

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ  
СИТУАЦІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ  
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**СИСТЕМНИЙ ПІДХІД  
ДО ВИЯВЛЕННЯ ДЖЕРЕЛ  
ФОРМУВАННЯ  
ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ**

**Методичні вказівки до виконання самостійної роботи**

**Харків – 2018**

Друкується  
за рішенням кафедри  
прикладної механіки НУЦЗУ.  
Протокол від \_\_.\_\_.2018 року № \_\_.

**Укладачі:** С. О. Вамболь, В.В. Вамболь, В. Ю. Колосков,  
О. М. Кондратенко

**Рецензенти:**

**Системний** підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи / Уклад. С.О. Вамболь, В.В. Вамболь, В.Ю. Колосков, О.М. Кондратенко. – Х.: НУЦЗУ, 2018. – 40 с.

Видання призначено для виконання самостійної роботи студентів, курсантів і слухачів заочної форми навчання та підготовки до виконання модульних контрольних робіт. Наведено типовий приклад виконання варіанту модульних контрольних робіт та докладний перелік рекомендованої основної й додаткової літератури. Викладено програму та варіанти модульних контрольних робіт до дисципліни «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки».

Відповідальний за випуск В.Ю. Колосков

© Національний університет цивільного захисту України, 2018

© С.О. Вамболь, В.В. Вамболь, В.Ю. Колосков, О.М. Кондратенко, 2018

## ВСТУП

Пріоритетним напрямком діяльності підрозділів управління екологічною безпекою є профілактична робота, яка спрямована на запобігання виникнення і розвитку надзвичайних ситуацій та створення умов для їх успішної ліквідації. Сучасний стан науково-технічного розвитку суспільства характеризується зростаючою номенклатурою нових машин та технологій, удосконаленням і модернізацією вже існуючих конструкцій та споруд, широким впровадженням прогресивних технологій. Питання конкурентоспроможності на світовому ринку вимагають підвищення якості вітчизняної продукції при одночасному зниженні її ціни і, відповідно, матеріалоемності, енерго- і працевитрат у виробництві. Аналогічна ситуація характерна для промислового і цивільного будівництва. Зростаюча складність промислової продукції, енергонасиченість технологічних процесів, їхня інтенсифікація, необхідність застосування небезпечних речовин і виробництв збільшує можливість виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з нанесенням шкоди довкіллю, та масштаби їхніх наслідків.

Вирішення комплексу проблем безпеки техногенно-екологічної сфери повинно ґрунтуватися на сучасній науковій базі, однією з найважливіших задач якої є розробка теоретичних і експериментальних методів, що забезпечують ще на стадії проектування можливість безпечної експлуатації створюваних конструкцій, будинків і споруд, устаткування технологічних процесів виробництв, тощо. Проте навіть найдосконаліші інженерні рішення можуть виявитися небезпечними для навколишнього середовища через недостатню технологічну базу або відповідні недоліки проекту. Таким чином, постійне удосконалення технологій пошуку джерел формування екологічної небезпеки є важливим фактором ефективної реалізації захисту навколишнього середовища. У цій ситуації найважливішого значення набувають питання забезпечення надійності і безпеки техногенно-екологічної сфери, що визначають ступінь її захисту від позаштатних ситуацій і можливість ефективної ліквідації їхніх наслідків. Вирішення цих питань здебільшого залежить від рівня підготовки кадрів і якості матеріально-технічного забезпечення відповідних служб.

Специфіка роботи фахівців з техногенно-екологічної безпеки, що здійснюють нагляд у процесі проектування, спорудження та експлуатації суспільних і виробничих об'єктів, беруть участь у проектуванні, розробленні, виготовленні і використанні нових зразків техніки та технологій, а також займаються проведенням наукових досліджень в цій галузі, розробкою вимог до новітніх зразків відповідної техніки, вимагає глибоких знань фундаментальних і професійно-орієнтованих дисциплін. Відповідно, програма підготовка

фахівців з техногенно-екологічної безпеки передбачає вивчення фундаментальних (математика, фізика, хімія тощо), загально-технічних (теоретична, технічна і прикладна механіка, гідравліка, нарисна геометрія та інженерна графіка та ін.) та професійно-орієнтованих (фахових) дисциплін, серед яких вагоме місце займає курс «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки». Разом з іншими він формує відповідний науково-технічний рівень, який є основою подальшого творчого професійного і наукового зростання фахівця у сфері техногенно-екологічної безпеки та є запорукою його продуктивної професійної діяльності.

У курсі «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки» відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики магістра за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища» розглядаються методи системного підходу до оцінювання стану екосистем, моделі оптимальної функціональної структуризації екосистем, методи і моделі моніторингу та прогнозування стану довкілля і оптимального керування природоохоронними заходами.. «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки» є дисципліною науково-технічного спрямування і базується на навчальних курсах «Фізика», «Хімія», «Математика», «Теоретична механіка», «Метрологія і стандартизація» та ін. Вона формує базовий науково-освітній рівень, який є фундаментом засвоєння дисциплін «Проектування й конструювання систем забезпечення екологічної безпеки», «Системи управління екологічною безпекою», а також при виконанні магістерської дисертації.

Вивчення курсу направлене на підготовку фахівців, що володіють знанням структури та властивостей матеріалів, методів технології їх обробки та здатні:

- застосовувати сучасні методи дослідження й аналізу ризиків, загроз і небезпек на робочих місцях та виробничих об'єктах;
- реалізовувати моніторинг показників якості довкілля;
- розробляти рекомендації щодо підвищення рівня екологічної безпеки техногенного об'єкта;
- використовувати методики, обладнання та засоби виміральної техніки для проведення достовірних вимірювань в сфері екологічної безпеки.

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки» є методи системного підходу до оцінювання стану екосистем, моделі оптимальної функціональної структуризації екосистем, методи і моделі моніторингу та прогнозування стану довкілля і оптимального керування природоохоронними заходами.

Згідно із навчальною програмою дисципліна «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки» складається із чотирьох частин – модулів.

У **першому модулі** – «*Методологічні підходи до аналізу екологічних систем*» – розглядаються поняття, що стосуються використання системного підходу в галузі забезпечення техногенно-екологічної безпеки. Встановлюються класифікація, а також загальні властивості систем. Вивчаються структура і функції екосистеми, як центрального поняття системного аналізу екологічних процесів. Визначається циклічність та динамічна рівновага, як базові основи розвитку природних систем. Розглядаються процеси, пов'язані з надходженням та поглинанням енергії в екосистемі, а також поняття обміну речовини і енергії в екосистемах. Вивчається поняття метаболізму як комплексу хімічних, енергетичних та інформаційних перетворень у забезпеченні стабільності екосистеми та її рівноваги з навколишнім середовищем. Встановлюється сутність поняття токсичності природних і привнесених речовин, а також вивчаються їх характеристики і закономірності реакції організмів і екосистем на їх вплив. Також глибоку увагу приділяють визначенню та вивченню екологічних факторів середовища та особливості адаптації організмів до їхньої дії. Розглядаються питання продуктивності екосистем, принципи побудови біоценозу і біотопу, а також механізми розподілу ресурсів між видами в екосистемі. Наостанок визначається взаємний вплив абіотичне середовища та біоти.

У **другому модулі** – «*Джерела формування екологічної небезпеки*» – розглядаються питання формування екологічної небезпеки у соціоприродному середовищі. Визначаються складові соціоекосистеми та вплив економічної системи на природне середовище. Вивчаються природно-ресурсні моделі та моделі рівноваги соціоекосистем, а також умови відтворення соціоприродного середовища. Визначаються поняття планетарної (біосферної) геосистеми та регіональних геоекосистем, виділяється їхня структура, а також розглядаються моделі і методи планування і керування природно-територіальним комплексом. Далі вивчається класифікація математичних моделей, що використовуються при дослідженні природних екосистем. Визначаються етапи системного аналізу та основні завдання статистичних методів, що

використовуються при моделюванні їхньої поведінки. Розглядаються побудова різних математичних моделей функціонування екосистем. Визначаються напрями вирішення задач оптимізації за допомогою методів моделювання. Вивчаються математичні моделі перенесення екологічних забруднень в атмосфері, гідросфері та літосфері та способи управління різноманітними екосистемами з їхнім використанням.

