тобто - здатність природних ЕС без збитку для себе (а, отже, і для людей) віддавати необхідну для людства продукцію або виконувати корисну роботу в рамках господарства даного історичного типу; в більш вузькому економічному розумінні - доступна при даних технологіях і соціально-економічних відносинах сукупність ПР. Близьким по значенню є *еколого-економічний потенціал* (ЕЕП) - теоретично доступні для використання ресурси і властивості природних систем всієї планети і її регіонів. Під регіональним ЕЕП розуміються антропогенне навантаження на територію, яка ще не веде до збільшення негативного зворотного впливу природних систем, що порушуються, на господарський розвиток.

У ПК основним об'єктом досліджень є *природна система* (ПС) - система, складена природними структурами і утвореннями (підсистемами), що групуються в функціональні компоненти на вищих рівнях ієрархічної організації (біогеоценоз, біом, біосфера тощо). Для моделі ЕС характерна спрямованість зв'язків з боку чинників "середині" (об'єкт), насамперед на головний об'єкт - "господаря" (суб'єкт), а для моделі ПС типово визнання рівності всіх зв'язків. З позицій ПК інтерес можуть представляти як біотичні, так і абіотичні компоненти ПС, але оптимізація ПК передбачає збереження сприятливих умов для існування і розвитку живих організмів і, передусім, людської популяції. Системна сукупність всіх конкретних ПР як чинників життя суспільства в поєднанні з матеріальними і трудовими ресурсами називається *інтегральним ресурсом*.

Крім національних ПР, що повністю знаходяться під суверенітетом тієї або іншої країни, існують багатонаціональні ПР, тощо ресурси прикордонних рік, мігруючих тварин і птахів, внутрішніх морів і озер, на берегах яких проживають народи різних країн. Існують і міжнародні ПР, що є загальним надбанням (ресурси Світового океану за межами територіальних вод, атмосферного повітря, Антарктиди і Космосу).

Єдиної класифікації ПР немає. Звичайно ПР поділяються на невичерпні (сонячна енергія, вітер, поточна вода, прилив) і вичерпні, а останні в свою чергу поділяються на поновлювальні (чисте повітря, прісна вода, родючий ґрунт, рослини і тварини) і непоновлювальні (випалне паливо, металева і неметалічна сировина) ресурси. Найбільш повною представляється

класифікація М.Ф. Реймерса. Згідно з цією класифікацією ПР диференціюються по наступних ознаках: 1) по джерелу і місцеположенню; 2) по швидкості вичерпання: швидко вичерпні і повільно невичерпні; 3) по можливості самопоновлювання і культивування: поновлювальні і непоновлювальні, тощо здібні або нездібні до самопоновлювання за строки сумірні з термінами їх споживання (рослинність, вода в річці, ґрунтові води - поновлювальні ПР, а мінерали, гірські породи, горючі корисні викопні - непоновлювальні); 4) по темпах економічного заповнення - за рахунок пошуку нових джерел або нових технологій, тощо які можуть або не можуть бути відшкодовані для економічних потреб: поправні, або відшкодовані і непоправні, або невідшкодовані (дефіцит вуглеводневої сировини, заліза і марганцю на суші можна компенсувати освоєнням скупчень Світового океану); 5) по можливості заміни одних ресурсів іншими: замінимі (метали керамікою, пластмасою) і незамінні (оптимальний для дихання склад атмосферного повітря).

По джерелу і місцеположенню М.Ф. Реймерсом виділяється наступний ряд природних ресурсів: 1) енергетичні ресурси, 2) газОВО-атмосферні ресурси, 3) водні ресурси, 4) ґрунтово-геологічні ресурси, 5) ресурси процудентів, 6) ресурси косументів, 7) ресурси редуцентів, 8) кліматичні ресурси, 9) рекреаційні ресурси, 10) антропоєкологічні ресурси, 11) пізнавально-інформаційні ресурси, 12) ресурси простору і часу.

Теоретичною основою сучасної екології і ГЖ є деякі гіпотези, закони, правила і принципи. Наприклад, суть *гіпотези Геї* зводиться до біологічної регуляції геохімічного середовища. *Закон біогенної міграції атомів* - жива речовина бере пряму або непряму участь в геохімічних процесах в межах БС; *закон генетичної різноманітності* - все живе генетично різноманітно і має стійку тенденцію до збільшення біологічної різноманітності; *закон константності Вернадського* - кількість живої речовини за певний геологічний час існування БС є величина постійна; *закон піраліди енергії (або правило 10%)* - з одного на інший трофічний рівень переходить не більше за 10% енергії; *закон мінімуму* - стійкість організму визначається найбільш слабкою ланкою в ланцюгу його екологічних потреб; *закон толерантності* - лімітуючим фактором функціонування організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначають міра толерантності до даного фактора; *закон спільної дії природних факторів* - об'єм урожаю залежить не від одного, нехай навіть лімітуючого чинника, а від всієї сукупності екологічних факторів одночасно. *Правило 1%* - зміна енергетики природних систем в межах 1% виводить їх із сталого стану. *Принцип Реді* - живе походить тільки від живого; *принцип сукцесійного заміщення* - біотичні співтовариства формують закономірний ряд екосистем, який веде до найбільш стійкої в даних умовах ПС.

