

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
Приймальна комісія**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова приймальної комісії  
ДВНЗ «УжНУ», ректор  
\_\_\_\_\_ Володимир СМОЛАНКА  
\_\_\_\_\_ 2025 року

**ПРОГРАМА**

вступного іспиту із спеціальності  
для вступників на навчання для здобуття ОС доктор філософії  
за спеціальністю Е2 Екологія  
(вступ на основі НРК7)

**РОЗРОБЛЕНО**

Фаховою атестаційною комісією з  
спеціальності Е2 Екологія

Голова комісії \_\_\_\_\_ Михайло СЛИВКА

Ужгород-2025

**ПРОГРАМА**  
вступного іспиту із спеціальності  
для вступників на навчання для здобуття ОС доктор філософії  
за спеціальністю Е2 Екологія  
(вступ на основі НРК7)

**Пояснювальна записка** до Програми фахового випробування для вступників на навчання за освітньо-науковим ступенем «доктор філософії» із спеціальності Е2 «Екологія» на основі здобутого ОС «магістр» / ОКР «спеціаліст». Фахове випробування проводить для всіх вступників і програма включає матеріал базових фахових навчальних дисциплін спеціальності Е2 «Екологія» (ОС бакалавр, ОС магістр). Випробування проводиться у формі усного іспиту.

**Критерії оцінювання.** Екзаменаційний білет з фахового випробування складається з *чотирьох питань*. Питання формуються шляхом автоматичного відбору з переліку питань з кожної навчальної дисципліни, винесеної для складання фахового вступного випробування. Екзаменаційні білети містять питання однакового рівня складності та є рівнозначними. Фахове вступне випробування на здобуття ОС «магістр» оцінюється за шкалою від 100 до 200 балів: кількість балів за вступне випробування =  $100 + x$ , де  $x$  — кількість балів, які одержав вступник за відповіді на питання екзаменаційного білета. Відповідно до структури екзаменаційного білета, максимальна кількість балів, яка може бути отримана за відповіді на питання, становить 100 балів (максимально по 25 балів за правильну відповідь на перше, друге, третє і четверте питання). Вступник допускається до участі у конкурсному відборі для зарахування на навчання, якщо отримав позитивні результати на іспиті.

**Перелік фахових навчальних дисциплін, з яких проводиться вступне випробування:**

*Загальна екологія (та неоекологія);*

*Моніторинг довкілля;*

*Техноекологія;*

*Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище;*

*Екологічна безпека;*

*Екологічна експертиза;*

*Економіка природокористування;*

*Природоохоронне інспектування та екологічна паспортизація територій;*

*Стратегія сталого розвитку;*

*Моделювання і прогнозування стану довкілля;*

*Геоінформаційні системи в екології;*

*Системний аналіз якості навколишнього середовища.*

**Концептуальні основи екології та неоекології. Традиційна екологія.** Період екологічної міфології. Передісторія екології, роль античних природодослідників у її формуванні. Розвиток екології в період середньовіччя, епохи відродження і нового часу. Період емпіричної екології. Елементи екології в наукових працях XVIII-XIX століть. Роль перемоги дарвінізму у становленні екології як науки. Визначення екології за Е. Геккелем. Розвиток екології в XX столітті, основні етапи формування сучасної екології: III ботанічний конгрес у Брюсселі, впровадження методології та екологічної термінології; формування популяційної екології; введення понять екосистема та біогеоценоз та їх значення; поява уявлення про біосферу, роль В.І. Вернадського; роль Ю. Одума і його школи у впровадженні методів моделювання в екології. Формування екології як науки в кінці XX століття. Визначення і

структура екології за М.Ф. Реймерсом. Основні завдання екології як науки. Сучасне визначення екології та її трансформація в неоекологію. Структура сучасної екології, основа її функціонування. Методи сучасної екології, їх роль та основні проблеми. Системність екології як науки. Природоохоронна діяльність та її взаємозв'язок з екологією. Енвайронментологія.

Організм, його особливості та причина стійкості. Рівні організації живої матерії, різноманітність підходів. Особливості екосистемного рівня. Навколишнє середовище, компоненти довкілля. Екологічні фактори, їх класифікація та періодичність. Основні завдання факторіальної екології (аутекології). Екологічна валентність. Роль адаптації організмів. Закони взаємодії екологічних факторів («закон оптимуму» та взаємодії факторів). Закон мінімуму Лібіха та закон толерантності Шелфорда, їх сутність і роль. Абіотичні фактори навколишнього природного середовища (температура, світло, вологість). Механізми пристосування організмів до дії абіотичних факторів, обов'язкові і необов'язкові екологічні фактори. Особливості водного середовища (гідросфера). Атмосфера, її функції та будова. Едафічні фактори, ґрунтоутворення. Біотичні фактори навколишнього середовища. Прямі та опосередковані взаємозв'язки організмів. Нейтральні та взаємокорисні (симбіотичні) взаємозв'язки видів, їх характеристика та значення. Взаємошкідливі зв'язки між біологічними видами, їх роль в процесі еволюції живих організмів. Теорема Гаузе. Корисно-нейтральні та шкідливо-нейтральні взаємозв'язки видів, їх характеристика. Корисно-шкідливі взаємозв'язки біологічних видів, їх характеристика та роль. Пристосувальні механізми біологічних видів. Екологічна ніша, її характеристика.

Популяція – як перша надорганізмозна біологічна система. Завдання популяційної екології (демекології). Типи популяцій, їх характерні ознаки. Структура популяцій, їх стійкість до дії антропогенних факторів. Чисельність і густота (щільність) популяцій, динаміка цих процесів. Основні типи зміни чисельності популяцій, роль міграції. Народжуваність і смертність в межах популяцій, експоненціальна та логістична моделі росту популяцій. Біотичний потенціал. Криві виживання. Просторова структура популяцій, її роль. Етологічна (ієрархічна) структура популяцій. Статова і вікова структура популяцій, їх роль для господарської діяльності людини. Причини виникнення угруповань. Синекологія. Біоценоз, його ознаки та характеристика. Види біоценозів, причини їх стійкості.

Біогеоценоз (В.М. Сукачов) та екосистема (А. Тенслі) – як структурні елементи біосфери. Характеристика та класифікація екосистем. Трансформація екосистем. Порівняння поняття «екосистема» та «біогеоценоз». Взаємозв'язки елементів екосистеми. Основні етапи використання речовини та енергії в екосистемах (біогеоценозах). Малий кругообіг речовини (хімічних елементів). Математичне моделювання розвитку екосистем, його значення та основні проблеми. Трофічні рівні. Значення біорізноманіття для підтримання екологічної рівноваги в природі. Значення компонентів живої природи. Первинна продукція екосистем (автотрофи, продуценти). Значення фото- і хемосинтезу. Чиста і валова продукція екосистем. Роль консументів в екосистемах. Деструкція органічної речовини в екосистемах (сапротрофи, редуценти). Екологічні піраміди, їх види і значення для господарської діяльності людини. Закон Р. Лінденмана. Саморегуляційні процеси в екосистемах. Сукцесії. Клімаксовий стан екосистем. Стійкість екосистем до зовнішніх впливів. Основні закони стійкості екосистем. Потік енергії в екосистемах, ефективність екосистем. Втрати енергії при переході з одного трофічного рівня на другий. Закон екологічної кореляції, принцип Ле-Шательє-Брауна, закон максимальної енергії та інформації. Причини максимізації екосистем. Асимілююча ємність екосистем. Характеристика основних екосистем світу. Лісові екосистеми, їх види та значення для природи. Основні характеристики лісових екосистем (тайга, широколистяні і мішані ліси, вологі екваторіальні і тропічні ліси, тощо). Екосистеми трав'яних ландшафтів, їх поширення та характеристика (степи та лісостепи різних континентів, пустелі, агроценози). Водні екосистеми світу. Загальна характеристика прісноводних екосистем, особливості річок та озер. Морські екосистеми світу, їх значення та загальна характеристика. Кругообіг речовин в морських екосистемах.

Поняття про біосферу Землі. Роль В.І.Вернадського у формуванні сучасного наукового уявлення про біосферу. Розподіл життя в біосфері. Структура біосфери за Вернадським, особливості її елементів. Закони функціонування біосфери за Вернадським. Жива речовина, її хімічний склад. Геохімічна робота живої речовини, її роль у формуванні сучасного вигляду Землі. Кругообіг важливіших хімічних елементів у біосфері. Сучасні уявлення про біосферу, поняття парабіосферної області. Гіпотеза Геї і її значення для пояснення основ формування і функціонування біосфери. Основи еволюції біосфери. Біосфера як кібернетична система, закони її стійкості. Енергетичний баланс біосфери, роль законів термодинаміки. Потенційна біопродуктивність Землі. Потоки інформації в біосфері. Вразливість біосфери до зовнішнього впливу. Моделювання стану біосфери, значення та основні проблеми.

**Неоекологія. Вплив діяльності людини на компоненти довкілля. Природоохоронна діяльність.** Зміна характеру впливу діяльності людини на навколишнє природне середовище. Основні види природокористування і їх наслідки. Екологічні кризи минулого, передумови розвитку сучасної екологічної кризи. Ознаки глобалізації та прояви сучасної екологічної кризи. Ноосфера – як вища стадія розвитку біосфери. Основні принципи ноосферного природокористування. Суперечливість концепції про ноосферу.

Глобальні проблеми неоекології. Екологічний імператив. Система неоекологічних наук. Світова демографічна ситуація, причини та наслідки її загострення. Модель розвитку людства у XXI столітті Д. Медоуза. Демографічні проблеми України. Урбанізація та її наслідки.

Роль природоохоронної діяльності в загальній проблемі виживання людства. Охорона навколишнього природного середовища, основні завдання. Методологічна і правова основа природоохоронної діяльності людини в Україні. Реалізація екологічного менеджменту в Україні. Характеристика структури органів державного управління в галузі екології, їх основні задачі та напрямки діяльності. Сфера повноважень органів центральної виконавчої влади в сфері охорони навколишнього природного середовища. Роль у збереженні природи та формуванні гармонії взаємовідношень природи і людини неурядових (громадських) організацій. Поява екологічних партій та їх діяльність. «Зелений рух» в Україні. Роль наукових установ та закладів освіти у вирішенні екологічних проблем. Діяльність релігійних організацій в екологічній та природоохоронній сфері.

Глобалізація сучасних екологічних проблем, особливості сучасного світу. Правовий статус Міжнародної природоохоронної діяльності. Проблеми вирішення питань екологічної безпеки та реалізації охорони природи на Міжнародному рівні. Міжнародне співробітництво в галузі охорони природи (збереження та відновлення довкілля). Статус, роль і завдання Міжнародних природоохоронних організацій.

Значення атмосфери для Землі, основи забезпечення гомеостазу повітря. Забруднення повітряного середовища як загроза для здоров'я та життя людей, участь різних антропогенних і природних джерел в загальному забрудненні атмосфери. Класифікація забруднювальних атмосферних речовин та джерел забруднення за походженням, за агрегатним станом, за кількістю викидів в атмосферу, за ступенем дисперсності (для аерозолів), за характером та ступенем впливу на організм людини. Токсичні та нетоксичні інгредієнти повітря. Особливості енергетичного (параметричного) забруднення атмосфери.

Природні джерела забруднення атмосфери, їх вплив на стан навколишнього природного середовища. Посилення природного впливу антропогенними факторами. Вплив антропогенних факторів на забруднення атмосфери, масштаби цього впливу. Вплив основних газоподібних домішок на зміни в стані атмосфери: «парниковий ефект», руйнування озонового шару Землі, «кислотні опади», «фотохімічний смог», пониження прозорості атмосфери, послаблення самоочищення атмосфери. «Парниковий ефект» як одна з проблем глобальної зміни кліматичної та екологічної обстановки на Землі. Зміна альbedo Землі. Основні негативні наслідки «парникового ефекту». Можливі позитивні екологічні наслідки глобального потепління клімату. Сучасний підхід щодо причин та наслідків парникового ефекту, суперечливість окремих положень. Значення Кіотського Протоколу. Паризька Парникова угода. Шляхи мінімізації антропогенного впливу на клімат Землі. Проблема стратосферного

озону, виснаження озонового шару Землі. Зв'язок між вмістом озону в стратосфері та ступенем захворюваності людей. Основні причини руйнування озонового шару Землі. Шляхи збереження озонового шару: пасивні та активні методи. Сучасний підхід щодо причин утворення озонових дир, суперечливість окремих положень. Значення Стокгольмської конференції ООН та Монреальського Протоколу у вирішенні проблем «озонових дир». Кислотні опади та навколишнє природне середовище. Динаміка цих процесів. Джерела кислотних опадів та атмосферні процеси, які призводять до їх утворення. Склад кислотних опадів. Вплив кислотних дощів на водні системи, рослинний та тваринний світи. Вплив кислотних дощів на матеріали та споруди. Шляхи мінімізації шкідливого впливу кислотних дощів на компоненти довкілля. «Фотохімічний смог» як локальна проблема великих міст. Умови та механізми його утворення, основні продукти фотохімічного смогу. Вплив фотохімічного смогу на організм людини, тваринний та рослинний світи. Шляхи попередження формування «фотохімічного смогу». Основні заходи по попередженню забруднення атмосфери. Розсіювання забруднювальних речовин, консервація та ізоляція джерел забруднення атмосфери, очистка відхідних газів, впровадження екологічно безпечних технологій. Основні методи попередження забруднення атмосфери аерозолями та газоподібними сполуками.