У **третьому модулі** – *«Системний підхід до створення системи моніторингу довкілля»* – розглядаються питання застосування системного підходу до аналізу роботи підприємств та інших об'єктів природоохоронного дослідження. Вивчаються підходи до визначення порядку та принципів функціонування об'єкту дослідження, а також порядок побудови структурно-функціональної та структурно-технологічної схем об'єкту дослідження. Розглядаються питання розробки методології дослідження об'єкту, а також порядок побудови ієрархічної структури та формування методологічної схеми досліджень. Визначаються передумови створення системи моніторингу навколишнього природного середовища. Вивчаються основні джерела і фактори антропогенного впливу на природне середовище, а також класифікація можливих екологічних ситуацій. Встановлюються головна мета, основні завдання та принципи функціонування системи моніторингу навколишнього природного середовища. Визначаються види систем моніторингу у відповідності до мети та завдань його здійснення, а також їхні ієрархічні рівні. Вивчається нормативно-правове, нормативно-методичне, метрологічне, технічне та програмне забезпечення здійснення системи моніторингу навколишнього природного середовища. Розглядаються питання практичної реалізації моніторингу компонентів навколишнього природного середовища, визначення переліку забруднюючих речовин, які контролюються, а також показників складу та властивостей для комплексної оцінки їх якості. Програми організації та здійснення спостережень за станом навколишнього природного середовища та джерелами його забруднення. Об'єкти моніторингу різних компонентів навколишнього природного середовища відповідно до Концепції Державної програми проведення моніторингу. Суб'єкти моніторингу та їх функції.

У **четвертому модулі** – *«Методи вимірювання параметрів якості довкілля»* – розглядаються питання організації та проведення операцій вимірювання при контролі якості довкілля. Вивчається сутність різних методів вимірювання, умови їхнього використання та діапазони чутливості. Визначається класифікація використовуваних методів вимірювання та проводиться їхнє порівняння. Розглядаються питання підготовки матеріалів проб до проведення аналітичного дослідження. Вивчаються порядок

організації та проведення вимірювання, а також фактори, що заважають проведенню вимірювання. Визначаються розрахункові залежності, що використовуються при аналітичному дослідженні, та вивчається обладнання для проведення аналізу. Особливо вивчаються питання, пов'язані з використанням при визначенні джерел екологічної небезпеки картографічного методу. Вивчається сутність та складові екологічного картографічного твору. Порівнюється математична та географічна основи екологічних карт, визначаються умовні позначки, а також тематичний зміст та способи його відображення. Вивчаються основні принципи створення карт та правила їхньої компоновки. Розглядаються питання застосування геоінформаційних технологій у процесі картографічного моделювання. Вивчаються основні прийоми аналізу карт. Визначаються напрямки екологічних досліджень за картами різної тематики, різночасовими картами, а також картами-аналогами.

**Внаслідок вивчення дисципліни майбутній фахівець з техногенно-екологічної безпеки зобов'язаний знати наступне:**

- комплексні показники функціонування природних систем;
- методи збору, обробки та інтерпретації екологічної інформації;
- універсальну схему інформаційного моніторингу забруднення навколишнього середовища;
- організацію і методики проведення спостережень за станом атмосферного повітря, природних вод, ґрунтів, рослинного та тваринного світу.

**За результатами проведених практичних занять та лабораторних робіт майбутній фахівець з техногенно-екологічної безпеки повинен вміти:**

- користуватися науковою, довідниковою та нормативною літературою у галузі виявлення джерел формування екологічної безпеки;
- аналізувати екологічну складову в різних сферах суспільного життя – соціальній, економічній, міжнародній, тощо;
- здійснювати розрахунки параметрів і динамічних характеристик екосистем;
- аналізувати та оцінювати дані екологічних спостережень та екологічного моніторингу стану довкілля.

**В результаті вивчення дисципліни майбутній фахівець з техногенно-екологічної безпеки повинен отримати навички:**

- використання нормативно-правової та методичної бази, основних технологічних розробок при виявленні джерел формування екологічної безпеки екологічної безпеки у професійній діяльності;
- здійснення, оброблення та документування результатів спостережень на стаціонарних, маршрутних та підфакельних

постах спостережень;

– комплексного оцінювання та обґрунтування впровадження інженерних й управлінських рішень щодо оптимізації стану довкілля.

Ці методичні вказівки укладені з метою надати допомогу у самостійній роботі та опрацюванні модулів курсу на основі програми дисципліни «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки» відповідно з освітньо-професійною програмою вищої освіти за спеціальністю «Технології захисту навколишнього середовища».



## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ КУРСУ

Програма курсу «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки» складається з чотирьох модулів, які об'єднані у чотирнадцять розділів, назва та зміст яких наведені нижче.

Слід зауважити, що переважна більшість часу на вивчення курсу відводиться самостійній роботі. Саме самостійна і систематична робота впродовж навчального року з підручниками, навчальними посібниками та іншими джерелами, рекомендований перелік яких подано далі, є основою для оволодіння такою складною та необхідною для майбутнього фахівця дисципліною, як «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки».

Важливу роль в роботі над засвоєнням навчальної програми курсу відіграють також лекції та практичні заняття, що проводяться в університеті і сприяють розвитку аналітичного мислення у майбутніх фахівців, але, як свідчить практика, більшість з них при вивченні матеріалу курсу обмежуються лише запам'ятовуванням інформації з книг та підручників, не вникаючи глибоко в суть тієї чи іншої проблеми, явища, процесу перетворення, тощо. Тому питання, які ввійшли до методичних вказівок, системно охоплюють той матеріал, який повинен бути засвоєний на свідомому рівні.

Для самостійного вивчення дисципліни достатньо використання одного з наведених в списку основної рекомендованої літератури підручників.

Опрацювання окремих розділів повинно проводитись у послідовності, що передбачена навчальною програмою, при цьому можна використовувати не загальні підручники, а більш конкретну літературу (додаткову), присвячену саме цим темам.

Рівень засвоєння навчального матеріалу контролюється виконанням модульних контрольних робіт, варіанти завдань яких наведені далі.

Вивчення курсу розділено на чотири тематичні модулі, за результатами засвоєння яких виконуються відповідні контрольні роботи, що охоплюють основні розділи навчальної програми.

Крім того, контроль засвоєних знань проводиться на кожному практичному занятті та лабораторній роботі у формі усного опитування або письмової контрольної роботи, що оформлюється на аркушах з учнівського зошита і виконується безпосередньо на занятті. Така ж контрольна робота може бути проведена на будь-якому з практичних занять.

На практичних заняттях курсу проводиться автоматизований контроль засвоєних знань за допомогою ЕОМ та технології OpenTest 2.0, останній з яких є підсумковим, містить питання

попередніх тестів.

Формою кінцевого контролю засвоєних знань, передбаченою тематичним планом предмету, є екзамен, що проводиться у встановлений час після вивчення дисципліни у повному обсязі.

У разі неможливості проведення електронного тестування за технологією OpenTest 2.0 на занятті учнями виконується письмова контрольна робота на аркушах формату А4 з мокрими штампами. Завдання на таку контрольну містить 4...6 питань з модульних контрольних робіт одного варіанту, що не співпадає з варіантом таких робіт, які виконано впродовж семестру, і визначається викладачем.

## **ЗМІСТ РОЗДІЛІВ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ**

### **Тема 1. Поняття про екосистеми**

Концепція екосистеми за Тенслі–Евансом. Структура і функції екосистеми. Системний підхід в екології. Система і комплекс. Матеріальні і нематеріальні системи. Властивості систем. Циклічність розвитку природних систем. Динамічна рівновага. Принципи опису і моделювання систем.

Структурні рівні організації екологічних систем — критерії виділення і основні напрями їх вивчення.