Закони Б. Коммонера: 1) все пов'язане з всім; 2) все повинне кудись діватися; 3) природа знає краще; 4) ніщо не дається задарма або за все доводиться платити.

Закон внутрішньої динамічної рівноваги. Відноситься в рівній мірі як до екосистемних законів, так і до законів ПК, оскільки з цього закону витікають

важливі для практики слідства, тобто є вузловим положенням в ПК. Суть закону зводиться до наступного: речовина, енергія, інформація і динамічні якості окремих ПС (в тому числі і екосистем) і їх ієрархії взаємопов'язані настільки, що будь-які зміни одного з цих показників викликають супутні функціонально-структурні кількісні і якісні зміни, які зберігають загальну суму речовинно-енергетичних, інформаційних і динамічних якостей систем, де ці зміни відбуваються, або в їх ієрархії. З вказаного закону витікають 4 сліdstва: 1) будь-яка зміна середовища (речовини, енергії, інформації, динамічних якостей ЕС) неминуче призводить до розвитку природних ланцюгових реакцій, що йдуть у бік нейтралізації зробленої зміни або формування нових ПС, утворення яких при значних змінах середовища може прийняти безповоротний характер; 2) взаємодія речовинно-енергетичних екологічних компонентів (енергія, гази, рідини, субстрат, організми), інформації і динамічних якостей ПС кількісно нелінійна, тобто слабкий вплив або зміна одного з показників може викликати сильні відхилення в інших (і у всієї ПС загалом); 3) зміни в великих ПС відносно безповоротні - проходячи по їх ієрархії знизу вгору, від місця появи до БС загалом, вони міняють глобальні процеси і тим самим переводять їх на новий еволюційний рівень; 4) будь-яке місцеве перетворення природи викликає в БС і її найбільших підрозділах реакції, що приводять до відносної незмінності еколого-економічного потенціалу (правило "тришківна кафтани"), збільшення якого можливе лише шляхом значного зростання енергетичних внесків (згідно із законом зниження енергетичної ефективності ІЖ).

Закон обмеженості природних ресурсів. Оскільки Земля представляє собою природно обмежене ціле, то на ній не можуть існувати нескінченні частини. Обмеженість ПР виникає або внаслідок прямої вичерпності, або внаслідок збурення середовища мешкання, яке стає непридатним для господарства і життя людини. Обмеженість ПР, включаючи в це поняття і природні умови розвитку людства в історичному процесі, не може не впливати на продуктивні сили суспільства, а через них і на соціальні відносини.

Закон відповідності між¹ розвитком продуктивних сил і природно-ресурсним потенціалом суспільного прогресу. Кризові ситуації виникають не тільки при дисбалансі продуктивних сил і виробничих відносин, але і при дисбалансі продуктивних сил і ПРП.

Правило інтегрального ресурсу. Конкуруючі в сфері використання конкретних ПС галузі господарства неминуче завдають збитку один одному і тим сильніше, чим значніше вони змінюють екологічний компонент, що спільно експлуатується, або всю ЕС загалом (пряме сліdstво закону внутрішньої динамічної рівноваги). У рамках розподілу ресурсів на природні, трудові і матеріальні, правило інтегрального ресурсу охоплює всі згадані групи.

Закон падіння природно-ресурсного потенціалу. У рамках однієї суспільно-економічної формації, способу виробництва і одного типу технологій ПР стають все менш доступними і вимагають витрат праці і енергії на їх витягання, транспортування, а також відтворення.

Закон зниження ефективності природокористування. Діє він в рамках закону падіння ПРП. У процесі еволюції людства при отриманні з ПС корисної продукції на її одиницю витрачається все більше енергії, а енергетичні витрати на життя однієї людини весь час зростають.

Закон оптимальності і правило міри перетворення природних систем. Згідно із законом оптимальності, з найбільшою ефективністю будь-яка система функціонує в деяких характерних для неї просторово-часових межах, тобто ніяка система не може звужуватись або розширяться до нескінченності.

Правило територіальної екологічної рівноваги. Тільки природні ПС забезпечують стабільність, стійкість і надійність біосфери і її складових. У роботах Ю. Одума, Г. Одума показано, що максимальний урожай (а ширше, еколого-соціально-економічний ефект), може бути отриманий при певному поєднанні площ, перетворених людиною, і природними ЕС. Доцільна екологічна рівновага (100% цінностей, що отримуються) виникає при співвідношенні 40% площ перетворених і 60% площ природних ЕС. Видимо, як мінімум, співвідношення перетворених і практично незмінених площ повинне бути 1:1.