Кругообіг і запаси води в природі, водні ресурси планети. Проблема прісної води. Наслідки забруднення водних об'єктів та гідросфери в цілому. Основні джерела забруднення поверхневих та підземних вод. Водокористування та водоспоживання. Хімічне, фізичне, теплове, бактеріологічне та радіоактивне забруднення вод. Виснаження водних ресурсів. Категорії прісних вод, вимоги до якості води в зонах водокористування. Механізми перетворення (метаболізм) хімічних речовин у водному середовищі. Самоочищення водних джерел. Зв'язок між самоочищенням водних джерел та активністю водообміну. Схеми промислового водопостачання та їх вплив на природні водойми. Оборотні системи водопостачання, їх ефективність. Критерії раціонального використання води. Охорона та роль малих річок. Основні проблеми гірських річок, методи забезпечення якості води та регулювання річкового стоку. Вплив водосховищ на довкілля.

Ґрунти як особливе природне утворення, світовий земельний фонд. Необхідність захисту ґрунтів. Деградація земельних ресурсів, основні причини та наслідки (природні та антропогенні чинники). Ерозія ґрунтів. Типи ерозії та її негативний вплив на стан ґрунтів. Причини ерозії ґрунтів. Заходи по боротьбі з ерозією ґрунтів. Засоленість ґрунтів, основні причини та заходи по запобіганню засоленості ґрунтів. Токсикація ґрунтів та опустелювання як фактори втрати земель. Меліорація земель. Рекультивація порушених земель. Послідовність рекультиваційних робіт. Підготовчий етап, технічний та біологічний етапи рекультивації земель. Основні види рекультиваційних робіт. Проблеми териконів шахт та кар'єрів, шляхи їх вирішення. Складування промислових відходів. Гігієнічна класифікація неутілізованих промислових відходів, планування та організація полігонів. Хімізація сільського господарства і охорона навколишнього природного середовища. Пестициди, їх роль у боротьбі з хворобами та шкідниками рослин. Класифікація пестицидів: за ступенем токсичності, стійкості, шляху потрапляння в організм, тощо. Способи обробки пестицидами: дусти, гранульовані препарати, суспензії, емульсії, аерозолі. Забруднення пестицидами атмосферного повітря та інших об'єктів довкілля. Пестициди і здоров'я людини: гострі, підгострі та хронічні отруєння пестицидами. Основні вимоги до сучасних пестицидів та шляхи зменшення негативного впливу на довкілля при їх використанні. Загальні відомості про мінеральні добрива, їх значення. Азотні, фосфорні та калійні добрива. Хімічні меліоранти. Мінеральні добрива та навколишнє природне середовище. Шляхи потрапляння мінеральних добрив у водні об'єкти, негативні наслідки використання мінеральних добрив. Методи зменшення негативного впливу мінеральних добрив на навколишнє природне середовище.

Особливості природних ландшафтів. Заповідники та інші території, що охороняються. Антропогенні ландшафти, їх стійкість. Взаємозв'язок компонентів ландшафтів. Правова основа охорони ландшафтів. Роль рослинності в кругообігу речовин в природі і житті людини.

Вплив діяльності людей на рослинний світ. Проблема лісів – як одна з найважливіших проблем виживання людства. Роль лісів, особливості біоекології лісу. Заходи по охороні та раціональному використанню лісів. Лісомеліорація. Охорона лісу і туризм. Охорона інших рослинних комплексів. Рідкісні та зникаючі види рослин. Правова основа охорони рослин. Інтродукція рослин: позитивні та негативні наслідки. Роль тварин в кругообігу речовин в природі та житті людини. Вплив діяльності людини на тварин. Причини вимирання тварин, вимерлі види. Охорона вимираючих і рідких видів тварин. Охорона мисливсько-промислових тварин та птахів. Особливості охорони риб. Правова основа охорони тварин. Інтродукція тварин: позитивні та негативні наслідки.

Основні завдання радіаційної екології. Типи іонізуючого випромінювання та одиниці його вимірювання. Поняття поглинута доза радіації та його значення. Порівняльна радіочутливість живих організмів, вплив іонізуючого випромінювання на організм людини. Доля радіоактивних ізотопів у навколишньому природному середовищі. Джерела забруднення довкілля радіонуклідами. Проблема радіоактивних опадів. Поховання радіоактивних відходів як лімітуючий фактор поширення атомної енергетики. Цикл одержання та використання уранового палива. Класифікація радіоактивних відходів, способи їх поховання.

**Вплив галузей народного господарства на екологічний стан довкілля та шляхи екологізації виробництва.** Особливості використання природних ресурсів в сучасних умовах. Завдання та роль техноекології як навчальної дисципліни. Загальні аспекти впливу народного господарства на стан навколишнього природного середовища. Проблема виснаження природних ресурсів та проблема забруднення об'єктів довкілля. Загальні напрямки екологізації виробництва.

Структура енергетичного комплексу України, енергетична стратегія нашої держави до 2030 року. Особливості впливу гідроелектростанцій: позитивні і негативні аспекти. Роль гідроакмулюючих електростанцій та об'єктів малої гідроенергетики. Вплив теплоелектростанцій на екологічний стан довкілля. Особливості впливу атомних електростанцій: цикл одержання та використання уранового палива, проблема радіоактивних відходів. Переваги та недоліки альтернативних джерел енергії, роль «зеленого тарифу». Загальна характеристика добувної та паливної промисловості. Основні процеси гірничого виробництва. Проведення підземних гірничих виробок. Географія розташування родовищ нафти і газу у світі та в Україні. Добування нафти на суші і з морських родовищ. Методи розділення компонентів нафти і газу. Забруднення навколишнього середовища нафтопродуктами. Особливості поведінки нафтопродуктів у воді та ґрунті. Вплив на довкілля нафтопереробної та нафтохімічної галузей. Загальна характеристика вугільної та газової галузей. Способи видобування вугілля Географія вугільної промисловості. Видобування вугілля відкритим способом. Проведення підземного видобутку вугілля. Характеристика впливу на довкілля. Альтернативні рішення. Добування і транспортування природного газу: екологічні аспекти впливу на довкілля. Загальна характеристика металургійного комплексу. Особливості впливу чорної металургії: одержання чавуну і сталі та вплив цих виробництв на стан довкілля. Вплив підприємств кольорової металургії. Шляхи мінімізації впливу металургійного комплексу. Загальна характеристика промисловості будівельних матеріалів. Географія галузі. Основні показники. Сировина і матеріали. Принципові технологічні процеси. Недоліки та переваги. Загальна характеристика впливу на навколишнє середовище. Вплив на людину. Отруєння металами. Заходи боротьби зі шкідливим впливом. Альтернативні рішення. Загальна характеристика легкої промисловості. Географія галузі. Сировинна база. Вплив текстильної, бавовняної, вовняної, трикотажної та шкіряної галузей на стан навколишнього середовища. Вплив хімічної галузі промисловості на екологічний стан навколишнього середовища. Різноманітність технологій як основна проблема утилізації промислових відходів. Ресурси та технологічні процеси хімічної промисловості. Особливості виробництва органічних та неорганічних речовин (матеріалів). Вплив на довкілля та здоров'я людини. Характеристика агропромислового комплексу України. Головні показники, географія і ресурси. Технологічні процеси у рослинництві та тваринництві. Заходи зменшення

негативного впливу на довкілля. Альтернативні рішення. Загальна характеристика транспортної галузі, географія. Паливна база транспорту. Вплив автомобільного, залізничного, водного та авіаційного транспорту на стан навколишнього середовища. Вплив лісової, деревообробної та целюлозо-паперової промисловості на стан навколишнього середовища. Вплив житлово-комунального господарства. Географія розташування та основні показники деревообробної промисловості. Принципові технологічні процеси галузі та їх структура. Особливості целюлозно-паперової промисловості. Необхідні ресурси. Екологічні аспекти галузей. Крафт-процес приготування пульпи. Виробництво пульпи сульфідним методом, проблема промислових стічних вод.

**Захист атмосфери, гідросфери та літосфери від забруднення. Захист довкілля від виробничих випромінювань.** Забруднення атмосфери: причини та наслідки. Класифікації забруднювальних повітря речовин. Правова база охорони атмосферного повітря на Україні. Нормування якості та антропогенного навантаження на атмосферне повітря. Розрахунок ступеня очистки відхідних газів та коефіцієнту забезпеченості технологічних процесів газоочистки. Основні етапи очистки промислових газів, послідовність вибору очисного обладнання.

Очистка промислових газів від твердих включень (сепарація пилу). Класифікація пристроїв знепилення газів. Сепарація пилу механічними пристроями: пилоосаджувальні камери, інерційні пиловловлювачі, відцентрові пристрої. Сепарація пилу в мокрих (гідралічних) пристроях: порожнисті газопромивачі, насадкові скрубери, апарати барботажного типу та ударно-інерційної дії, швидкісні турбулентні пиловловлювачі. Сепарація пилу за допомогою фільтруючих пристроїв: волокнисті фільтри, тканинні фільтри та зернисті фільтри. Сепарація пилу в електрофільтрах. Принцип роботи електрофільтрів, їх класифікація, основні переваги та недоліки. Очистка газів від газоподібних сполук, основні проблеми. Використання методу абсорбції: теоретичні основи методу, розрахунки апаратів, переваги та недоліки методу. Використання методу адсорбції: теоретичні основи методу, розрахунки апаратів, переваги та недоліки методу. Використання методу хімічних реакцій, основні переваги методу. Використання каталітичних методів перетворення газоподібних сполук. Термічні методи знешкодження газоподібних сполук.

Методи очистки промислових газів від діоксиду Сульфуру. Використання аміачних методів очистки: аміачно-сульфатнокислий, аміачно-автоклавної та аміачно-циклічний методи. Основні переваги та недоліки цих методів, схеми очистки. Використання вапнякового та магнезійного методів очистки. Особливості марганцевого (піролюзитного) методу очистки газів від  $SO_2$ . Методи очистки промислових газів від оксидів Нітрогену. Послідовність очистки газів від  $N_xO_y$  при різних концентраціях. Одержання нітроолеуму. Лужні методи очистки газів від оксидів Нітрогену. Особливості каталітичних методів очистки газів від цих сполук. Основні схеми та установки газоочистки. Методи очистки промислових газів від оксиду Карбону(II). Установки каталітичного перетворення оксиду Карбону в діоксид. Очистка промислових газів реакцією метанування. Особливості купрум-аміачної очистки газів від оксиду Карбону(II). Установки для абсорбції діоксиду Карбону водою. Використання розчинів етаноламінів для вловлювання діоксиду Карбону. Очистка промислових газів холодним метанолом (процес «ректисол»). Методи очистки промислових газів від сірководню. Мокрі методи очистки: сіборд-процес, арсенатно-содовий метод, лужно-гідроксидний метод, ферум-содовий метод, фосфатний метод. Сухі методи очистки газів від сірководню: Очистка болотною рудою, адсорбція цеолітами та активованим вугіллям. Очистка промислових газів від галогенів та їх сполук: очистка від флюорорвмісних сполук ( $HF$ ,  $SiF_4$ , тощо), очистка газів від хлору та хлороводню. Очистка промислових газів від парів Меркурію: очистка піролюзитом, очистка за допомогою хлору, очистка хлорним вапном. Зниження забруднення атмосфери вихлопними газами від двигунів внутрішнього згорання, основний склад викидів. Термічна та каталітична нейтралізація викидів.

Забруднення водних об'єктів: основні види та джерела забруднення, особливості забруднення водних об'єктів нафтою. Глобальні наслідки забруднення гідросфери. Проблема

прісної води у сучасних умовах, динаміка водоспоживання. Проблема промислових стічних вод. Класифікація стічних вод за походженням, за характером забруднення, за концентрацією забруднювальних речовин, за ступенем агресивності. Розрахунок необхідного ступеня очистки стічних вод перед їх скиданням у природні водойми. Розрахункові зони скиду, граничнодопустимий скид. Витрати стічних вод.

Основні завдання механічної очистки, способи реалізації методу. Очистка стічних вод проціджуванням: апарати методу (решітки, сита, фракціонери), їх ефективність та недоліки. Очистка стічних вод відстоюванням: апарати методу (пісколовки, відстійники, освітлювачі), їх ефективність та недоліки. Очистка стічних вод фільтруванням: апарати методу (зернисті фільтри), їх ефективність та недоліки. Основні види фільтрування вод. Відцентрові пристрої механічної очистки стічних вод. Вибір, переваги та недоліки фізико-хімічних методів очистки. Флотація як метод очистки стічних вод. Переваги та недоліки методу флотації. Вакуумна та напірна флотація. Схеми та апарати методу флотації. Аероліфтні та пневматичні флотаційні установки, установки з механічним диспергуванням повітря. Хімічна, біологічна та іонна флотація. Адсорбція як метод очистки стічних вод. Переваги та недоліки методу адсорбції. Адсорбенти. Адсорбційні установки періодичної та безперервної дії. Адсорбери, їх будова та види. Способи регенерації адсорбенту. Переваги та недоліки методу іонного обміну. Природні та синтетичні іоніти. Схеми іонообмінних установок періодичної та безперервної дії. Апарати методу, регенерація іонітів. Екстракція як метод очистки стічних вод. Переваги та недоліки методу рідинно-рідинної екстракції. Екстрагенти та вимоги до них. Схеми установок та апарати методу екстракції. Багатоступінчаста та безперервна протитечійна екстракція. Способи регенерації екстрагентів. Баромембранні методи очистки стічних вод. Зворотний осмос, нанофільтрація, ультрафільтрація та макрофільтрація. Переваги та недоліки методів. Вимоги до мембран. Конструкції апаратів методів. Переваги та недоліки електрохімічних методів. Анодне окислення та катодне відновлення. Електролізери. Електрофлотація. Схеми електрофлотаційних установок. Електрокоагуляція. Апарати методу. Електродіаліз. Ефективність та завдання хімічної очистки вод. Нейтралізація стічних вод (реагентна та безреагентна). Конструкція нейтралізаторів. Схеми установок методу нейтралізації. Коагуляція та флокуляція як хімічні методи очистки стічних вод. Коагулянти та флокулянти. Механізм їх дії. Очистка вод окисниками та відновниками. Окислення хлором та його сполуками (хімізм окислення, схеми установок). Озонування. Апарати методу озонування. Окиснення сульфідів, ціанідів, тощо. Схеми установок. Очистка відновленням. БСК та ХСК. Аеробні та анаеробні методи біохімічної очистки стічних вод. Вторинна біомаса. Закономірності розпаду органічних речовин. Схеми установок для біохімічної очистки стічних вод. Здійснення аеробної очистки стічних вод в природних умовах. Очистка стічних вод в аеротенках. Активний мул, його структура. Очистка стічних вод в біофільтрах. Біоплівки. Схеми установок для очистки стічних вод біофільтрами. Біоосадження. Анаеробні методи біохімічної очистки. Типи та ефективність бродіння. Метанове бродіння. Метантеки. Переваги та недоліки анаеробної очистки стічних вод. Обробка осадів стічних вод. Переваги та недоліки термічних методів. Вимоги до установок термічного знешкодження стічних вод. Концентрування мінералізованих стічних вод. Типи випарувальних установок, принцип дії апаратів. Установки виморожування та кристалогідратні установки. Термоокислювальні методи знешкодження рідких відходів. Метод рідиннофазового окислення, його переваги та недоліки. Метод парофазного каталітичного окислення. Полум'яний метод. Апарати полум'яного методу очистки стічних вод.