Причинно-наслідкові залежності та їх математичні моделі. Стаціонарні і динамічні моделі причинно-наслідкових залежностей в екосистемах. Динамічна рівновага і циклічність розвитку природних систем. Методи системного аналізу динамічних систем, динамічної рівноваги, гомеостазу.

Поняття про екологічний фактор, екологічне середовище. Вплив екологічних факторів середовища на живі організми, популяції і біоценози. Екологічні ніші. Трофічні ланцюги, гомеостатичні механізми і метаболізм екосистеми. Методи кібернетики в екології.

Вклад видатних українських вчених у розвиток світової екології: вчення про біосферу, ноосферу, живу речовину, біогеохімічні цикли, органогенний парагенезис (Вернадський); екологічні ізотопи, живі покриви Землі — строми (Висоцький); ектопи, синекологічні ординати, едафічна сітка (Погребняк); метаболізм екосистем (Гродзинський, Головка); комплекс ідей про сутність зв'язків суспільства з природою (Подолінський, Антонович, Тутківський, Липа).

### **Тема 2. Структура екосистем. Обмін речовини і енергії в екосистемах**

Видова, просторова і трофічна структура екосистем. Екологічна ніша. Структурно-функціональні блоки екосистем за Одумом. Абіотичне та біотичне середовища, видове різноманіття і змінність біоценозів. Продуктивність трофічного ланцюга, одновидових екосистем (ценозів) і багатовидових екосистем. Екологічна рівновага, гомеостаз. Система методів в екології *in situ*, *in vivo*. Дефініції, символи і показники, які використовуються в екології.

Надходження енергії в екосистему. Енергетика абіотичної та біотичної складових екосистеми. Енергетика автотрофів, гетеротрофів, детритного блоку. Енергетичний баланс та ефективність екологічної системи. Акумуляційні та деградаційні системи.

Обмін речовини і енергії в екосистемах. Баланс обміну органічної речовини. Біогеохімічні процеси в розвитку екологічного середовища. Кліматична теорія утворення органічних речовин.

Біогеохімічні цикли та їх еволюція, великий і малий кругообіги речовин і біогеохімічні цикли (води, вуглецю, фосфору, сірки, мінеральних речовин). Кругообіг радіонуклідів у трофічних ланцюгах.

Метаболізм як комплекс хімічних, енергетичних та інформаційних перетворень у забезпеченні стабільності екосистеми та її рівноваги з навколишнім середовищем. Біотичний та енергетичний метаболізм, біологічні каталізатори, фотосинтез енергії. Метаболічні реакції за участю кисню (дихання, окислення, гідроліз, азотфіксація, гетеротрофна нітрифікація, біологічне вивітрювання) та безкисневі реакції (безкисневе дихання, денітрифікація, відновлення, ферментація). Визначення окислювального стану та прогнозування поведінки хімічного елемента в системі. Ензиматичні перетворення та ензиматична активність екологічної системи. Перетворення органічних речовин (вуглеводів, органічних азотних і ароматичних сполук, органічних фосфатів). Гуміфікація та її біосферно-екологічне значення. Токсичність природних і привнесених речовин. Характеристики токсичних хімічних сполук і закономірності реакції організмів і екосистем на їх вплив. Межі допустимого впливу токсичних речовин на екосистему. Перенесення токсичних речовин в екосистемі (адсорбція, десорбція, дифузія, конвекція). Міграція в системі вода — повітря, ґрунт — повітря. Кінетика біоконцентрації водними організмами. Концентрація хімічних елементів і коефіцієнти поглинання вищими рослинами, мезо- і макрофауною та хребетними. Абіотичний метаболізм (перетворення токсинів без участі живих організмів) і абіотичні окислювальні процеси. Практична токсикологія води і ґрунту.

### **Тема 3. Поняття про біоценоз**

Зв'язки між фізичним середовищем та організмами. Екологічні фактори середовища (склад атмосфери, сонячне світло, температура, волога). Адаптація організмів. Екотипи у тварин. Фізіологічні основи адаптації. Терморегулювання у хребетних. Пристосування до температури середовища. Енергетичний баланс організмів. Екологічна класифікація організмів. Регулювання водного режиму організмів. Роль води у процесах терморегулювання. Водний дефіцит організму. Мінеральне живлення організмів. Метаболічні функції біологічно активних елементів. Управління хімічним складом рослин та якістю урожаю. Продуктивність одновидових (аутокологічних) систем.

Продуценти, консументи, редуценти. Біоценоз і біотоп. Синекологічні принципи: принцип функціональної єдності біотопу і біоценозу; принципи організації біоценозу на основі взаємодії його компонентів; принцип автономності біоценозу; принцип динамічної екологічної рівноваги; принцип екологічної сукцесії. Структура

біоценозу і фактори, які її визначають. Просторова та біотична структури. Видова різноманітність та її показники (показник Сімпсона, показник Шеннона–Віннера). Фактори видової різноманітності (фактор часу, стабільності середовища, просторової диференціації, продуктивності, хижацтва). Принцип оптимальної продуктивності, принцип стабілізації. Механізми розподілу ресурсів між видами в екосистемі. Трофічна структура екосистем, трофічні рівні і трофічні ланцюги. Конкуренційні структури екосистем. Паратрофічні структури. Взаємодія видів, що належать до одного та до різних трофічних рівнів. Коеволюція. Гіпотези змінності. Біоценотична концепція Клементса та компромісна концепція континууму. Абіотичне середовище та його вплив на біоту. Вплив біоти на середовище. ґрунт як підсистема синекологічних систем.

#### **Тема 4. Поняття про соціоприродне середовище**

Територіальна, суспільна, економічна та екологічна складові соціоекосистеми (географічне положення, кордони, сонячна інсоляція, сума активних температур, середньорічна температура, атмосферні опади, природно-ресурсний потенціал, геополітична потужність держави). Економічна система та її вплив на природне середовище (кількість населення, технологічне оснащення економіки; енергоємність і матеріалоємність економіки).

Соціоприродне середовище відтворення продуктивних сил природи і виробничих елементів. Підсистеми соціоприродного середовища (середовище проживання людей, флори і фауни; середовище функціонування виробництва; середовище відновлення первинного предмету праці). Умови відтворення соціоприродного середовища та його елементів.

Оптимізація взаємодії суспільства з природою. Зв'язок між рівнем національного доходу, використанням природних ресурсів, інвестиціями в екологічну сферу, кількістю промислових емісій на одиницю продукції, споживання благ на душу населення, екологічною ємністю середовищ). Природно-ресурсні моделі, моделі рівноваги. Природно-територіальні комплекси та геосистеми, типоморфні та критичні компоненти геосистеми. Планетарна (біосферна) геосистема та регіональні геоекосистеми та їх зональні підрозділи. Моделі і методи планування і керування природно-територіальним комплексом (адміністративно-територіальний устрій, розміщення продуктивних сил, екологічна організація території і сільськогосподарських ландшафтів).

#### **Тема 5. Основи математичного моделювання природних систем**

Класифікація математичних моделей. Етапи системного аналізу: вибір проблеми, постановка задачі, визначення ієрархії

цілей, вибір шляхів розв'язання задачі, моделювання, оцінка стратегій, впровадження результатів. Елементарні моделі росту та щільності популяції, моделі експоненціального росту, загальні динамічні моделі. Приклад моделі стійкого функціонування динамічної природної системи «фітосинтез — гумусові речовини ґрунту».

Завдання статистики у екологічних дослідженнях. Динамічні моделі Форрестера. Матричні моделі кругообігу речовин і руху енергії. Просторовий розподіл організмів за моделлю розподілу Пуассона. Оптимізаційні задачі і моделі.

## **Тема 6. Використання математичних моделей у екологічних дослідженнях**

Математичні моделі перенесення екологічних забруднень у ґрунтах і річкових басейнах. Управління родючістю ґрунту та екологічне землеробство.