Закон зниження природоємності готової продукції. Збільшення наукоємності і енергоємності суспільного виробництва приводить в дію два позитивних процеси, що формулюються в вигляді розглядуваного закону: питомий вміст природної речовини в усередненій одиниці суспільного продукту історично неухильно знижується. Зростає мініатюризація виробів (ПЕОМ та інших), відбувається заміна ресурсоємних технологій ресурсозберігаючими.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке природні ресурси ?
2. Що таке природокористування ?
3. Що таке природно-ресурсний і еколого-економічний потенціал ?
4. Що таке інтегральний ресурс ?
5. Що таке природна система ?
6. Які ознаки класифікації природних ресурсів ?
7. Які природні ресурси виділяються по джерелу і місцеположенню ?
8. Сформулюйте основні закони екології і природокористування.

ПЕРЕЛІК ТЕМ ДОПОВІДЕЙ ДО СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

- 1.Методи дослідження в екології.
- 2.Основні глобальні екологічні проблеми сучасності.
- 3.Сучасна екологічна ситуація в Україні.
- 4.Проблема демографічного вибуху в окремих регіонах.
- 5.Проблема забруднення найближчого космічного простору.
- 6.Основні етапи еволюції біосфери.
- 7.Сучасний етап розвитку біосфери. Ноосфера.
- 8.Класифікація екосистем.
- 9.Особливості теплового забруднення довкілля та його наслідки.
- 10.Шумове забруднення довкілля та його наслідки.
- 11.Радіоактивне забруднення навколишнього природного середовища.
- 12.Електромагнітне забруднення довкілля.
- 13.Особливості біологічного забруднення довкілля та негативні наслідки.
- 14.Види і джерела антропогенного забруднення атмосфери.
- 15.Забруднення атмосфери транспортними засобами.
- 16.Основні причини утворення парникового ефекту та його наслідки.
- 17.Забруднення атмосфери з утворенням кислотних опадів.
- 18.Загальне ослаблення стратосферного озону. “Озонові дири”.
- 19.Види смогів. Схема утворення фотохімічного смогу.
- 20.Основні заходи зниження антропогенного забруднення атмосфери.
- 21.Забруднення Світового океану. Негативні наслідки дампінгу.
- 22.Види і джерела забруднення поверхневих вод.
- 23.Основні причини антропогенного забруднення підземних вод.
- 24.Сучасні проблеми питного водопостачання.
- 25.Антропогенне забруднення Чорного моря.
- 26.Стічні води. Методи очищення стічних вод.
- 27.Основні напрями захисту природних вод від забруднення.
- 28.Види і джерела антропогенного забруднення ґрунтів.
- 29.Вплив використання пестицидів на довкілля і здоров'я людей.
- 30.Основні методи захисту агроекосистем.
- 31.Основні закони і принципи в екології.
- 32.Особливості управління природними ресурсами.

ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Підручник. Основи загальної екології. - К.: Либідь, 1995. - 368 с.
2. Кормилшин В.И. и др. Основы экологии. - М.: Интерстиль, 1997.-365 с.
3. Реймерс Н.Ф. Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы. – М.: Россия молодая, 1994. – 367 с.
4. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування. Навчальний посібник. – Львів: “Новий світ”, 2003. - 260с.
5. Сафранов Т.А., Нагаєва С.П., Чугай А.В. Основи екології. Конспект лекцій.- Одеса: ОДЕКУ, 2003.-160с.
6. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування. Навчальний посібник. – Одеса: ОГМІ, 2003. – 201 с.
7. Методичні вказівки по організації самостійної роботи студентів при вивченні дисципліни “Основи екології” для студентів спеціальності “Менеджмент організацій”/Нагаєва С.П., Чугай А.В. Одеса: ОДЕКУ, 2003-17с.

Додаткова література

8. Агесс П. Ключи к экологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 97 с.
9. Владимиров А.М. и др. Охрана окружающей среды. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. -424 с.
10. Демина Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды. - М.: Аспект Пресе, 1998. - 143 с.
11. Корсак К.В., Плахотнік О.В. Основи екології. - К.: МАУП, 2000.-240 с.
12. Небел Б. Наука об окружающей среде. Т.1-2. - М.: Мир, 1994.
13. Фелленберг Г. Загрязнение окружающей среды. Введение в экологическую химию. - М.: Мир, 1997. - 176 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних(семінарських)
занять з дисципліни “Екологія”
для студентів денної форми навчання
за спеціальностями: 073“Менеджмент”,
074“Публічне управління та адміністрування”
та 122 “Комп’ютерні науки”
Рівень вищої освіти - бакалавр

Затверджено
на засіданні методичної комісії
природоохоронного факультету
протокол № від 2018 р.
декан _____ Чугай А.В.

Узгоджено
декан факультету комп’ютерних наук
_____ Коваленко Л.Б.

Узгоджено
декан еколого-економічного
факультету
_____ Владимірова О.Г.

Затверджено
на засіданні кафедри екології
та охорони довкілля
протокол № 8 від 10.04. 2018 р.
зав.кафедрою _____ Сафранов Т.А

Одеса - 2018