Особливості виробничих випромінювань з точки зору впливу на довкілля. Первинні процеси, що виникають при дії виробничих випромінювань на живі організми та віддалені наслідки їх дії. Шумове та вібраційне забруднення та методи боротьби з ним. Основні джерела шуму і нормування шумового навантаження. Види шуму, створюваних вентиляторами. Методи зниження рівня шуму. Типи глушувачів. Апарати, їх будова та принцип дії. Використання віброізоляторів. Вимоги до конструкції кожухів. Звуковідбиваючі екрани. Джерела електромагнітних випромінювань. Захист від постійних та промислових електромагнітних полів. Екрануючі пристрої та одяг. Захист відстанню та часом. Комбіновані

методи захисту від електромагнітних полів. Основні завдання охорони довкілля від іонізуючого випромінювання.

**Теоретичні основи нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище.** Сучасна концепція екологічного нормування. Мета екологічного нормування. Правові основи нормування антропогенного впливу на природне середовище в Україні. Допустиме антропогенне навантаження. Антропоцентрична спрямованість нормування якості об'єктів навколишнього природного середовища. Установи, які мають право встановлювати нормативи. Основи і види управління якістю природного середовища. Нормативно-правова основа контролю і управління якістю природного середовища: екологічний аспект. Адаптаційне, нормативне і активне управління природокористуванням. Кінцева мета управління якістю природного середовища. Санітарно-гігієнічне нормування, мета та основні критерії. Гранично допустимі концентрації (ГДК) та тимчасово допустимі концентрації (ТДК) шкідливих речовини в об'єктах навколишнього природного середовища. Граничне значення впливу фізичних і біологічних факторів. Науково-технічне нормування, мета та основні критерії. Гранично-допустимі викиди (ГДВ) та скиди (ГДС) шкідливих речовини в об'єкти навколишнього природного середовища, інші критерії нормування антропогенного навантаження на об'єкти довкілля. Екологічне нормування. Підходи до встановлення екологічних нормативів. Рівні впливу господарської діяльності людини на природні об'єкти. Вплив різних факторів та реакція екологічних систем на зовнішній вплив, інертність природних екосистем. Значення системи «вплив-наслідок» в структурі нормування антропогенного навантаження на природне середовище. Якість природного середовища. Критерії якості. Основні параметри, за якими визначають якість об'єктів навколишнього природного середовища, роль принципів системності і переважності. Державні системи стандартів в галузі охорони природи, їх завдання та структура. Роль стандартизації в забезпеченні належної якості і контролю стану природного середовища. Проблема кількісної оцінки впливу людини на навколишнє середовище.

Обґрунтування необхідності регламентації шкідливого впливу речовин на людину і природу. Поняття токсичності. Основні завдання гігієнічної оцінки небезпеки хімічних речовин. Реакції живих організмів і людини на наявність шкідливих речовин, межа порогової дії. Роль адаптації живих організмів до дії шкідливих хімічних речовин. Критерії визначення істинної адаптації організмів до дії шкідливих речовин, скрита патологія. Методи визначення токсичності хімічних речовин. Класифікація хімічних речовин за ступенем токсичності:  $DL_{50}$ ,  $CL_{50}$ . Шкірно-резорбтивна токсичність. Кумуляція хімічних речовин (речовинна і функціональна). Оцінка потенційної небезпеки хімічних речовин, критерії оцінки. Оцінка реальної небезпеки хімічних сполук (небезпека смертельних отруєнь, варіабельність смертельних доз; небезпека речовин при не смертельному впливі, зона гострої дії шкідливої речовини; небезпека хронічного отруєння при впливі хімічних речовин, зона хронічної дії шкідливої речовини). Проведення повної токсикологічної оцінки речовин: класифікація шкідливих речовин. Орієнтовно-безпечні рівні впливу хімічних речовин (тимчасово допустимі концентрації), принципи розрахунку. Підходи до розрахунку ТДК шкідливих речовин в об'єктах довкілля, значення цих нормативів.

**Нормування якості складових довкілля та антропогенного навантаження на них.** Якість атмосферного повітря, критерії якості. Законодавча база по нормуванню якості атмосферного повітря на Україні та антропогенного навантаження на нього. Напрямки та особливості нормування якості атмосферного повітря. Основні показники, за якими визначається якість атмосферного повітря. Характеристика та вплив на організм людини основних забруднювальних повітря речовин. Граничнодопустимі концентрації забруднювальних атмосфери речовин, їх види та мета регламентації. Оцінка комплексного впливу забруднювальних речовин. Потенціонування шкідливих речовин. Індекс забруднення атмосфери. Особливості впливу забруднювальних речовин на рослинний і тваринний світ. Принципи розрахунку ТДК хімічних речовин в повітрі робочої зони та повітрі населених пунктів. Граничнодопустимі викиди в атмосферу стаціонарних джерел, принцип розрахунку.

Розрахунок максимальної приземної концентрації хімічних речовин та мінімальної висоти викиду. Розрахунок ГДВ пересувних джерел. Визначення категорії небезпечної промислових підприємств, санітарно-захисні зони. Інвентаризація викидів в атмосферу та її значення для перевірки правильності встановлених нормативів. Значення природоохоронного інспектування. Економічні важелі впливу при нормуванні антропогенного впливу на атмосферне повітря.

Якість вод, критерії якості. Законодавча база по нормуванню якості води водних об'єктів на Україні та антропогенного навантаження на них. Основні терміни нормування якості вод та критерії оцінок. Класифікація прісних поверхневих вод за призначенням. Норми якості води в містах водокористування (водоспоживання): гігієнічні та санітарні показники. Принципи встановлення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) хімічних речовин у природних водах. Роль та значення показників шкідливості при встановленні ГДК<sub>В</sub> та ГДК<sub>ВР</sub>. Вплив умов формування хімічного складу вод на можливості їх використання. Принципи розрахунку ТДК (ОБРВ) речовин у природних водах. Класифікація вод за інтегральними показниками. Індекс забруднення вод, принцип розрахунку. Індекс сапробності, як показник гідробіологічного стану вод. Індекс самозабруднення-самоочищення вод. Мікробіологічні показники безпеки природних вод. Класифікація природних вод за загальними та сумарними показниками: мінералізація, електропровідність, температура, органолептичні показники, рН, окисно-відновний потенціал, розчинений кисень, твердість, ХСК, БСК. Принципи нормування індивідуальних критеріїв якості природних вод: органічні та неорганічні речовини. Принципи екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (Методика ...). Проблема повноти та об'єктивності характеристики поверхневих вод. Основні етапи екологічної оцінки поверхневих вод, способи представлення її результатів. Водна Рамкова Директива ЄС по оцінці якості води водних об'єктів. Способи представлення результатів оцінки якості вод (колові діаграми, картографування, тощо). Проблема промислових стічних вод, їх класифікація. Водовідведення (зворотні води), умови скидання стічних вод в природні водойми та місцеву каналізацію. Розрахунок граничнодопустимих скидів (ГДС). Визначення необхідного ступеня очистки стічних вод перед їх скидом у природні водойми за відповідними показниками. Проблема комплексної оцінки вод в містах скиду стічних вод. Економічні важелі впливу при нормуванні антропогенного впливу на природні води.

Землі сільськогосподарського (грунти) та іншого призначення: особливості використання та нормування. Законодавча база по нормуванню якості земель на Україні. Види нормативів в сфері використання і відтворення земель. Основні показники якості ґрунтів. Забруднення ґрунтів, показники і класи небезпеки хімічних речовин у ґрунтах. ГДК шкідливих речовин в орному шарі ґрунту та показники здоров'я населення. Принципи розрахунку тимчасово допустимих концентрацій забруднювальних речовин (важкі метали і пестициди) в орному шарі ґрунту. Санітарна оцінка якості ґрунтів. Коефіцієнт концентрації забруднення земель. Інтегральний показник забруднення земель. Коефіцієнт зворотної реакції земель на динаміку забруднення. Сумарний показник забруднення земель, оціночна шкала небезпеки забруднення земель за сумарним показником забруднення. Розрахунок граничної кількості шкідливих відходів на території промислових підприємств та токсичності цих відходів. Класифікація твердих промислових відходів (нормування їх якості), шляхи поводження з ними. Економічні важелі впливу при нормуванні антропогенного навантаження на землі. Нормування в сфері природокористування (жива і нежива природа), принципи використання мінеральних ресурсів. Визначення площ лісів зелених зон навколо населених пунктів, нормативи виділення смуг лісів уздовж берегів водних об'єктів. Інші лісозахисні смуги. Нормування антропогенного навантаження на літосферну основу.

Правова основа нормування якості та безпеки харчових продуктів на Україні. Маркування харчових продуктів. Поняття якість і безпека харчових продуктів. Основні нормативні документи, які встановлюють показники безпеки харчових продуктів (МБВ 5061-89). Показники якості і безпеки харчових продуктів: принципи нормування. Принципи розрахунку граничнодопустимих концентрацій (допустима залишкова кількість) шкідливих

речовин в харчових продуктах. Зв'язок між добовим споживання продуктів та допустимим вмістом в них шкідливих речовин і радіонуклідів (ДР-2006). Принципи розрахунку тимчасово допустимих концентрацій шкідливих речовин в харчових продуктах. Генно-модифіковані організми у харчових продуктах, правова основ регулювання. Мікробіологічні показники якості і безпеки харчових продуктів, продукти метаболізму живих організмів.

Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Ліміти доз та допустимі рівні, значення допустимих рівнів, лімітування доз. Радіаційно-гігієнічні регламенти впливу іонізуючого випромінювання на населення. Класифікація радіоактивних відходів і поводження з ними. Заходи і засоби регулювання радіаційних (радіаційно-ядерних) аварій. Нормування впливу шумового навантаження на людину і довкілля, шляхи вирішення проблеми. Нормування електромагнітного випромінювання на виробництві і в побуті. Захист від постійних та промислових електромагнітних полів. Принципи нормування електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону.

Порядок затвердження нормативів ГДК забруднювальних речовин, граничних значень фізичних і біологічних факторів в Україні. Видача дозволів на викиди забруднювальних речовин в повітря стаціонарними джерелами. Вимоги і умови одержання дозволу на викиди, значенні і організація контролю за викидами. Загальні засади розробки і затвердження нормативів граничнодопустимих скидів (ГДС) забруднювальних речовин у водні об'єкти. Методичні й організаційні основи встановлення ГДС, контроль за дотриманням обмежень на скид суб'єктами господарювання. Дозвільна система у сфері поводження з мінеральними ресурсами. Порядок розробки, затвердження і перегляду лімітів на утворення та розміщення відходів. Дозвільна система у галузі поводження з відходами. Порядок видачі дозволів на лісгосподарські рубки, визначення розмірів і меж водоохоронних зон. Регулювання відстрілу та вилову.

**Теоретико-методологічні основи екологічної безпеки.** Основні поняття екологічної безпеки. Завдання та роль екологічної безпеки як навчальної дисципліни та як форми діяльності. Зв'язок безпеки та небезпеки. Значення екологічної безпеки в контексті виживання людства. Основні проблеми екологічної небезпеки, стан їх дослідження. Взаємозв'язок екологічної безпеки та охорони навколишнього природного середовища. Ієрархічні рівні екологічної безпеки та небезпеки, роль техногенної складової. Екологічна небезпека: проблеми минулого та теперішнього часу. Пріоритети екологічної безпеки. Структура екологічної безпеки: завдання та напрямки реалізації. Причини виникнення протиріч між суспільством і природою. Пріоритетні потреби людини та шляхи їх забезпечення. Екологічні кризи минулого, основні причини. Особливості екологічних криз минулого та оцінка їх впливу на стан довкілля. Відношення людини до природи в різні епохи. Основні типи природокористування та наслідки цих процесів. Екологічні кризи сучасності. Особливості сучасної глобальної екологічної кризи, вплив господарської діяльності людини на її розвиток.

Екологічний стан об'єктів довкілля та екологічні ситуації, відмінності в їх оцінці. Основні екологічні показники об'єктів довкілля: показники стану, показники еколого-ресурсного потенціалу та показники впливу. Якість навколишнього природного середовища, показники якості. Забруднення об'єктів довкілля, основні джерела. Нормування якості об'єктів довкілля та нормування антропогенного навантаження при природне середовище. Роль нормування в забезпеченні екологічної безпеки. Типізація екологічних ситуацій. Стійкість природних екологічних систем. Роль підходів до типізації екологічних ситуацій, порядок використання термінів. Методи оцінки екологічних ситуацій. Роль суб'єктивно-об'єктивних відношень при оцінці екологічних ситуацій. Оцінка стану суб'єкта по відношенню до норми. Особливість оцінки екологічних ситуацій в природно-господарських системах. Фактори, які впливають на оцінку екологічних ситуацій. Просторові часові основи типізації екологічних ситуацій. Особливості екологічних катастроф та екологічних криз. Напружені, задовільні та умовно сприятливі екологічні ситуації. Загальна схема формування екологічних ситуацій. Буферність природних екосистем, особливості їх реакцій на зовнішні впливи. Система «вплив – наслідок». Форми і види регулювання екологічних ситуацій.