Управління екосистемами річкових басейнів і водного середовища. Природна біогеохімічна рівновага у водних екосистемах. Біологічна продуктивність морської екосистеми. Характеристика водних екосистем (зовнішні фактори, біологічні елементи, кисень, фіто- і зоопланктон, бентос, рибний ресурс, кисневий баланс). Якість води та її прогнозування у взаємодії з водогосподарським комплексом річкового басейну.

Математичні моделі перенесення екологічних забруднень в атмосфері. Математичні моделі планування рекреаційних зон.

## **Тема 7. Застосування системного підходу до аналізу роботи підприємств та інших об'єктів природозахисного дослідження**

Функціональний аналіз об'єкту дослідження. Побудова структурно-функціональної схеми об'єкту, регіону, території, тощо. Визначення порядку та принципів функціонування об'єкту дослідження. Побудова структурно-технологічної схеми об'єкту, регіону, території, тощо.

Розробка методології дослідження об'єкту. Визначення та побудова ієрархічної структури проведення досліджень за їхніми етапами. Розробка та формування методологічної схеми досліджень.

Підходи до визначення джерела формування екологічної небезпеки об'єкту дослідження. Виявлення джерел екологічної небезпеки та закономірностей її формування. Оцінка ризику впливу визначених джерел на загальний стан об'єкту, регіону, території, тощо. Розробка методів і заходів підвищення рівня екологічної безпеки на об'єкті дослідження.

## **Тема 8. Поняття про систему моніторингу навколишнього природного середовища**

Передумови створення системи моніторингу навколишнього природного середовища. Джерела і фактори антропогенного впливу на природне середовище. Класифікація екологічних ситуацій. Основні етапи становлення та вдосконалення системи моніторингу. Сучасне визначення поняття системи державного моніторингу навколишнього природного середовища в Україні, її складові елементи. Головна мета, основні завдання та принципи функціонування системи моніторингу навколишнього природного середовища.

## **Тема 9. Класифікація та основні завдання систем моніторингу навколишнього природного середовища**

Види систем моніторингу у відповідності до мети та завдань його здійснення. Ієрархічні рівні систем моніторингу. Програми функціонування систем моніторингу на різних рівнях. Нормативно-правове, нормативно-методичне, метрологічне, технічне та програмне забезпечення здійснення системи моніторингу навколишнього природного середовища. Законодавчі акти у галузі організації та проведення моніторингу. Нормативні вимоги до якості різних компонентів навколишнього природного середовища як підґрунтя для моніторингу навколишнього природного середовища.

## **Тема 10. Практична реалізація моніторингу навколишнього природного середовища**

Здійснення моніторингу компонентів навколишнього природного середовища – атмосфери, гідросфери, літосфери, біотичної складової наземних та водних екосистем, джерел і факторів впливу на навколишнє природне середовище. Визначення переліку забруднюючих речовин, які контролюються при здійсненні моніторингу різних компонентів навколишнього природного середовища, показники складу та властивостей для комплексної оцінки їх якості.

Програми організації та здійснення спостережень за станом навколишнього природного середовища та джерелами його забруднення. Об'єкти моніторингу різних компонентів навколишнього природного середовища відповідно до Концепції Державної програми проведення моніторингу. Суб'єкти моніторингу та їх функції.

## **Тема 11. Класифікація методів вимірювання показників якості навколишнього природного середовища**

Сутність різних методів вимірювання. Умови використання методу вимірювання. Діапазон чутливості методу. Експрес-методи.

Порівняння різних методів вимірювання. Гравіметричний (ваговий) метод вимірювання. Титрометричний метод вимірювання. Фотохімічний метод вимірювання. Електрохімічний метод вимірювання. Хроматографічний метод. Мас-спектрометричний метод вимірювання. Лабораторні методи. Фізичні методи вимірювання. Фізико-хімічні методи вимірювання. Хімічні методи вимірювання.

### **Тема 12. Організація вимірювання показників якості навколишнього природного середовища**

Підготовка матеріалів проб до проведення аналітичного дослідження. Методи вимірювання, що застосовуються при визначенні показників якості довкілля. Переваги та недоліки методів, що використовуються при проведенні вимірювання. Організація та проведення вимірювання. Фактори, що заважають проведенню вимірювання. Аналітичні дослідження та розрахункові залежності, що використовуються при цьому. Обладнання для проведення аналізу.

### **Тема 13. Використання картографічного методу у визначенні джерел екологічної небезпеки**

Екологічний картографічний твір. Топографічна карта. Використання топографічних карт при проведенні екологічних досліджень. Структурні елементи карт, що використовуються при проведенні екологічних досліджень. Математична основа карт. Географічна основа карт. Умовні позначки на картах. Тематичний зміст екологічних карт та способи його відображення. Основні принципи створення карт. Правила компоновки карт. Легенди екологічних карт та особливості їхньої розробки. Особливості проектування екологічних карт. Застосування геоінформаційних технологій у процесі картографічного моделювання. Комп'ютерні й електронні екологічні карти та атласи. Етапи створення комп'ютерних карт.

### **Тема 14. Практична реалізація картографічного методу в екологічних дослідженнях**

Система прийомів аналізу карт. Класифікація прийомів роботи з картою: візуальні, графічні, графоаналітичні прийоми та прийоми математико-картографічного аналізу. Кореляційні та комбінаційні карти. Карти регресії та відхилення від регресії. Дослідження за картами без перетворення картографічного зображення. Перетворення картографічного зображення, їх види.

Екологічні дослідження за картами різної тематики, різночасовими картами, картами-аналогами. Створення карт динаміки та прогнозних карт. Надійність досліджень за картами.



Організація досліджень за картами. Системне використання картографічного та інших методів дослідження в екології. Принципи використання карт для екологічного моніторингу. Геоінформаційні технології в екологічних дослідженнях.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Закон України № 2818-VI від 21.12.2010 «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року».

2. Сучасні способи підвищення екологічної безпеки експлуатації енергетичних установок: Монографія / С.О. Вамболь, О.П. Строков, В.В. Вамболь, О.М. Кондратенко. – Х. : НУЦЗУ, 2015. – 212 с.

3. Вамболь, С.А. Системы управления экологической безопасностью, которые используют многофазные дисперсные структуры: Монография / С.А. Вамболь. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2013. – 204 с.

4. Scientific and practical problems of application of ecological safety management systems in technics and technologies: Monograph / S.O. Vambol, V.V. Vambol, Y.O. Suchikova, I.V. Mishchenko, O.M. Kondratenko. – Opole: Publ. Academy of Management and Administration, 2017. – 205 p.

5. Екологічна безпека : Підручник / В.М. Шмандій, М.О. Клименко, Ю.С. Голік, А.М. Прищеп та ін. – Херсон : Олді-плюс, 2013. – 366 с.

6. Моніторинг довкілля : Підручник / М.О. Клименко, А.М. Прищеп, Н.М. Вознюк. – К. : Видав. центр «Академія», 2006. – 360 с.

7. Зеркалов, Д.В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль : Посіб. / Д.В. Зеркалов. – К. : КНТ, Дакор, Основа, 2007. – 412 с.

8. Кучерявий, В.П. Загальна екологія : Підруч. для студ. вищих навч. закл. / В.П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2010. – 520 с.

9. Іванюта, С.П. Екологічна та природно-техногенна безпека України: регіональний вимір загроз і ризиків : Монографія / С.П. Іванюта, А.Б. Качинський. – К. : НІСД, 2012. – 308 с.

10. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище : Навч. посібник / В.В.Тарасова, А.С.Малиновський, М.Ф.Рибак; за ред. професора В.В.Тарасової. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 276 с.

### Додаткова

1. Зыков, В.Н. Экологическая метрология : Учеб. пособие / В.Н. Зыков, В.И. Чернышов. – М. : РУДН, 2008. – 220 с.

2. Клименко, М.О. Метрологія, стандартизація і сертифікація в екології. Підручник / М.О. Клименко, П.М. Скрипчук. – К.:Академія, 2006. – 368 с.

3. Метрологія та стандартизація. Конспект лекцій / О.В.Прокопов, С.О.Вамболь, І.В.Міщенко, В.Ю. Колосков. – Харків: НУЦЗУ, 2016. – 271 с.

## ВАРІАНТИ МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

### МОДУЛЬ 1 «МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО АНАЛІЗУ ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ»

#### Варіант № 1

1. Визначення поняття «екосистема».
2. Структурні рівні організації екологічних систем і принципи їх виділення.
3. Функціональна схема екосистеми типу «тундра».

#### Варіант № 2

1. Метаболізм екосистеми, визначення і види.
2. Фундаментальна функція екологічних систем.
3. Функціональна схема екосистеми типу «хвойний ліс».

#### Варіант № 3

1. Динамічна рівновага.
2. Продуктивність трофічного ланцюга.
3. Функціональна схема екосистеми типу «листовий ліс».

#### Варіант № 4

1. Дегредатаційні екологічні системи.
2. Жива речовина: визначення, властивості та функції.
3. Функціональна схема екосистеми типу «степ».

#### Варіант № 5

1. Аутоекологічні системи. Механізм керування в системі організм — середовище.
2. Демекологічні системи. Механізм керування на популяційному рівні.
3. Функціональна схема екосистеми типу «савана».

#### Варіант № 6

1. Синекологічні системи. Механізм керування синекологічною системою.
2. Соціоекосистеми. Механізм керування.
3. Функціональна схема екосистеми типу «пустеля».

#### Варіант № 7

1. Форми міжвидової взаємодії організмів в екосистемі.
2. Аналіз властивостей ґрунтів.
3. Функціональна схема екосистеми типу «тропічний ліс».

### **Варіант № 8**

1. Сутність детерміністичних моделей і застосування їх в екології.
2. Функція розподілу, емпірична функція розподілу та гістограма ековибірки.
3. Функціональна схема екосистеми типу «озеро».

### **Варіант № 9**

1. Матричні моделі та їх застосування в екології.
2. Водний потенціал рН та його екологічне значення.
3. Функціональна схема екосистеми типу «річка».

### **Варіант № 10**

1. Метаболічні реакції за участю кисню.
2. Система карбонатної рівноваги як одна із фундаментальних природних рівноваг. Формула. Роль  $\text{CO}_2$  у регулюванні режиму в атмосфері.
3. Функціональна схема екосистеми типу «морський шельф».

### **Варіант № 11**

1. Поняття про якість і конверсію енергії в реакції фотосинтезу.
2. Роль води в тепловому балансі біосфери.
3. Функціональна схема екосистеми типу «лиман».

### **Варіант № 12**

1. Розчинні властивості води.
2. Визначення поняття «термодинамічної величини».
3. Функціональна схема екосистеми типу «болото».

### **Варіант № 13**

1. Другий закон термодинаміки: математичний запис, екологічний контекст.
2. Перший закон термодинаміки, математичний запис, екологічний зміст.
3. Функціональна схема екосистеми типу «гірська».

### **Варіант № 14**

1. Принципи системного аналізу в екології. Загальнометодологічне значення системного аналізу.
2. Екологічна база даних для моніторингу, стану природи.
3. Функціональна схема екосистеми типу «чапараль».

### **Варіант № 15**

1. Системоутворюючий фактор в екології.
2. Закономірності взаємодії систем з навколишнім середовищем.
3. Функціональна схема екосистеми типу «тропічний ліс».

### **Варіант № 16**

1. Стохастичні моделі та їх застосування в екології.
2. Екологічне середовище.
3. Функціональна схема екосистеми типу «тундра».

### **Варіант № 17**

1. Матричні моделі та їх застосування в екології.
2. Сутність детерміністичних моделей і застосування їх в екології.
3. Функціональна схема екосистеми типу «хвойний ліс».

### **Варіант № 18**

1. Водний потенціал рН та його екологічне значення.
2. Стохастичні моделі та їх застосування в екології.
3. Функціональна схема екосистеми типу «листовий ліс».

### **Варіант № 19**

1. Метаболічні реакції за участю кисню.
2. Соціоекосистеми. Механізм керування.
3. Функціональна схема екосистеми типу «степ».

### **Варіант № 20**

1. Система карбонатної рівноваги як одна із фундаментальних природних рівноваг. Формула. Роль  $\text{CO}_2$  у регулюванні режиму в атмосфері.
1. Синекологічні системи. Механізм керування синекологічною системою.
3. Функціональна схема екосистеми типу «савана».

### **Варіант № 21**

1. Поняття про якість і конверсію енергії в реакції фотосинтезу.
2. Демекологічні системи. Механізм керування на популяційному рівні.
3. Функціональна схема екосистеми типу «пустеля».

### **Варіант № 22**

1. Роль води в тепловому балансі біосфери.
2. Аутоекологічні системи. Механізм керування в системі організм — середовище.
3. Функціональна схема екосистеми типу «тропічний ліс».

### **Варіант № 23**

1. Розчинні властивості води.
2. Жива речовина: визначення, властивості та функції.
3. Функціональна схема екосистеми типу «озеро».

#### **Варіант № 24**

1. Визначення поняття «термодинамічної величини».
2. Дегредатаційні екологічні системи.
3. Функціональна схема екосистеми типу «річка».

#### **Варіант № 25**

1. Другий закон термодинаміки: математичний запис, екологічний контекст.
2. Продуктивність трофічного ланцюга.
3. Функціональна схема екосистеми типу «морський шельф».

#### **Варіант № 26**

1. Перший закон термодинаміки, математичний запис, екологічний зміст.
2. Динамічна рівновага.
3. Функціональна схема екосистеми типу «лиман».

#### **Варіант № 27**

1. Принципи системного аналізу в екології. Загальнометодологічне значення системного аналізу.
2. Фундаментальна функція екологічних систем.
3. Функціональна схема екосистеми типу «болото».

#### **Варіант № 28**

1. Екологічна база даних для моніторингу, стану природи.
2. Метаболізм екосистеми, визначення і види.
3. Функціональна схема екосистеми типу «гірська».

#### **Варіант № 29**

1. Системоутворюючий фактор в екології.
2. Структурні рівні організації екологічних систем і принципи їх виділення.
3. Функціональна схема екосистеми типу «чапараль».

#### **Варіант № 30**

1. Закономірності взаємодії систем з навколишнім середовищем.
2. Визначення поняття «екосистема».
3. Функціональна схема екосистеми типу «тропічний степ».

## **МОДУЛЬ 2 «МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ»**

### **Варіант № 1**

1. Поняття про оптимізацію екологічної системи.
2. Сутність методів екологічної оцінки водних ресурсів.
3. Практична реалізація моделі молекулярної дифузії в атмосфері.

### **Варіант № 2**

1. Сутність системного підходу до аналізу природних ресурсів.
2. Поняття про метаболізм токсичних речовин в екосистемі.
3. Практична реалізація моделі турбулентного переносу забруднювача в атмосфері.

### **Варіант № 3**

1. Взаємозв'язок структури і функцій в екосистемі.
2. Методи і алгоритми для оцінювання значень параметрів лінійних і лінійно-параметричних моделей за даними натурних спостережень.
3. Практична реалізація моделі дифузії в ґрунті.

### **Варіант № 4**

1. Методи і алгоритми для оцінювання параметрів нелінійної моделі.
2. Моделі оптимального керування екопроцесами.
3. Практична реалізація моделі міжфазного переносу забруднювачів.

### **Варіант № 5**

1. Математичні моделі прогнозування керованих процесів.
2. Математичні моделі процесів забруднення водних екосистем, річкових басейнів.
3. Практична реалізація моделі розповсюдження консервативного забруднювача в воді за стаціонарним режимом.

### **Варіант № 6**

1. Моделі процесів забруднення атмосфери та захисту рекреаційних зон.
2. Математичні моделі конкуренції та конфліктів.
3. Практична реалізація моделі поширення забруднювача в естуаріях.