Особливості нормативного регулювання екологічних ситуацій. Адаптивні стратегії регулювання екологічних ситуацій. Цілеспрямована зміна довкілля – як засіб регулювання екологічних ситуацій (активна стратегія). Причини і механізми виникнення несприятливих екологічних ситуацій. Інертність екосистем, здатність до саморегуляції. Перевищення граничного навантаження на екосистему як причини виникнення несприятливих екологічних ситуацій. Природні передумови виникнення несприятливих екологічних ситуацій (вулканізм, сейсмічна активність, схилі процеси, кліматичні аномалії, тощо). Стихійні лиха, загальні закономірності їх виникнення. Вплив стихійних лих на формування несприятливих екологічних ситуацій в системах різного типу. Роль геологічних, географічних та інших екзогенних факторів на формування екологічних ситуацій та ступінь їх гостроти. Антропогенні фактори виникнення несприятливих екологічних ситуацій. Антропогенний вплив на довкілля: планований і непередбачуваний впливи. Позитивні і негативні наслідки антропогенного впливу на довкілля. Види забруднення об'єктів довкілля, причини порушення цілісності природних екосистем, наслідки трансформації природного середовища. Роль техногенних аварій і катастроф на формування несприятливих екологічних ситуацій, особливості техногенних аварій, вибухів і катастроф. Шляхи регулювання техногенних аварій і катастроф. Наслідки воєнних дій та використання зброї. Взаємодія природних і антропогенних факторів при формуванні несприятливих екологічних ситуацій, синергетизм та антагонізм такої взаємодії. Енергетичний критерій значимості ендегенних і екзогенних факторів.

Особливості надзвичайних екологічних ситуацій. Загальна схема формування надзвичайних екологічних ситуацій (НЕС). Фактори виникнення надзвичайних екологічних ситуацій. Роль географічного положення на формування НЕС. Механізми виникнення НЕС. Заходи попередження та подолання надзвичайних екологічних ситуацій. Концепція управління ризиками надзвичайних екологічних ситуацій. Основні види екологічних небезпек та їх характеристика. Оцінка гостроти екологічної небезпеки в суспільстві: індекс здоров'я населення, індекс запасу природних ресурсів, індекс якості середовища, індекс рівня життя. Територіальні і часові масштаби екологічної небезпеки. Динаміка і тенденції екологічно небезпечних процесів і явищ. Екологічний ризик, системний аналіз ризику (соціальна, екологічна, медична та інші складові). Фактори ризику екологічної небезпеки. Система оцінки еколого-геологічного ризику. Основні критерії, які використовуються для розрахунку ризику еколого-геологічної небезпеки. Значимість факторів екологічного ризику. Види збитків від екологічних криз та катастроф, способи його визначення. Проблема глобального екологічного ризику.

**Забезпечення екологічної безпеки.** Основні глобальні екологічні, соціально-екологічні та еколого-економічні проблеми сучасності. Шляхи зменшення гостроти глобальних проблем людства, можливість фатальних сценаріїв розвитку людської цивілізації. Загальноземні аспекти екологічної безпеки. Міжнародні аспекти екологічної безпеки. Зростання взаємозалежності країн та різниця рівня життя в різних країнах як основні проблеми забезпечення екологічної безпеки на глобальному рівні. Основи міжнародного законодавства в сфері екологічної безпеки. Форми і методи міжнародної співпраці в сфері екологічної безпеки. Міжнародні екологічні саміти, симпозіуми, конференції та їх значення. Міжнародні екологічні організації, їх діяльність в сфері екологічної безпеки. Співпраця країн світу в сфері екологічної безпеки.

Поняття про екологічні стратегії людства: ресурсно-технологічні, біосферно-екологічні, соціально-психологічні, їх сутність та значення. Концепція екологічного розвитку.

Екологічна безпека як складова національної безпеки України. Нормативно-правове забезпечення екологічної безпеки в Україні. Модель формування екологічної та техногенної безпеки. Методологічні засади дослідження екологічної безпеки. Принципи та пріоритети національної безпеки України. Національні екологічні інтереси України. Неоекологічні проблеми України: причини, наслідки та шляхи вирішення. Шляхи підвищення рівня

екологічної безпеки в Україні. Шляхи реалізації політики нашої держави в сфері екологічної безпеки. Системний аналіз екологічного менеджменту та екологічної безпеки України. Шляхи забезпечення екологічної безпеки в Україні (хімічний, біологічний, фізичний, соціально-економічний та гуманітарний аспект). Радіаційна та ядерна безпека в Україні. Ресурсно-екологічна безпека України. Екологічна безпека у житлово-комунальному господарстві.

**Екологічна експертиза – гарантія екологічної безпеки.** Екологічна безпека. Основні рівні екологічної безпеки. Суб'єкти і об'єкти екологічної безпеки. Механізми гарантування екологічної безпеки. Історія розвитку екологічної експертизи в Україні. Екологічна експертиза раніше і зараз. Різниця між екологічною експертизою і екологічним контролем. Відмінності між екологічною експертизою і санкціонуванням та погодженням. Дефініції поняття «екологічна експертиза».

Мета, завдання та призначення екологічної експертизи. Принципи екологічної експертизи: презумпція потенційної екологічної небезпеки будь-якої чи іншої господарської діяльності та її зміст; комплексність оцінки впливу на навколишнє середовище господарської і іншої діяльності та їх наслідків; обов'язковість врахування вимог екобезпеки при проведенні екологічної експертизи; достовірність і повнота інформації, яка подається на екологічну експертизу; незалежність експертів при здійсненні ними своїх повноважень при проведенні екологічної експертизи; наукова обґрунтованість, об'єктивність і законність висновків екологічної експертизи. Статус державної екологічної експертизи в Україні. Поєднання галузевого і територіального принципів в екологічній експертизі. Об'єкти та суб'єкти екологічної експертизи. Умови проведення екологічної експертизи. Сучасні тенденції і проблеми здійснення екологічної експертизи в Україні.

Критерії виділення форм і типів екологічної експертизи. Обмежена та повна форма оцінки впливу на навколишнє середовище. Підстави для проведення обмеженої і повної екологічної експертизи. Процедура оцінки впливу на навколишнє середовище і обмежена форма екологічної експертизи. Основні етапи, які включає процедура обмеженої форми ОВНС. Завдання попередньої екологічної експертизи, особливості проведення та коло питань, які при цьому розглядаються. Поняття про типи екологічної експертизи. Особливості відомчої екологічної експертизи. Організація та процедура проведення державної екологічної експертизи. Види діяльності та об'єкти, що становлять підвищену екологічну небезпеку. Екологічно небезпечні об'єкти Закарпатської області. Додаткові державні екологічні експертизи та умови їх проведення. Нормативно-контрольна екологічна експертиза. Оцінююча екологічна експертиза. Прогнозна екологічна експертиза. Конфліктна екологічна експертиза. Комплексна екологічна експертиза.

Громадська екологічна експертиза як механізм участі громадськості у прийнятті екологічно значимих рішень. Особливості організації та проведення громадської екологічної експертизи. Права громадянських об'єднань, що здійснюють громадську екологічну експертизу. Умови проведення громадської екологічної експертизи. Мета, зміст та статус Заяви про проведення громадської екологічної експертизи. Форми участі громадськості у проведенні екологічної експертизи. Причини відмови у державній реєстрації громадської екологічної експертизи. Порядок участі громадськості у проведенні державної експертизи. Основні проблеми, що виникають при проведенні громадської екологічної експертизи: реєстрація в органах місцевого самоврядування, статус спостерігача при проведенні державної екологічної експертизи, обмеження доступу до проектної документації. Методичні основи проведення громадської екологічної експертизи. План дії при проведенні громадської екологічної експертизи проекту: попередній етап, експертиза, підготовка зведеного висновку. Участь спостерігачів у засіданнях комісії державної екологічної експертизи. Статус Висновків громадської екологічної експертизи. Складання алгоритму здійснення громадської та державної екологічної експертизи.

Пріоритети екологічної експертизи у світлі інтеграції України до Європейської співдружності. Органи державного управління у галузі екологічної експертизи. Компетенція Верховної Ради України, Кабінету Міністрів, органів державного управління, місцевих рад в

галузі екологічної експертизи. Проведення державної екологічної експертизи підрозділами Міністерства екології та природних ресурсів України. Система і структура експертних підрозділів у складі міністерства та його органів на місцях. Шляхи проведення державної екологічної експертизи. Компетенція статутних органів об'єднань громадян у галузі екологічної експертизи. Порядок організації громадських слухань, опитувань, референдумів серед населення про об'єкти та діяльність, що підлягає екологічній експертизі. Шляхи вдосконалення системи державного регулювання та управління екологічною експертизою. Вимоги до експерта екологічної експертизи. Гарантії незалежності експерта екологічної експертизи. Функції експертів екологічної експертизи. Права експертів екологічної експертизи. Діяльність експерта по підвищенню якості та ефективності проведення екологічної експертизи. Порядок затребування експертом матеріалів для проведення екологічної експертизи. Умови відхилення матеріалів, представлених на екологічну експертизу. Вимоги до складу документації, що подається на державну екологічну експертизу. Основні права та обов'язки замовників екологічної експертизи. Контроль за ходом проведення екологічної експертизи. Умови фінансування замовником виконаних еколого-експертних робіт. Варіанти фінансування державної екологічної експертизи діючих об'єктів та комплексів.

Процедура здійснення екологічної експертизи. Характеристика основних етапів проведення екологічної експертизи: підготовчого етапу, основного та заключного. Коло питань, які необхідно вирішувати на кожному етапі. Підстави для проведення державної екологічної експертизи. Умови визначення існуючої або потенційної небезпеки об'єктів екологічної експертизи для довкілля. Граничні терміни проведення екологічної експертизи. Визначення граничних розмірів відрахувань на проведення екологічних експертиз. Фінансування державної та громадської екологічної експертизи. Нормативи витрат на проведення державної екологічної експертизи. Вартість розробки інвестиційної документації як вихідні дані щодо розрахунку витрат на проведення державної екологічної експертизи.

Зміст, призначення та статус Заяви про екологічні наслідки діяльності та Висновків державної екологічної експертизи. Складання Заяви про екологічні наслідки діяльності. Обов'язкові умови реалізації проектів, програм або діяльності. Можливі варіанти висновків державної екологічної експертизи. Проблема стандартизації у сфері екологічної експертизи. Термін дії позитивних та негативних висновків державної екологічної експертизи. Структура висновків екологічної експертизи. Екологічна оцінка і розгляд альтернатив. Мета і важливість своєчасного розгляду альтернатив. Обмеженість можливостей їх розгляду. Можливі види альтернатив: відмова від діяльності, принципово різні підходи до досягнення мети, різні майданчики для здійснення планованої діяльності, масштаб планованої діяльності. Основні групи альтернатив планованій діяльності. Розгляд альтернатив в національних системах екологічної оцінки. Законодавчі вимоги США щодо розгляду альтернатив у ході екологічної оцінки проектів. Основні альтернативи, які розглядаються у ході екологічної оцінки проектів за законодавством Нідерландів та Канади.

**Організація проведення державної екологічної експертизи різних типів.** Алгоритм проведення державних екологічних експертиз різних типів. Організація проведення державної екологічної експертизи, проектної документації, діючих об'єктів і комплексів, екологічних ситуацій на певних територіях, сільськогосподарських, рекреаційних, природоохоронних об'єктів. Екологічна експертиза житлових і службових комплексів. Організація і умови проведення державної екологічної експертизи документації по впровадженню нової техніки і технології, нових матеріалів і речовин. Показники, які при цьому оцінюються. Особливості державної екологічної експертизи документації по впровадженню нових пестицидів і агрохімікатів. Варіанти врахування можливості та повноти утилізації невикористаних залишків матеріалів та речовин чи їх безпечного поховання. Спільні риси між екологічною експертизою екологічних ситуацій та ТерКСОП. Порівняльний аналіз компетенції органів державної влади при здійсненні екологічної експертизи різних типів. Міжнародний досвід здійснення екологічних експертиз та можливість його впровадження в Україні.