### **Варіант № 7**

1. Ріст видів в умовах конкуренції. Оптимізаційні моделі Лотки–Вольтерра.
2. Аналіз властивостей ґрунтів.
3. Практична реалізація моделі взаємодії РК-БСК Стрітера-Фелпса.

### **Варіант № 8**

1. Варіаційний ряд і основні статистичні характеристики ековибірки.
2. Функція розподілу, емпірична функція розподілу та гістограма ековибірки.
3. Практична реалізація моделі нітрифікації.

### **Варіант № 9**

1. Математична модель лінійної залежності.
2. Метод найменших квадратів для побудови лінійних моделей.
3. Практична реалізація моделі взаємодії РК-БСК Доббенса.

### **Варіант № 10**

1. Математична модель лінійно-параметричної залежності.
2. Оцінювання параметрів моделі за даними натурних спостережень.
3. Практична реалізація моделі дифузії в донних осадах.

### **Варіант № 11**

1. Нелінійні залежності та їх математичні моделі.
2. Адекватність математичної моделі.
3. Практична реалізація моделі розповсюдження консервативного забруднювача в воді за нестационарним режимом.

### **Варіант № 12**

1. Критерій оптимальності керування.
2. Одномірні математичні моделі процесів забруднення водного середовища у річкових басейнах.
3. Практична реалізація моделі якості води.

### **Варіант № 13**

1. Методи прогнозування процесу перенесення забруднень у річці.
2. Моделі переносу екологічних забруднень атмосфери.
3. Практична реалізація моделі самоочищення води.

### **Варіант № 14**

1. Гаусівська модель забруднення атмосфери.
2. Дифузійні моделі забруднення атмосфери.
3. Практична реалізація регресійної моделі поширення забруднення.

### **Варіант № 15**

1. Методи прогнозування процесів забруднення атмосфери та захисту рекреаційних зон.
2. Методи системного аналізу і числових експериментів.
3. Практична реалізація моделі екосистеми за допомогою теорії графів.



### **Варіант № 16**

1. Математичні моделі конкуренції та конфліктів.
2. Функція розподілу, емпірична функція розподілу та гістограма ековибірки.
3. Практична реалізація моделі молекулярної дифузії в атмосфері.

### **Варіант № 17**

1. Варіаційний ряд і основні статистичні характеристики ековибірки.
2. Математична модель лінійної залежності.
3. Практична реалізація моделі турбулентного переносу забруднювача в атмосфері.

### **Варіант № 18**

1. Аналіз властивостей ґрунтів.
2. Метод найменших квадратів для побудови лінійних моделей.
3. Практична реалізація моделі дифузії в ґрунті.

### **Варіант № 19**

1. Ріст видів в умовах конкуренції. Оптимізаційні моделі Лотки–Вольтерра.
2. Математична модель лінійно-параметричної залежності.
3. Практична реалізація моделі міжфазного переносу забруднювачів.

### **Варіант № 20**

1. Моделі процесів забруднення атмосфери та захисту рекреаційних зон.
2. Оцінювання параметрів моделі за даними натурних спостережень.
3. Практична реалізація моделі розповсюдження консервативного забруднювача в воді за стаціонарним режимом.

### **Варіант № 21**

1. Математичні моделі процесів забруднення водних екосистем, річкових басейнів.
2. Нелінійні залежності та їх математичні моделі.
3. Практична реалізація моделі поширення забруднювача в естуаріях.

### **Варіант № 22**

1. Математичні моделі прогнозування керованих процесів.
2. Адекватність математичної моделі.
3. Практична реалізація моделі взаємодії РК-БСК Стрітера-Фелпса.

### **Варіант № 23**

1. Моделі оптимального керування екопроцесами.
2. Критерій оптимальності керування.
3. Практична реалізація моделі нітрифікації.

### **Варіант № 24**

1. Методи і алгоритми для оцінювання параметрів нелінійної моделі.
2. Одномірні математичні моделі процесів забруднення водного середовища у річкових басейнах.
3. Практична реалізація моделі взаємодії РК-БСК Доббенса.

### **Варіант № 25**

1. Методи і алгоритми для оцінювання значень параметрів лінійних і лінійно-параметричних моделей за даними натурних спостережень.
2. Методи прогнозування процесу перенесення забруднень у річці.
3. Практична реалізація моделі дифузії в донних осадах.

### **Варіант № 26**

1. Взаємозв'язок структури і функцій в екосистемі.
2. Моделі переносу екологічних забруднень атмосфери.
3. Практична реалізація моделі розповсюдження консервативного забруднювача в воді за нестационарним режимом.

### **Варіант № 27**

1. Поняття про метаболізм токсичних речовин в екосистемі.
2. Гаусівська модель забруднення атмосфери.
3. Практична реалізація моделі якості води.

### **Варіант № 28**

1. Сутність системного підходу до аналізу природних ресурсів.
2. Дифузійні моделі забруднення атмосфери.
3. Практична реалізація моделі самоочищення води.

### **Варіант № 29**

1. Сутність методів екологічної оцінки водних ресурсів.
2. Методи прогнозування процесів забруднення атмосфери та захисту рекреаційних зон.
3. Практична реалізація регресійної моделі поширення забруднення.

### **Варіант № 30**

1. Поняття про оптимізацію екологічної системи.
2. Методи системного аналізу і числових експериментів.
3. Практична реалізація моделі екосистеми за допомогою теорії графів.

### **МОДУЛЬ 3 «МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЖЕРЕЛ ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ»**

#### **Варіант № 1**

Об'єкт дослідження – Автономна Республіка Крим.

#### **Варіант № 2**

Об'єкт дослідження – Вінницька область.

#### **Варіант № 3**

Об'єкт дослідження – Волинська область.

#### **Варіант № 4**

Об'єкт дослідження – Дніпропетровська область.

#### **Варіант № 5**

Об'єкт дослідження – Донецька область.

#### **Варіант № 8**

Об'єкт дослідження – Житомирська область.

#### **Варіант № 9**

Об'єкт дослідження – Закарпатська область.

#### **Варіант № 10**

Об'єкт дослідження – Запорізька область.

#### **Варіант № 11**

Об'єкт дослідження – Івано-Франківська область.

#### **Варіант № 12**

Об'єкт дослідження – Київська область.

#### **Варіант № 13**

Об'єкт дослідження – Кіровоградська область.

#### **Варіант № 14**

Об'єкт дослідження – Луганська область.

#### **Варіант № 15**

Об'єкт дослідження – Львівська область.

#### **Варіант № 16**

Об'єкт дослідження – Миколаївська область.

#### **Варіант № 17**

Об'єкт дослідження – Одеська область.

**Варіант № 18**

Об'єкт дослідження – Полтавська область.

**Варіант № 19**

Об'єкт дослідження – Рівненська область.

**Варіант № 20**

Об'єкт дослідження – Сумська область.

**Варіант № 21**

Об'єкт дослідження – Тернопільська область.

**Варіант № 22**

Об'єкт дослідження – Харківська область.

**Варіант № 23**

Об'єкт дослідження – Херсонська область.

**Варіант № 24**

Об'єкт дослідження – Хмельницька область.

**Варіант № 25**

Об'єкт дослідження – Черкаська область.

**Варіант № 26**

Об'єкт дослідження – Чернівецька область.

**Варіант № 27**

Об'єкт дослідження – Чернігівська область.

**Варіант № 28**

Об'єкт дослідження – м. Київ.

**Варіант № 29**

Об'єкт дослідження – м. Харків.

**Варіант № 30**

Об'єкт дослідження – м. Львів.

## **ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**

Варіанти модульних контрольних робіт, наведені у попередньому розділі даних методичних вказівок, визначаються та видаються викладачем.