Основні впливи, які враховуються при складанні розділу ОВНС. Етапи проведення ОВНС. Методики, які використовуються для ідентифікації впливів (картографічний аналіз, адаптація контрольних списків, складання матриць «вплив-наслідок», діаграми розповсюдження забруднювачів або впливів). Основні методи, які використовуються при ОВНС: метод експертних оцінок, списку, матричний аналіз, сітки, метод сумісного аналізу карт, імітаційне моделювання. Інтерпретація результатів оцінки та її завдання. Основні способи інтерпретації (дисплей (матриця), ранжування, нормалізація і зважування). Відповідальність за розробку розділу ОВНС. Особливості змісту матеріалів ОВНС для схем розвитку і розміщення галузей народного господарства, розширення (реконструкції) існуючих об'єктів та ін.). Перелік впливів, які повинні відображати основні показники ОВНС. Характеристика стану території району і площадки (траси) чи визначення переліку можливих екологічно небезпечних впливів. Визначення масштабів і рівнів впливів проектної діяльності на довкілля в нормальних і аварійних умовах. Нормативні база складання ОВНС. Порядок розробки матеріалів ОВНС. Зміст Заяви про наміри Замовника і виконавця ОВНС, Методика розробки матеріалів ОВНС для видів діяльності об'єктів, що представляють підвищену екологічну небезпеку. Визначення змісту та обсягу матеріалів ОВНС. Вихідні дані для виконавця ОВНС. Підстави для проведення ОВНС. 2 аспекти структури ОВНС: горизонтальна та вертикальна. Фізико-географічна та кліматична характеристика району і площадки (траси) будівництва об'єктів проектної діяльності. Загальна характеристика об'єктів проектування і господарської діяльності в зонах їхнього впливу. Характеристика навколишнього природного середовища і оцінка впливу на нього: геологічне середовище і ландшафт, мікроклімат, повітряне середовище (забруднення та критерії оцінки його ступеня), водне середовище (кількісні і якісні показники, прямі та опосередковані впливи), ґрунти, промислові відходи, рослинний і тваринний світ, заповідні об'єкти. Основні показники, які при цьому аналізуються. Характеристика навколишнього соціального середовища і оцінка впливу на нього. Оцінка впливу проектової діяльності на навколишнє техногенне середовище. Комплексна оцінка впливів проектової діяльності на навколишнє середовище та характеристика залишкових впливів. Заява про екологічні наслідки діяльності. Основні питання, які повинні бути у ній відображені. Екологічна експертиза діючих об'єктів і комплексів. Експертиза екологічних ситуацій на певних територіях. Екологічна експертиза документації по впровадженню нової техніки і технологій, нових матеріалів і речовин. Еколого-економічна оцінка технічної документації за результатами експертизи. Особливості ОВНС для робочих проектів.

Порядок оскарження висновків державної екологічної експертизи. Умови признання недійсними Висновків державної екологічної експертизи у судовому порядку. Правопорушення в галузі екологічної експертизи. Правопорушення керівників державних органів експертизи та експертних комісій. Відповідальність сторін при проведенні екологічної експертизи.

**Економіка природокористування.** Завдання і наукові основи раціонального природокористування. Масштаби впливу людини на природу та актуальність проблеми її охорони. Поняття природокористування, його соціально-економічна суть і складові частини. Види природокористування. Економіка природокористування як наука. Предмет, методологічна основа, методи та завдання економіки природокористування. Метод науки та його особливості. Основні терміни та поняття економіки природокористування. Роль і значення екологічної освіти. Екологічні наслідки науково-технічного прогресу. Ринкова економіка і раціональне природокористування. Вплив економічної структури на навколишнє середовище: підхід «витрати-випуск». Шляхи поліпшення екологічної ситуації. Необхідність екологізації виробництва. Структура державного апарату управління раціональним природокористуванням. Моніторинг ефективності природоохоронної політики.

Поняття природних ресурсів. Доступні, доведені або реальні запаси, потенційні чи загальні природні ресурси. Класифікація природних ресурсів (за походженням, за видами господарського використання, за ознакою вичерпності). Кадастри та їх види. Поняття і

сутність економічної оцінки природних ресурсів. Мета, критерії і об'єкти економічної оцінки природних ресурсів. Економічна оцінка мінерально-сировинних ресурсів, лісових, водних). Методи економічної оцінки природних ресурсів (витратна концепція, результатний підхід, рентний, концепція безкоштовності природних ресурсів). Ринкова оцінка природних ресурсів (метод умовної оцінки, метод визначення транспортних витрат, метод розрахунку гедоністичної ціни). Неутилітарні форми ставлення людини до природи (адаптивна, інтимна та естетична). Розрахунок загальної економічної цінності природи на підставі показників вартості використання і не використання, вартості відкладеної альтернативи та вартості існування. Принципи використання і роль природних ресурсів у суспільному розвитку. Умови стійкості економічного розвитку. Еколого-економічна сутність природно-ресурсного потенціалу. Характеристика території ПРП як системи. Особливості взаємозв'язків на територіях ПРП та їх властивості. Територіально-виробничі комплекси (ТВК) – ефективна форма організації виробництва і використання природних ресурсів. Умови для створення ТВК, його основні елементи та переваги.

Сутність, функції, об'єкти і основні розділи статистики навколишнього середовища. Основні статистичні показники з охорони та раціонального використання водних ресурсів (загальна кількість водних ресурсів, їх розміщення по території, питома забезпечення водними ресурсами, забір води, кількість свіжої води для споживання, розмір втрат, обсяг оборотної води, скидання стічних вод). Аналіз статистики з охорони атмосферного повітря (викиди та виділення шкідливих речовин в атмосферне повітря, ступінь вловлювання шкідливих речовин, питоми викиди на 1 особу та на 1 км<sup>2</sup> площі). Аналіз земельних і лісових ресурсів (загальна кількість лісових і земельних ресурсів, їх розподіл по території, питома забезпеченість на 1 особу та на 1 км<sup>2</sup> площі, кількість використаних ресурсів, їх якість).

Поняття природоохоронної діяльності. Економічні підходи до планування та програмування природоохоронної діяльності. Природоохоронні заходи та їх види. Економічні підходи до охорони атмосферного повітря; водних та земельних ресурсів; у сфері захоронення і утилізації відходів; охорони надр, рослинного і тваринного світу; охорони природно-заповідного фонду; національних програм охорони навколишнього середовища. Екологічні, соціальні, економічні результати природоохоронних заходів та їх складові. Інтегрований соціально-економічний результат природоохоронної діяльності. Вимоги до економічного обґрунтування природоохоронних заходів. Показники екологічної ефективності природоохоронних витрат. Загальна (абсолютна) ефективність капіталовкладень у природоохоронну діяльність. Порівняльна економічна ефективність. Чистий економічний ефект природоохоронних заходів, його розрахунки, види, цілі та умови застосування (чистий економічний ефект, фактичний і очікуваний, додатковий від повторного використання відходів. Приведені витрати, капітальні вкладення, їх окупність, поточні експлуатаційні витрати. Абсолютна та порівняльна економічна ефективність природоохоронних заходів. Врахування факторів часу при проведенні еколого-економічних оцінок ефективності. Взаємозв'язок економіки та екології. Класифікація порушень навколишнього природного середовища. Причини та джерела порушень навколишнього природного середовища. Класифікація збитків та їх характеристика. Економічний, екологічний, еколого-економічний, соціальний, соціально-економічний, психологічний, морально-етичний та естетичні збитки. Підходи щодо визначення збитків: еколого-економічних, екологічних, соціальних та економічних. Механізм формування економічного збитку. Прямі та непрямі економічні збитки. Фактори, від яких залежить величина економічного збитку. Методи визначення економічних збитків: метод контрольних районів, аналітичний, інформаційне забезпечення розрахунків.

Збитки від забруднення атмосферного повітря. Природні та антропогенні фактори забруднення атмосфери. Економічні збитки від забруднення атмосферного повітря. Методика розрахунку збитків від забруднення атмосферного повітря. Основні напрямки охорони повітряного басейну, економічні аспекти. Санітарно-технічні заходи з охорони повітря. Вартість заходів з охорони повітря. Збитки від забруднення водних об'єктів.

Водозабезпеченість і резерви водопостачання. Поняття раціонального водокористування та основні його напрями. Джерела забруднення водних об'єктів. Водоохоронні зони та витрати на їх упровадження. Народногосподарське значення водного джерела. Методика визначення економічного збитку від забруднення водних об'єктів. Економічний аспект раціонального використання водних ресурсів. Економічні збитки від порушення земель. Земельні ресурси як засіб виробництва. Економічна родючість ґрунтів. Негативні та позитивні фактори, що впливають на родючість ґрунтів. Основні напрямки раціонального використання та охорони земельних ресурсів. Економічні збитки від порушення земель. Економічний аспект раціонального землекористування. Стан господарського використання земельних ресурсів. Забруднення земельних угідь в агропромисловому виробництві. Особливості розрахунку збитків в агропромисловому секторі. Способи визначення вартості рекультиваційних робіт. Основні шляхи поліпшення використання та охорони земельних угідь.

**Основні механізми економіки природокористування.** Основні адміністративно-правові механізми захисту навколишнього середовища. Економічний механізм охорони навколишнього середовища та його мета. Основні завдання. Система економічного стимулювання природоохоронної діяльності і її інструменти. Удосконалення ціноутворення з врахуванням економічних факторів. Екологічне оподаткування. Податкові пільги. Кредитування екологічної діяльності. Торгівля ліцензіями. Розвиток екологічних фондів. Розробка екологічних програм. Ринок екологічних послуг. Система «застава-повернення». Екологічне страхування та його об'єкти. Економічні аспекти сучасної екологічної політики. Механізми стимулювання приватного капіталу. Система державних гарантій по кредитах.

Економічні нормативи і ліміти при забрудненні навколишнього середовища. Плата за забруднення. Платежі і податки за забруднення. Фінансові норми, нормативи і ліміти під час використання природних ресурсів. Фінансові санкції і штрафи за екологічні порушення. Нормативні та питомі викиди. Субсидії. Система обов'язкової відповідальності. Податки за забруднення. Податки за екологічно шкідливу для споживачів продукцію. Плата за повернуті викиди і технологічні премії за використання природозберігаючих технологій. Податкові пільги. Система ліцензій, купівля-продаж прав на забруднення. Створення системи пільг, спрямованих на розвиток еколого-безпечних виробництв, гнучкі екоподатки на продукт.

Основне призначення платежів. Джерела платежів. Економічний зміст базової ставки. Розрахунок збору за викиди стаціонарними та пересувними джерелами забруднення атмосферного повітря. Розрахунок збору за забруднення поверхневих водойм та розміщення відходів.

**Природоохоронне інспектування.** Склад та повноваження Державної екологічної інспекції. Положення про Державну екологічну інспекцію Міністерства охорони навколишнього природного середовища України. Основні завдання та функції Державної екологічної інспекції. Права екологічної інспекції. Послуги, які можуть надаватися підрозділами Державної екологічної інспекції. Порядок організації інспекторських перевірок. Мета інспекторської перевірки. Порядок проведення перевірки режимних об'єктів. Перелік обов'язкових документів, які повинен мати інспектор при проведенні перевірки. Обов'язки керівництва об'єкту під час проведення перевірки. Фактори, які визначають частоту проведення перевірки об'єктів з питань охорони навколишнього середовища. Види перевірок та їх характеристика. Порядок проведення інспекторської перевірки. Підготовка до перевірки. Перелік документів, з якими повинен ознайомитися інспектор в ході підготовки до перевірки. Документи, які необхідно оформити для проведення перевірки. Документальне оформлення результатів перевірки: «Акт перевірки дотримання вимог природоохоронного законодавства», припис, протокол. Положення про громадських інспекторів з охорони довкілля. Організація діяльності громадських інспекторів, Порядок їх призначення та координація їх діяльності. Права та обов'язки громадських інспекторів, позбавлення повноважень громадського інспектора.

Порядок проведення інспекторської перевірки стаціонарних джерел забруднення. Аналіз причин виявленого наднормативного і над лімітного викидів. Розрахунок наднормативного

викиду та терміну роботи джерела в режимі наднормативного викиду. Перевірка роботи санітарно-промислової лабораторії: кадрова, забезпеченість, нормативно-технічна та методична документація, прилади і обладнання, ведення журналів первинного обліку. Перевірка пересувних джерел забруднення атмосферного повітря. Результати перевірки, які повинні бути відображені у акті перевірки. Перевірка наявності, оснащеності та забезпечення можливості роботи контрольно-регулювальних пунктів (КРП). Перевірка вмісту забруднювальних речовин у викидах відпрацьованих газів автомобілів.

Перевірка водоспоживання. Перевірка системи розділення, очищення і відведення промислових і господарсько-побутових стічних вод. Перевірка протиаварійних заходів, зафіксованих випадків аварій, прийнятих заходів по їх ліквідації, розмірів нанесених збитків та санкцій прийнятих до винних осіб. Перевірка відомчого лабораторного контролю на підприємстві: відповідності наявних приміщень, атестації, обладнання, фахового рівня персоналу. Перевірка потенційних джерел забруднення поверхневих і підземних вод та загального санітарного стану об'єкту. Перевірка водоохоронної діяльності: раціональності використання води, існуючих систем водопостачання, використання води для різних потреб. Екологічний контроль за впливом сільськогосподарських об'єктів на водні ресурси. Головна відмінність впливу тваринницьких комплексів на водні об'єкти від промислових об'єктів. Основні джерела забруднення поверхневих і підземних вод на прилеглий до тваринницького комплексу території. Екологічний контроль за впливом сільськогосподарських об'єктів на водні ресурси.

Основні завдання та принципи державного контролю за використанням та охороною і земель. Інспекторська перевірка суб'єктів, що здійснюють господарську діяльність у межах водоохоронних зон. Основні порушення земельного законодавства. Основні вимоги законодавства України в галузі охорони надр. Повноваження та права органів державного геологічного контролю та органів державного гірничого нагляду. Порядок інспекторської перевірки суб'єктів, які використовують надра.

Організаційно-економічні заходи щодо забезпечення утилізації відходів і зменшення обсягів їх утворення. Порядок проведення інспекторської перевірки з питань розміщення та складування відходів. Державний контроль у сфері діяльності, пов'язаної з пестицидами й агрохімікатами. Основні принципи державної політики. Порядок проведення інспекторської перевірки у сфері діяльності, пов'язаної з пестицидами й агрохімікатами.

Державний контроль лісів та інших рослинних ресурсів та повноваження Міністерства екології та охорони природних ресурсів. Етапи інспекторської перевірки суб'єктів лісгосподарювання. Випадки, коди складається протокол про адміністративні порушення. Державний контроль у галузі охорони, використання та відтворення тваринного світу. Повноваження органів Міндовкілля та Державного лісового агентства України, Держкомітету рибного господарства та його органів на місцях. Порядок проведення інспекторської перевірки мисливських угідь. Порядок проведення інспекторської перевірки з дотримання законодавства в галузі охорони рибних запасів. Державний контроль за природокористуванням і заповідним режимом на територіях природно-заповідного фонду. Мета державного контролю. Порядок проведення інспекторської перевірки на територіях природно-заповідного фонду. Оформлення результатів перевірки: складання актів та протоколів. Випадки, коли складається протокол про виявлені порушення.