До оформлення модульних контрольних робіт висуваються наступні вимоги:

- робота оформляється учнями особисто у рукописній формі на одній стороні аркушів білого паперу формату А4 (210 x 297 мм) щільністю 80 г/м<sup>2</sup>;

- робота оформляється державною мовою, а у особливих випадках (наприклад, іноземними студентами) – російською;

- використовувати вживані, забруднені, зім'яті, надірвані аркуші не допускається. Будь-які сторонні позначки на основній та зворотній стороні аркушів недопустимі;

- робота має містити такі структурні елементи:

- а) титульний аркуш – 1 стор.;

- б) аркуш зі змістом – 1 стор.;

- в) аркуш зі вступом – 1 стор.;

- г) аркуші зі сформульованими і пронумерованими питаннями та відповідями на них – 9...15 стор.;

- д) аркуш зі списком використаних джерел інформації – 1 стор.;

- усі ці елементи мають розміщуватись саме у вищенаведеному порядку, відповідь на кожне окреме питання контрольної роботи має розпочинатись з нового аркуша і розміщуватись у порядку згідно до варіанту;

- усі аркуші, крім титульного, мають бути пронумерованими, нумерація є наскрізною, першим аркушем слід вважати титульний, номери аркушів вказувати внизу над рамкою і центрувати по ній;

- текст вступу до роботи має бути унікальним і відображати основні узагальнені погляди виконавця контрольної роботи на питання, що розглядаються у курсі «Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки» взагалі та питання, що складають варіант контрольної роботи зокрема;

- текст на усіх аркушах має розміщуватись з використанням верхнього, нижнього та лівого полів не менше 10 мм, правого поля не менше 25 мм;

- текст на усіх аркушах має розміщуватись зі щільністю 35...50 рядків на аркуш, вздовж горизонтальних ліній шаблону-зебри, центруватися по лівому краю аркуша.

- перед і після формул, рисунків і таблиць слід залишати по одній вільній строчці;

- кожна контрольна робота має бути скріплена скобою степлера, або зшитою ниткою у лівому верхньому куті, вкладена до

окремого файлу;

– рукописний текст відповідей, підрисункових написів, вміст таблиць має оформлюватись ручкою з пастою (чорнилами) синього або чорного кольорів. Допускається виділяти назви і формулювання питань, підзаголовки та основні терміни кольоровими олівцями чи ручками;

– рисунки, ескізи та креслення виконуються олівцем або ручкою з пастою (чорнилами) синього або чорного кольорів. Складні графічні об'єкти допускається наводити у тексті контрольної роботи у вигляді вирізаних і наклеєних ксерокопій прямокутної форми, їх підрисунковий напис оформлюється від руки, але таких рисунків у роботі має бути як можна менша кількість;

– відповіді на питання, що не містять ілюстративного матеріалу не допускаються. Ксерокопії текстових фрагментів і таблиць у тексті контрольної роботи не допускаються;

– формули, рисунки і таблиці розміщуються по центру рамки і повинні мати наскрізну нумерацію у межах відповіді на окреме питання;

– посилання на джерела інформації у текстах відповідей на питання варіанту є обов'язковими. При цьому у квадратних дужках вказується номер джерела інформації зі списку використаних джерел, наприклад [8].

– об'єм відповідей на кожне з питань варіанту контрольної роботи має становити не менше п'яти аркушів. Роботи, що містять меншу кількість аркушів оцінюються меншим балом, а такі, що містять менше трьох аркушів на одне питання взагалі не приймаються;

– титульний аркуш, зміст оформляється згідно до прикладу, наведеного далі у цих методичних вказівках. Список використаної літератури та посилання на нього оформлюються згідно до діючої нормативної бази;

– відповіді на усі питання мають закінчуватися висновками.

Відповіді на поставлені в роботі запитання повинні бути повними та конкретними. Не рекомендується просто переписувати матеріал з підручників та навчальних посібників. Бажано формулювати відповіді своїми словами та висловлювати свої думки з приводу тих чи інших питань, спираючись на рівень знань, що був отриманий під час опрацювання матеріалу курсу.

Для відповіді на третє запитання першої модульної контрольної роботи необхідно побудувати функціональну схему екосистеми та описати за нею потоки енергії та речовини, які відбуваються в екосистемі. При цьому діаграма будується власноруч (зразок див. у Додатку А) і доповнюється усією необхідною для відповіді на це питання інформацією згідно до варіанту – переліком видів організмів, що становлять біотичну складову екосистеми,

переліком речовин, кругообіг яких відбувається в екосистемі, кількісні показники енергетичних та речовинних обмінів, тощо.

Для відповіді на третє запитання другої модульної контрольної роботи необхідно описати модель та реалізувати її на ЕОМ, наприклад, за допомогою пакету MathCAD. При цьому в роботі необхідно навести роздруковку відповідного файлу.

Рекомендованим об'єктом дослідження при виконанні третьої модульної контрольної роботи є підприємством та/або регіон, встановлений у якості основного об'єкту досліджень магістерської дисертації.

Для заданого об'єкту необхідно сформулювати методологічну основу проведення досліджень джерел формування екологічної небезпеки за наступним планом:

1. Аналіз роботи підприємства (аналіз території об'єкту, що досліджується)
  - 1.1. Структурно-функціональна схема об'єкту (регіону, території)
  - 1.2. Структурно-технологічна схема об'єкту (регіону, території)
2. Методологічна схема дослідження
  - 2.1. Ієрархічна структура проведення досліджень (етапи досліджень)
  - 2.2. Методологічна схема досліджень
3. Джерела формування екологічної небезпеки
  - 3.1. Виявлення джерел екологічної небезпеки
  - 3.2. Закономірності формування екологічної небезпеки
  - 3.3. Оцінка ризику впливу на загальний стан
4. Методи і заходи підвищення рівня екологічної безпеки
  - 4.1. Методи підвищення рівня екологічної безпеки
  - 4.2. Заходи підвищення рівня екологічної безпеки

У Додатку Б міститься зразок оформлення титульного аркушу для модульної контрольної роботи № 1. У Додатку В міститься зразок оформлення титульного аркушу для модульної контрольної роботи № 3. У Додатку Г міститься зразок оформлення титульного аркушу для модульної контрольної роботи № 3.

## ЗМІСТ

	стор.
Вступ.....	3
Загальні положення.....	5
Методичні вказівки до вивчення курсу.....	9
Зміст розділів навчальної програми.....	11
Рекомендована література	
Основна.....	18
Додаткова.....	18
Варіанти модульних контрольних робіт	
Модуль 1 «Методологічні підходи до аналізу екологічних систем».....	19
Модуль 2 «Моделювання процесів формування екологічної небезпеки».....	23
Модуль 3 «Методологія досліджень джерел формування екологічної небезпеки».....	27
Вимоги до виконання і оформлення модульних контрольних робіт.....	29
Додаток А.....	33
Додаток Б.....	35
Додаток В.....	36
Додаток Г.....	37