Головні завдання служби екологічного контролю на кордоні. Екологічний контроль транспортних засобів. Вимоги до автотранспортних засобів у разі перевезення небезпечних вантажів. Екологічний контроль морських та річкових суден: мета та послідовність перевірки. Основні завдання екологічного контролю вантажів. Види безпосереднього екологічного контролю вантажу. Особливості перевірки вантажів на морських та річкових суднах. Екологічний контроль об'єктів рослинного та тваринного світу. Перелік об'єктів тваринного та рослинного світу, які підлягають перевірці. Радіаційний контроль, основні завдання. Рівні радіаційного контролю вантажів багажу та транспортних засобів, які перетинають державний кордон. Хіміко-аналітичний контроль речовин.

Основні порушення природоохоронного законодавства. Основні порушення законодавства про охорону атмосферного повітря. Основні порушення водного законодавства. Порушення водного законодавства в частині охорони морських вод. Докази, які підтверджують факти порушення правил раціонального використання водних ресурсів і їх охорону. Основні порушення в галузі використання надр. Основні порушення у сфері поводження з відходами. Основні порушення законодавства у сфері діяльності, пов'язаній з пестицидами й агрохімікатами. Основні порушення природоохоронного законодавства про природно-заповідний фонд. Основні порушення екологічного законодавства під час перетину кордону.

Повноваження державної екологічної інспекції по застосуванню мір впливу при порушенні природоохоронного законодавства. Основні заходи впливу та порядок їх застосування. Адміністративні заходи впливу: штраф, конфіскація вилученого предмета, який став знаряддям вчинення або безпосереднім об'єктом адміністративного правопорушення, позбавлення спеціального права, наданого даному громадянину. Зміст протоколу про адміністративне правопорушення. Зміст постанови в справі про адміністративне правопорушення. Заходи дисциплінарного впливу. Суб'єкти, щодо яких вони застосовуються. Порядок притягнення до дисциплінарної відповідальності. Відшкодування збитків, завданих порушенням природоохоронного законодавства. Основні методики розрахунку збитків. Порядок відшкодування збитків юридичними і фізичними особами. Обмеження або припинення фінансування об'єктів будівництва. Основні причини застосування заходу впливу. Порядок обмеження або припинення (тимчасово) будівництва, реконструкції, розширення об'єктів, що ведеться з порушенням природоохоронного законодавства. Обмеження або тимчасова заборона (зупинення) виробничої діяльності окремих промислових установок, цехів, підприємств, організацій і установ. Основні причини застосування заходу впливу. Порядок обмеження або тимчасової заборони (зупинення) виробничої діяльності. Припинення дії дозволів та права спеціального використання. Види скасування дозволів: тимчасовий і остаточний. Причини остаточного скасування дозволів. Порядок остаточного скасування дозволів. Притягнення до кримінальної відповідальності.

**Екологічна паспортизація територій.** Зміст екопаспорту території: компоненти природного середовища; природні і природно-антропогенні об'єкти; природні комплекси, природні території, які особливо охороняються; природні екологічні системи; захисні, охоронні та інші функціонально-територіальні зони; земельні ділянки та розташовані на них об'єкти, комплекси, системи; суб'єкти господарської та іншої діяльності; впливи на навколишнє середовище. Зміст екологічного паспорту поверхневих водойм, рекомендації щодо підвищення стійкості екологічної системи. Основні джерела вихідної інформації для складання паспортів річок: матеріали комплексних польових обстежень річок та їх басейнів; дані багаторічних спостережень за режимом поверхневих і підземних вод; відомості про природні умови регіону; архівні матеріали про екстремальні показники гідрометеорологічних характеристик; матеріали інженерно-гідрометеорологічних і спеціальних експедиційних досліджень; топографічні й тематичні карти і плани, складені за матеріалами аерофотозйомок; дані водообліку; Державний водний кадастр; схеми комплексного використання та охорони водних ресурсів; Державний земельний кадастр та природно-сільськогосподарське районування території басейну річки; фондові й оперативні дані наукових та проектних організацій. Зміст еколого-агрохімічного паспорту земельної ділянки (поля): родючість ґрунтів (агрохімічні – тип засолення, ступінь засолення, вміст в орному шарі ґрунту гумусу і фізико-хімічні – кислотність, лужність та агрофізичні властивості – щільність ґрунту, вміст вологи); рівень їх забруднення важкими металами, радіонуклідами, залишками пестицидів та іншими токсикантами.

Мета паспортизації міст: розробка лімітів і договорів використання природних ресурсів підприємствами міста; визначення гранично допустимих навантажень і лімітів забруднення навколишнього середовища підприємствами; визначення платежів підприємств міста за використання природних ресурсів і забруднення навколишнього середовища; прийняття

екологічного статусу міста та його районів (безпечний, небезпечний, надзвичайний тощо); розробка заходів щодо екологічного й соціального захисту населення.

Зміст екологічного паспорту адміністративних одиниць. Загальна характеристика. Фізико-географічна характеристика. Виробничий комплекс. Перелік екологічно небезпечних об'єктів. Характеристика основних джерел забруднення атмосферного повітря. Стан використання та охорони водних об'єктів. Земельні ресурси. Лісові ресурси. Надра. Тваринний і рослинний світ. Природно-заповідний фонд. Формування екологічної мережі. Характеристика стану поводження з відходами (промисловими, поводження з отруйними речовинами, твердими побутовими відходами, поводження з непридатними та забороненими до використання пестицидами та отрутохімікатами. Ядерна та радіаційна безпека. Екологічний контроль. Державний контроль за дотриманням вимог природоохоронного законодавства. Екологічні проблеми: основні чинники та критерії для визначення пріоритетів; визначення пріоритетних проблем; аналіз пріоритетних проблем.

Цілі і завдання екологічної паспортизації об'єктів. Паспортизація потенційно небезпечних об'єктів. Методологічні особливості екологічної паспортизації промислових об'єктів і технологій. Послідовність паспортизації. Структура і зміст екологічного паспорту підприємства. Загальні дані про підприємство. Цехи і виробничі об'єкти. Використання земельних ресурсів (відведення земель в тимчасове використання). Дані по рекультивації порушених земель і зняття порушеного шару ґрунту. Характер сировини, використання матеріальних і енергетичних ресурсів. Витрати сировини і допоміжних матеріальних ресурсів. Витрати енергоресурсів. Характеристика викидів в атмосферу. Характеристика джерел викидів в атмосферу, характеристика викидів шкідливих речовин в цілому по підприємству. Дані про транспорт підприємства. Характеристика водопостачання і водовідведення. Кількість води, яка відбирається з водних об'єктів, використаної і переданої іншим підприємствам, характеристика джерел стічних вод, очисних систем, водоочисних систем. Характеристика відходів. Характеристика відходів, що утворюються на підприємстві, характеристика основних полігонів і накопичувачів, призначених для захоронення (складування) відходів. Порядок введення державного обліку та паспортизація відходів. Складання паспорта місць видалення відходів. Дані з еколого-економічної діяльності підприємства. Розміри платежів за викиди (скиди) забруднюючих речовин в навколишнє середовище і розміщення відходів. Розрахунки норм граничнодопустимих викидів, скидів, шкідливих впливів.

**Теоретичні засади сталого розвитку Соціологічні, економічні та екологічні аспекти стратегії сталого розвитку.** Поняття „сталий розвиток”, основні положення концепції сталого розвитку. Фактори, які визначають сталий розвиток. Історія концепції сталого розвитку. Виникнення терміну «сталий розвиток». Теоретичні засади захисту навколишнього природного середовища. Соціоекологічні аспекти стратегії сталого розвитку. Принципи сталого розвитку. Причини глобальної кризи людської цивілізації та її складові. Концепція сталого розвитку людської цивілізації.

Екологічна, економічна та соціальна складові сталого розвитку. Державна політика регулювання кожної складової. Особливості реалізації державної політики щодо складових сталого розвитку у розвинутих країнах та країнах, що розвиваються.

Цілі розвитку тисячоліття. Цілі сталого розвитку. Завдання та індикатори цілей сталого розвитку. Шляхи досягнення цілей сталого розвитку. Адаптація глобальних цілей до національних особливостей. Контроль за досягненням цілей сталого розвитку. Роль ПРООН у реалізації ЦСР в Україні.

**Стратегія сталого розвитку регіонів різного типу і статусу. Освіта для сталого розвитку.** Індикатори сталого розвитку та система глобальних вимірів стійкості. Використання індикаторів сталого розвитку для порівняння прогресу країн. Вимірювання сталого розвитку. Нормування та інтегрування індексів сталого розвитку. Порогові значення індикаторів. Стимулятори та дестимулятори сталого розвитку. Ступінь гармонізації.

Цілі розвитку тисячоліття в глобальному та українському контексті. Соціальна,

економічна та екологічна складові сталого розвитку: параметри, критерії, та ін. Концепція сталого розвитку України. Фактори нестійкості розвитку. Особливості переходу України до сталого розвитку. Сучасна концепція розвитку України, закладена у програмі «Україна — 2020». Концепції сталого розвитку міст України (Ужгорода, Києва, Львова, Севастополя, Донецька та ін.). Стратегія екологічної безпеки України. Засади сталого розвитку як методологічна основа формування національної екологічної політики на період до 2020 року.

Особливості формування концепції екологічної освіти. Принципи освіти для сталого розвитку: Впровадження стратегії сталого розвитку у сферу освіти. Науковий та освітній виміри сталого розвитку суспільства. Роль науки та освіти у визначенні засад сталого розвитку. Зміцнення наукової бази з метою сталого розвитку і нового управління. Переорієнтація освіти на сталий розвиток. Ділові та імітаційні ігри у освіті для сталого розвитку.

Глобальні моделі світового розвитку. Класифікація шкіл сучасної глобалістики. Цінності «глобального гуманізму». Інвайронментальна парадигма. Принципи конструювання моделі керованої сталої світової системи. Концепція сучасного раціоналізму М. М. Мойсеєва. Суть суперечності «глобальність — регіональність». Алярмістські моделі розвитку людства.

**Основні етапи становлення та вдосконалення системи моніторингу довкілля. Структура та рівні моніторингу довкілля.** Зародження поняття «моніторинг». Сучасне трактування цього поняття. Завдання моніторингу навколишнього середовища. Складові елементи моніторингу – спостереження, аналіз, прогноз, прийняття рішень про запобігання негативним змінам у стані довкілля, їх завдання. Види аналізу: біологічний, хімічний, фізичний, екологічний, математичний, соціальний. Основні методи прогнозу: метод експертної оцінки, метод екстраполяції та інтерполяції, метод моделювання. Рівні, на яких приймаються рішення для покращення екологічного стану біосфери, регіону чи об'єкту (міжнародний, міждержавний, державний, регіональний, локальний). Оцінка якості об'єктів навколишнього природного середовища як результат моніторингу стану довкілля. Процедури моніторингу довкілля.

Глобальна система моніторингу навколишнього середовища. Регіональні системи моніторингу, локальний моніторинг стану довкілля. Система контролю стану природного середовища в Україні. Основні завдання системи державного моніторингу в Україні. Суб'єкти системи моніторингу України (органи державної виконавчої влади), їх завдання та зв'язок між ними. Системи контролю природного середовища в зарубіжних країнах. Суб'єкти системи моніторингу зарубіжних країн. Системи комплексного моніторингу довкілля у провідних країнах світу: Великобританії, США, Швеції, Шотландії, Німеччині, Франції, СНД).

Принципи класифікації: за реакціями складових біосфери – геофізичний, біологічний, екологічний, соціальний; за об'єктами середовища – моніторинг атмосфери, гідросфери, літосфери, біосфери; за факторами та джерелами забруднення – інгредієнтний моніторинг, моніторинг викидів в атмосферу, в гідросферу, на ґрунти; за глобальністю підходу – моніторинг озонового шару (парникового ефекту), Світового океану, клімату, моніторинг біосфери (флори і фауни), генетичний моніторинг.

Екологічний моніторинг довкілля, напрямки його діяльності. Екологічний контроль. Види екологічного моніторингу: загальний (стандартний), оперативний (кризовий), фоновий науковий). Рівні екологічного моніторингу.

Фоновий моніторинг і його роль у оцінці стану біосфери. Завдання фонового моніторингу. Програма контролю в біосферних заповідниках. Хімічні речовини, які підлягають контролю на фонових станціях та у біосферних заповідниках.

Глобальна система моніторингу навколишнього природного середовища та її завдання. Рівні глобального моніторингу: імпактний, регіональний, фоновий.

**Методологічне та методичне забезпечення систем моніторингу довкілля. Технічне та програмне забезпечення моніторингу навколишнього природного середовища.** Методологічна та методична основа моніторингу навколишнього природного середовища. Використання єдиної науково-методичної бази при вимірюванні параметрів стану довкілля. Критерії для моніторингу забруднюючих речовин та пріоритетність цих речовин.

Впровадження уніфікованих методів аналізу та прогнозування стану довкілля.

Пріоритетні напрямки сучасної системи моніторингу довкілля. Хімічні, фізико-хімічні, фізичні, біологічні, санітарно-біологічні, токсикологічні, радіологічні методи визначення показників, що характеризують склад, властивості джерел забруднення та стан об'єктів природного середовища.

Засоби визначення показників стану природного середовища: стаціонарні, пересувні, переносні, дистанційні, аерокосмічні та ін. Автоматичні системи контролю стану довкілля, їх характеристика.

Впровадження єдиної системи обміну структурованими повідомленнями у системі комплексного екологічного моніторингу довкілля: комп'ютерна технологія обміну документами. Використання сучасних засобів комп'ютеризації процесів ведення баз та банків даних. Уніфіковані сервери, їх роль.

Системно організовані науково-технічні комплекси із блочно-модульним принципом загальної структури: проблемно-орієнтовані комплекси контролю (ПОКК), технічні засоби передавання і приймання оперативної та поточної інформації з пунктів первинного моніторингу, інформаційно-аналітичний експертний центр (ІАЕЦ), обладнаний локальною комп'ютерною мережею, інтернетом або іншими засобами оперативного зв'язку.

Застосування методів картування та картографування екологічної інформації, технологій з використанням географічних інформаційних систем. Організація передачі повідомлення та формування статистичних звітностей про надзвичайні ситуації в комп'ютерних мережах користувачів різних рівнів.

Удосконалення нормативного, методичного та технічного забезпечення.

**Моніторинг об'єктів довкілля.** Характеристика водних ресурсів на Землі та на Україні. Основні фактори та джерела забруднення водостоків та водойм (природні, антропогенні, зовнішні, внутріводомищні, тощо). Оцінка якості води у ріках та водоймах в умовах антропогенного навантаження. Гідрологічні показники середньої забрудненості та загального навантаження річного стану.

Лімітуючі та репрезентативні гідрохімічні показники якості поверхневих вод. БСК та ХСК – як міра наявності органічних забруднювальних речовин у поверхневих водах. Головні завдання та основні елементи моніторингу поверхневих вод суші. Загальні принципи розташування пунктів спостережень: стаціонарні, спеціалізовані та тимчасові. Категорії пунктів спостережень. Програми спостережень, автоматизовані системи спостережень та контролю за станом вод. Методи біотестування якості вод.

Промислові та комунально-побутові стічні води. Компоненти, які визначають у водах, що поступають у каналізаційну очисну систему. Стабільність стічних вод. Визначення БСК стічних вод: стандартний метод, метод виробничих стічних вод і метод продування кисню. Хімічне споживання кисню. Визначення інших показників стічних вод: завислі речовини, сухий залишок, прожарений залишок, електропровідність, окислюваність води, хлороємність води, загальна лужність води.

Джерела та види забруднень світового океану. Вплив забруднювачів та життєдіяльність морських організмів. ГДК забруднювальних речовин в морському середовищі. Процеси самоочищення морського середовища від забруднення. Загальні вимоги до організації мережі моніторингу морського середовища. Категорії пунктів спостережень. Програми спостереження та контролю за станом морських вод. Сучасний стан забруднення світового океану та заходи по покращанню його стану.

Основні джерела та забруднювальні речовини повітря. Критерії санітарно-гігієнічної оцінки атмосферного повітря (ГДК, ВДК, ЛК, ОБУВ та ін.). Визначення переліку речовин, що належить контролювати. Організація спостережень та контролю забруднення атмосферного повітря. Загальні вимоги до організації спостережень за забрудненням повітря. Кількість постів спостережень та їх розміщення. Програми та строки спостережень.

Методика відбору проб атмосферного повітря для аналізу. Забезпечення вірогідності результатів спостережень. Складання таблиць для забруднення атмосфери для

автоматизованої обробки результатів аналізу. Роль метеорологічних спостережень в контролі забруднення атмосферного повітря. Умови погоди, сприятливі для накопичення шкідливих домішок в атмосфері, утворення смогу та інших негативних атмосферних явищ.

Спостереження на стаціонарних, маршрутних та підфакельних пунктах. Спостереження за хімічним складом опадів та документація метеоспостережень. Обстеження стану забруднення атмосфери – мета, види, засоби. Комплексне обстеження. Узагальнення обстеження стану забруднення атмосфери.

Земельні ресурси та їх стан. Земельні ресурси України, їх стан, склад, та стан рослинного покриву на Україні. Площа лісів України, їх географічне розташування та роль в екологічному балансі. Природні та антропогенні фактори деградації ґрунтів та рослинного покриву. Санітарно-гігієнічні показники ґрунтів. Основні принципи організації спостережень та контролю рівня забруднення ґрунтів і рослин пестицидами, важкими металами, радіонуклідами, солями, тощо. Складання карт забрудненості ґрунтів і рослинного покриву. Біомоніторинг довкілля.

Фактори радіаційного забруднення:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -природне радіоактивне випромінювання, їх виникнення і вплив на живі організми. Джерела радіоактивного забруднення. Радіаційна обстановка на Україні. Структури радіаційного моніторингу України. Категорії постів спостережень та контролю радіаційного фону. Автоматизована система радіаційних спостережень.

Класифікація методів моніторингу довкілля: хімічні, фізичні, фізико-хімічні та ін., їх принципи. Переваги та недоліки хімічних, фізичних та фізико-хімічних методів аналізу об'єктів довкілля. Автоматизовані та дистанційні методи контролю забруднення повітря, вод, ґрунтів, рослинного покриву, снігового покриву, тощо.

**Місце і роль задач моделювання в комплексі взаємопов'язаних задач аналізу та прогнозування екологічних процесів.** Проблеми екології та математичне моделювання. Біосфера і актуальність проблеми охорони навколишнього середовища. Застосування задач моделювання і прогнозування до об'єктів навколишнього середовища. Класифікація моделей. Математичні моделі. Основні принципи математичного та імітаційного моделювання. Методологія математичного моделювання природного середовища. Етапи створення моделі. Системний підхід до вивчення математичних моделей. Поняття про прогноз. Методи прогнозування. Види прогнозу. Принципи прогнозування. Етапи прогнозування.

Елементарні функції та їх використання в екології. Способи задання функції. Лінійна, пряма та обернена пропорціональні залежності. Гіперболічна та параболічна залежності. Дробово-лінійна функція. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Степенева, показникові та логарифмічні функції. Приклад застосування в екології показникової і логарифмічної функцій (на прикладі розмноження бактерій). Тригонометричні функції: означення то графіки, основні їх співвідношення та застосування до моделювання періодичних процесів.

Поняття про диференціальні рівняння. Задача Коші. Похідна та її геометричний зміст. Механічний зміст похідної. Операції диференціювання та інтегрування. Способи розв'язку диференціальних рівнянь: аналітичний (метод Бернуллі, Лагранжа та ін.) та чисельний. Недоліки аналітичних методів розв'язання диференціальних рівнянь. Поняття про чисельні методи. Метод Ейлера. Модифікований метод Ейлера. Метод Рунге-Кутта 1-4 порядків. Приклад простої математичної моделі в екології із побудовою похідної та диференціального рівняння

Поняття наближеного числа. Класифікація похибок наближених чисел. Абсолютна похибка. Відносна похибка. Форми запису наближеного числа. Поняття про значущі цифри. Заокруглення чисел. Оцінка похибок значень функцій. Особливості комп'ютерної реалізації моделей. Види помилок і похибок при комп'ютерній реалізації. Обернений аналіз похибок. Класифікація моделей.

Поняття про системи диференціальних рівнянь. Способи розв'язку систем диференціальних рівнянь: аналітичний та чисельний. Метод Ейлера. Модифікований метод Ейлера. Метод Рунге-Кутта 4-го порядку. Приклад застосування систем диференціальних

рівнянь в екології.

Прогностичні рівняння. Застосування прогностичних рівнянь в проблемі екологічного моніторингу. Інтегрування прогностичних рівнянь.

Побудова емпіричних формул графічним способом. Метод найменших квадратів. Середньоквадратичне-відхилення. Дисперсія. Моделювання лінійних процесів (лінійний регресійний аналіз). Моделювання нелінійних процесів (Нелінійний регресійний аналіз). Побудова емпіричної формули методом найменших квадратів до моделювання нелінійних процесів. Застосування регресійного аналізу для прогнозу стану довкілля.

**Застосування моделювання в екології.** Моделювання динаміки популяцій. Експоненціальний закон. Види між популяційних взаємовідносин. Гіпотези Вольтера щодо співіснування популяцій. Дослідження найпростіших моделей. Модель Мальтуса. Закон прямої пропорціональної залежності. Графік зростання популяції. Логістичне рівняння стабілізації чисельності популяції. Модель «конкуренції». Модель Вольтера-Лотки («хижак-жертва»).

Моделювання трофічного ланцюга. Концептуальна та математична модель трофічного ланцюга. Математичні моделі спрощеного трофічного ланцюга водної екосистеми.

Особливості водних екосистем. Основні завдання гідроекології. Основні принципи та особливості математичного моделювання гідроекологічних процесів. Фактори, що впливають на формування якості води у поверхневих водах. Аналітичні методи моделювання водних об'єктів. Балансові моделі. Принцип збереження маси води. Принцип збереження енергії потоку. Принцип збереження маси речовини, що піддається біодеградації. Принцип збереження маси розчиненого кисню. Поняття про ассимилюючу здатність потоку.

Фактори, що впливають на стан водного об'єкта. Схема побудови імітаційної моделі гідрохімічного та водного режимів. Моделювання розподілу домішок в водних потоках від різних джерел викиду (миттєвих, неперервної дії). Концепція одержання рівняння розповсюдження забруднювальної речовини у річковій, озерній системах та системах ґрунтових вод. Кисневий режим і деструкція органічних речовин. Модель РК-БПК. Модель Флепса-Стрітера. Багатокамерна двокомпонентна модель. Модель Флепса-Стрітера для відкритих систем.

Постановка задачі розрахунку поширення атмосферних домішок. Типи стаціонарних організованих джерел забруднення атмосфери. Формування димового факела викиду забруднювальних речовин в атмосферу. Умови, які впливають на розповсюдження домішок у зоні джерела викидів в атмосферу. Моделювання дальності розповсюдження домішок в атмосфері. Моделювання факторів впливу на забруднення повітря. Типові моделі розповсюдження забруднювальних речовин в атмосферу: модель "клубка", "факела" та "пера".

Рівняння балансу атмосферних домішок. Початкові граничні умови. Розповсюдження пасивних атмосферних домішок від миттєвих та постійнодіючих джерел при постійному коефіцієнті турбулентності. Рівняння балансу атмосферних домішок при стаціонарних процесах для граничного шару атмосфери.

Емпіричні моделі. Емпірична модель Берлянда. Математичне моделювання концентрації домішок у приземному шарі атмосфери. Особливості моделювання забруднення атмосфери викидами лінійного джерела. Особливості моделювання забруднення атмосфери викидами групи джерел та площинних джерел. Моделювання якості стану атмосфери. Фонові концентрації домішки у атмосферному повітрі. Моделювання процесу розповсюдження інертних газоподібних викидів від різних видів джерел - точкових, лінійних, площинних. Статистичні моделі забруднення атмосферного повітря. Модель Сетгонна. Метод розпізнавання образів. Метод послідовної графічної регресії. Прогноз забруднення атмосфери міста.

Методика розрахунку концентрацій ОНД-86. Константи та змінні, що використовуються у методиці, їх значення і фізичний зміст. Прогноз приземного поля концентрацій домішок. Прогноз концентрації домішок у залежності від висоти. Прогноз полів концентрацій домішок від точкових та лінійних джерел. Алгоритм оптимізації взаємно діючих джерел викиду.

Моделювання основних процесів життєдіяльності рослин. Моделювання міграції радіонуклідів в агроценозах. Системний підхід до вивчення процесів міграції радіонуклідів в агроценозах. Моделі міграції радіонуклідів у системі «грунт-рослина». Математичне моделювання процесу поглинання важких металів ґрунтом і рослинами.

Основні характеристики ґрунту, які обумовлюють поглинання важких металів. Розрахунок швидкості поглинання та міграції важких металів у ґрунті і рослинах та коефіцієнта токсичності важких металів для рослин.

Моделювання впливу осолонцювання та засолення ґрунту на ріст і розвиток рослин та їх екологічну чистоту. Розрахунок виносу біогенних елементів із сільськогосподарських угідь.

Адекватність моделі. Порівняння результатів прогнозу за різними моделями. Критерії адекватності. Оцінка достовірності прогнозу. Поняття про експертні системи. Теорія прийняття рішення. Економіко-статистичний підхід до регулювання забруднення.

**Основні поняття геоінформатики.** Поняття геоінформатики та геоінформаційних систем. Історія виникнення і початкові завдання ГІС. Підсистема введення даних. Підсистема зберігання та редагування. Підсистема аналізу. Підсистема виводу. Растрові моделі даних. Векторні моделі даних. Проекції та системи координат. Нетопологічні моделі даних. Топологічні моделі. Міжшарова топологія. Формати векторних даних. Бази даних (БД). Варіанти організації БД. Типи структур БД. Атрибутивні дані (атрибути об'єкта) і атрибутивні таблиці. Пошук атрибутів. Кодування атрибутивної інформації. Перевірка і редагування даних. Види помилок. Модель TIN. Структура TIN. Створення TIN. Триангуляція і топологія. Просторові об'єкти TIN. Модель GRID. Структура GRID. Інтерполяція. Методи інтерполяції. Дозвіл GRID. Пірамідні шари. Просторова прив'язка GRID. Переваги та недоліки GRID. Модель TGRID. Картографічне виведення. Принципи графічного дизайну. Зовнішні фактори картографічного дизайну. Нетрадиційне картографічне виведення.

**Функціональні та аналітичні можливості ГІС.** Огляд сучасних ГІС (ArcView, MapInfo). Структура та можливості. Моделювання в ГІС. Нейронні мережі. Методи і засоби візуалізації даних і результатів моделювання. Мережеві технології та Інтернет. Системи підтримки прийняття рішень. «Інтелектуалізація» ГІС. Створення експертних систем. Картометричні операції. Операції вибору. Рекласифікація. Картографічна алгебра. Статистичний аналіз. Просторовий аналіз. Оверлейний аналіз. Мережний аналіз. Реалізація ГІС. Глобальні проекти. Міжнародні, національні програми. Регіональні та локальні ГІС. Досвід застосування ГІС для дослідження стану та управління якістю навколишнього середовища. Перспективи розвитку геоінформатики. Роль геоінформатики в екологічних аспектах переходу регіонів до сталого розвитку.

**Системний аналіз якості навколишнього середовища.** Передумови та необхідність виникнення системного підходу. Ознаки системного підходу. Принципи системного підходу. Цілі і завдання курсу. Задачі системного аналізу в екології. Основні терміни і визначення системного аналізу: системний аналіз, складна система, надсистема, нечітко поставлені цілі, тощо. Призначення системного аналізу. Предмет системного аналізу. Застосування системного аналізу до екологічних систем.

Поняття системи. Класифікація систем. Види систем: абстрактні (описові і математичні) та матеріальні (природні, штучні, змішані), закриті і відкриті, прості і складні. Властивості систем. Елементи системи. Ознаки складної системи: цілісність, якісна визначеність, відмежованість відносно середовища, гетерогенність і структурованість, взаємодія частин системи між собою, взаємодія і зв'язок з навколишнім середовищем, наявність інтегрованих характеристик, емерджентність, наявність цілей та їх сукупності, ціленаправленість. Система і проблема. Система і середовище.

Методологія системного дослідження, орієнтована на дослідження існуючих систем та виявлення проблем. Характерні особливості системного аналізу та його основні етапи: вибір проблеми, постановка задачі та обмеження ступеню її складності, встановлення ієрархії цілей і задач, вибір шляхів вирішення задачі, моделювання, оцінка можливих стратегій, впровадження результатів. Вибір змінних, що характеризують систему та її керованість.

Постановка завдання системного аналізу.

Поняття експертних оцінок. Цілі експертного оцінювання. Методи колективної роботи експертної групи: Метод «мізкового штурму», метод «сценаріїв», метод «ділових ігор», метод «круглого столу», метод «суду». Методи виявлення індивідуальної думки членів експертної групи: методи анкетного опитування, інтерв'ю, метод Дельфі. Метод дерева цілей. Переваги і недоліки методів експертних оцінок.

Етапи експертного оцінювання: постановка мети дослідження; вибір форми дослідження, визначення бюджету проекту; підготовка інформаційних матеріалів, бланків анкет, інвентарю і модератора процедури; вибір експертів; проведення експертизи; статистичний аналіз результатів; підготовка звіту з результатами експертного оцінювання.

Похибка першого та другого роду. Розрахунок похибок. Вплив об'єму вибірки на результати досліджень. Дисперсія, середньоквадратичне відхилення, похибка та стандартна похибка в екологічних дослідженнях. Кореляція рангів та її вимірювання. Визначення узгодженості думок експертів, розрахунок коефіцієнта конкордації. Поняття про ранг, ранжування, рангову кореляцію. Методи рангової кореляції. Обробка результатів експертного оцінювання. Розрахунок статистичних показників.

Поняття моделі, її визначення. Побудова моделей систем як основна процедура системного аналізу. Моделювання. Основні етапи моделювання. Цілі моделювання. Класифікація моделей за ціллю моделювання. Засоби побудови моделей. Властивості моделей. Сімейства моделей, їх властивості та умови реалізації. Абстрактні і матеріальні моделі. Аналогові і дискретні (цифрові) моделі. Види математичних моделей. Переваги та недоліки математичних моделей.

Роль моделювання в аналізі екологічних систем та природокористуванні. Збір інформації, використання наявних статистичних даних і оцінок експертів, постановка спеціальних експериментів. Конкретизація кількісних взаємозв'язків у еколого-економічних системах, перевірка кількісних взаємозв'язків між змінними.

Словесні і математичні моделі. Модель та імітація. Аналітичні та імітаційні моделі. Детерміновані і стохастичні математичні моделі. Популяція і вибірка. Функція правдоподібності. Стадії побудови детермінованих моделей. Принцип матеріального балансу. Закон діючих мас. Стехіометричні обмеження. Приклади побудови детермінованих моделей стану екосистем.

Види імовірнісних моделей екологічних процесів. Формальні та змістовні моделі. Принцип «чорної скриньки» та стадії створення статистичних моделей екологічних процесів. Приклади побудови статистичних моделей екологічних процесів. Змістовна модель типу «Склад системи» і «Структура системи». Теорія множин, теорія графів.

Динамічні моделі. Етапи системної динаміки. Основні характеристики динамічних моделей. Переваги та недоліки динамічних моделей. Матричні моделі. Матриця. Типи матриць: квадратні, одиничні, нульові, симетричні. Матриці вектор-стовпчик і матриця вектор-рядок. Характеристики матриць. Переваги та недоліки матричних моделей.

Марковські моделі як одні із типів стохастичних моделей. Марковська модель першого порядку. Марковський ланцюг. Основні умови застосування марковської моделі першого порядку. Значення марковських моделей в екології. Перехідні, замкнуті і поглинаючі стани. Побудова моделей марковського типу. Переваги і недоліки моделей марковського типу.

Оптимізаційні моделі, їх сутність та характеристика. Переваги та недоліки оптимізаційних моделей. Оптимальна стратегія хижака як приклад оптимізаційної моделі. Графічне вирішення простої задачі лінійного програмування.

Основні характеристики моделі теорії гри. Гра двох людей з нульовою сумою. Матриця гри, що вказує стратегії вирішення екологічних задач. Поняття «сідлових точок». Пошук «сідлових точок» як важливий момент у теорії гри. Матриця гри для різних стратегій.

Основні положення моделі теорії катастроф. Типи катастроф: катастрофа складка, катастрофа збірка. Властивість дивергенції на прикладі моделі катастрофи збірка. Приклад моделі, оснований на теорії катастроф, для захворювання голландського в'язу.

Теоретичні основи проведення одно- та багатовимірних методів аналізу біологічних об'єктів (регресійний, кореляційний, факторний, кластерний, дискримінантний аналіз). Лінійні моделі та обмеження їх застосування. Квадратичні, кубічні, експоненційні, логарифмічні моделі, рівні їх надійності. Отримання навичок застосування методів регресійного аналізу в екології.

Вимоги до вихідних даних для кореляційного аналізу. Емпіричний коефіцієнт кореляції. Рангові коефіцієнти кореляції. Похибка та достовірність коефіцієнта кореляції. Отримання навичок застосування кореляційних методів аналізу в екології.

Вимоги до вихідних даних для кластерного аналізу. Методи нормування вихідних вибірок. Алгоритм проведення кластерного аналізу. Методи кластеризації даних. Інтерпретація графічних результатів аналізу. Теоретичні та практичні аспекти кластерного аналізу в екології.

Поняття дисперсії. Задачі дисперсійного аналізу. Фактори, що розглядаються у дисперсійному аналізі. Однофакторний дисперсійний аналіз. Двофакторний дисперсійний аналіз.

Поняття, види та алгоритм проведення факторного аналізу. Теоретичні та практичні аспекти факторного аналізу в екології. Галузі застосування багатовимірних статистичних методів. Дискримінантні функції та їх геометрична інтерпретація. Розрахунок коефіцієнтів дискримінантної функції. Класифікація при наявності двох навчальних вибірок. Класифікація при наявності k навчальних вибірок. Взаємозв'язок між дискримінантними змінними і дискримінантною функцією. Теоретичні та практичні аспекти дискримінантного аналізу в екології.

Способи представлення інформації про результати дослідження: графічні, схематичні, табличні. Корисність одержаних результатів. Використання одного показника при виборі рішення, що пов'язане з ризиком. Дерево рішень. Страхування на випадок невдалого рішення. Приклад вибору дій, необхідних для підвищення рівня споживання природних ресурсів без суттєвого забруднення навколишнього середовища. Використання одного показника при виборі рішення, що пов'язаний з ризиком.

Екосистемний аналіз при дослідженні структури і функціонування екологічних систем. Продуктивність екосистем та її елементів. Продуктивність популяцій та екосистем. Основні показники продуктивності. Продуктивність біологічної системи. Схеми розрахунку продуктивності. Характеристики основних моделей розрахунку продуктивності популяцій. Дослідження структури і функціонування екосистем. Структура ценозів та видова різноманітність. Міжпопуляційні відносини в екосистемах.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування. – Львів: Новий Світ 2000, 2004. – 248 с.
2. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля. – К: Центр навчальної літератури, 2006. – 394 с.
3. Кучерявий В.П. Загальна екологія. – Львів: Вид-во «Світ», 2010. – 520 с.
4. Вінчук М.М. Загальна екологія. – Житомир: Видавництво державного університету «Житомирська політехніка», 2021. – 184 с.
5. Маленко Я.В., Ворошилова Н.В., Кобрюшко О.О., Перерва В.В. Загальна екологія. – Кривий Ріг: КДПУ, 2023. – 231 с.
6. Бобильов Ю.П., Бригадиренко В.В., Булахов В.Л., Гайченко В.А., Гассо В.Я., Дідух Я.П., Івашов А.В., Кучерявий В.П., Мальований М.С., Мицик Л.П., Пахомов О.Є., Царик Й.В., Шабанов Д.А. Екологія / за заг. редакцією О.Є. Пахомова. – Харків: Фоліо, 2014. – 666 с.
7. Москалець В.В., Москалець Т.З., Князюк О.В., Голунова Л.А. Загальна екологія. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 160 с.
8. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. – Львів: Новий Світ-2000, 2004. – 256 с.
9. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. Техноекологія: підручник / За ред. М.С.Мальованого. – Львів: Національний університет

«Львівська політехніка», 2013. – 424 с.

10. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. – Львів: Новий Світ-2000, 2004. – 256 с.

11. Клименко М.О., Залеський І.І. Техноекологія. – Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2010. – 298 с.

12. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольський та ін. – К.: Ліра, 2000.-552с.

13. Станкевич С.В., Головань Л.В. Техноекологія. – Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2020. – 338 с.

14. Войницький А.П., Дубровський В.П., Боголюбов В.М. Техноекологія / За редакцією В.М. Боголюбова. – Київ: Аграрна освіта, 2009. – 533 с.

15. Фурдичко О.І., Славов В.П., Войцицький А.П. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. – К.: Основа, 2008. – 360 с.

16. Некос В.Ю. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Підручник для екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів з грифом МОНУ / В.Ю. Некос, Н.В. Максименко, О.Г. Владимірова, А.Ю. Шевченко – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2007. – 288 с.

17. Максименко Н.В., Владимірова О.Г., Шевченко А.Ю., Кочанов Е.О. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище: підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2016. – 264 с.

18. Шмандій В.М., Некос В.Ю. Екологічна безпека / Підручник. – Харків-Кременчук: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2008. – 436 с.

19. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль. – К.: КНТ, Дакор, Основа, 2007. – 410 с.

20. Романченко І.С., Сбітнєв А.І., Бутенко С.Г. Екологічна безпека: екологічний стан та методи його моніторингу. – К.: Б.в., 2006. – 554 с.

21. Петков В.П. Екологічна безпека. – К.: Видавництво Патерик, 2013. – 216 с.

22. Хилько М.І. Екологічна безпека України. – К.: Б.в., 2017. – 267 с.

23. Хилько М. І. Екологічна безпека України: у запитаннях та відповідях. – К.: Знання України, 2006. – 144с.

24. Самойленко В.М. Географічні інформаційні системи та технології. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 448 с.

25. Коцюба І.Г., Єльнікова Т.О., Шлапак В.О. Екологічна експертиза: Навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 230 с.

26. Федючка М.І. Екологічна експертиза. – Херсон : Олді-плюс, 2019. – 144 с.

27. Адаменко Я.О. Оцінка впливів на навколишнє середовище. – Івано-Франківськ: Супрун В.П., 2014. – 284 с.

28. Мельник Л.Г. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням: підручник. – Суми: Університетська книга, 2006. – 759 с.

29. Царенко О.М., Несветов О.О., Кабацький М.О. Основи екології та економіки природокористування. Навч. посіб. – 2 вид. – Суми: ВТБ Університетська книга, 2004. – 324с.

30. Макарова Н.С., Гармоїдер Л.Д., Михальчук Л.В. Економіка природокористування: Навч. посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 322 с.

31. Лаврик В.І. Моделювання і прогнозування стану довкілля. – К.: Академія. 2010. – 400 с.

32. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навчальний посібник. – К: Либідь, 2003 – 208 с.

33. Біляєв М.М., Біляєва В.В., Кіріченко П.С. Моделювання і прогнозування стану довкілля: підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Кривий Ріг: Вид. Р.А. Козлов, 2016. – 207 с.

34. Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В. Б. Моніторинг довкілля: підручник. – Вид. 2-ге. – Київ: НУБіПУ, 2018. – 435 с.

35. Клименко М.О., Прищєпа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля. / За редакцією

- Клименка М.О. – Рівне: УДУВГП, 2004. – 232 с.
36. Рома В.В., Степова О.В. Моніторинг довкілля. – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – 117 с.
37. Коваленко Ю.Л. Моніторинг довкілля. Конспект лекцій. – Харків: ХНУМН ім. О.М. Бекетова, 2020. – 144 с.
38. Рибалов О.О. Основи моніторингу екологічного простору: навч. посібник. Суми: СумДУ, 2007. – 240 с.
39. Сафранов Т.А., Адаменко Я.О., Приходько В.Ю., Шаніна Т.П., Чугай А.В., Колісник А.В. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник. – Одеса: ТЕС, 2014. – 244 с.
40. Гнатів П.С., Хірівський П.Р. Теорія систем і системний аналіз в екології: навч. пос. – Львів: В-во Камула, 2010. 204 с.
41. Сорока К.О. Основи теорії систем і системного аналізу: навч. посібник. – Харків: ХНАМГ, 2004. – 291 с.
42. Основи стійкого розвитку: Навчальний посібник / За заг. ред. д.е.н., проф. Л.Г. Мельника. – Суми: ВТД "Університетська книга", 2005. – 654 с.