Додаток А

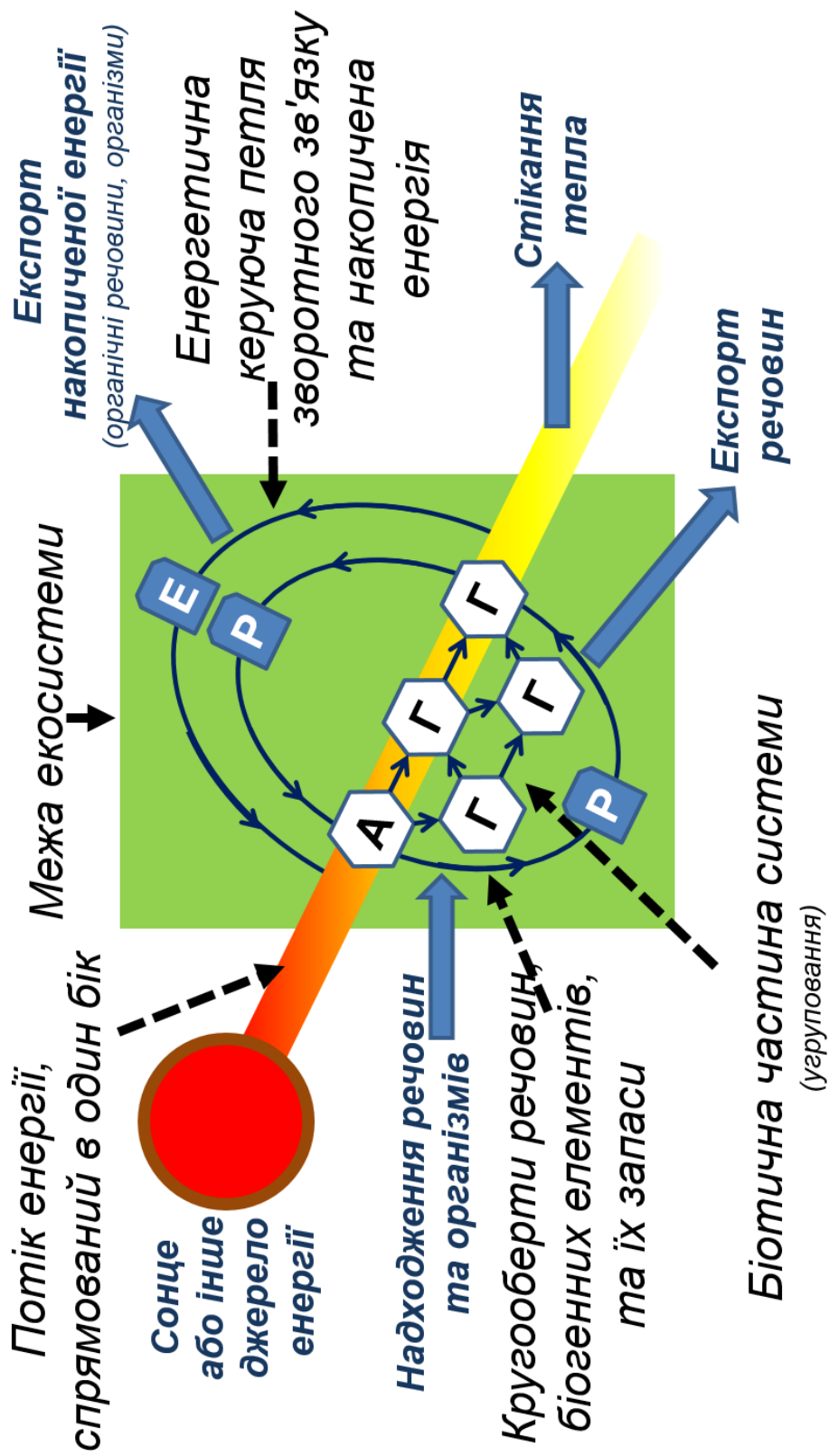


Рисунок А.1 – Зразок побудови функціональної схеми екосистеми

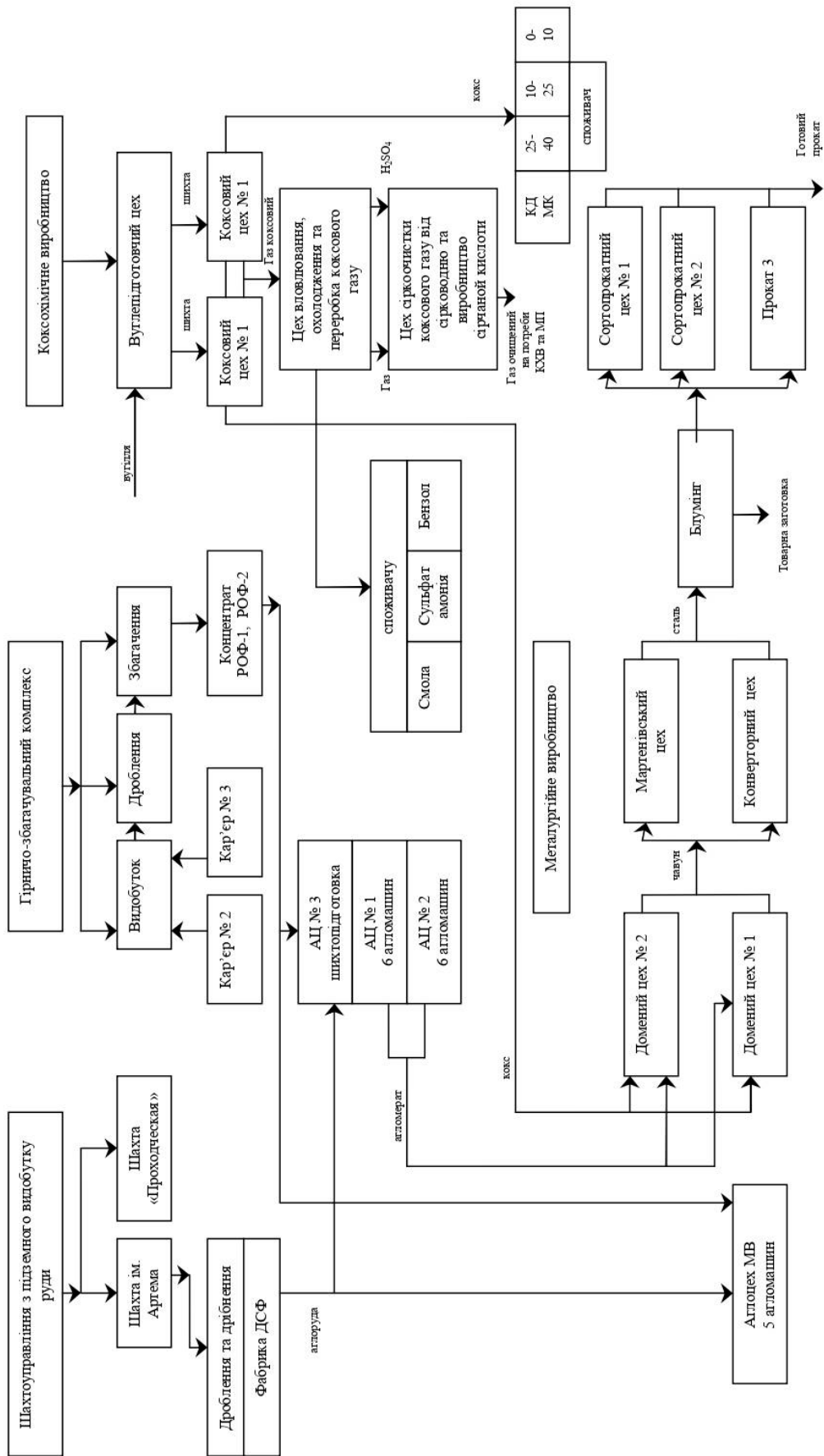


Рисунок А.2 – Зразок побудови функціональної схеми підприємства

## Додаток Б

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Національний університет цивільного захисту України  
Кафедра прикладної механіки та технологій захисту  
навколишнього середовища

Модульна контрольна робота  
з дисципліни «Системний підхід до виявлення  
джерел формування екологічної небезпеки»

Модуль № 1

Тема: «Методологічні підходи до аналізу  
екологічних систем»

Варіант № \_\_\_\_\_

Виконав:

студент групи \_\_\_\_\_,

Прізвище Ім'я По батькові,

залікова книжка № \_\_\_\_\_

Перевірив:

доцент кафедри ПМтаТЗНС, к.т.н.

Прізвище Ім'я По батькові

Харків – 20\_\_

## Додаток В

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Національний університет цивільного захисту України  
Кафедра прикладної механіки та технологій захисту  
навколишнього середовища

Модульна контрольна робота  
з дисципліни «Системний підхід до виявлення  
джерел формування екологічної небезпеки»

Модуль № 2

Тема: «Моделювання процесів формування екологічної  
небезпеки»

Варіант № \_\_\_\_\_

Виконав:

студент групи \_\_\_\_\_,

Прізвище Ім'я По батькові,

залікова книжка № \_\_\_\_\_

Перевірив:

доцент кафедри ПМтаТЗНС, к.т.н.

Прізвище Ім'я По батькові

Харків – 20\_\_

## Додаток Г

Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Національний університет цивільного захисту України  
Кафедра прикладної механіки та технологій захисту  
навколишнього середовища

Модульна контрольна робота  
з дисципліни «Системний підхід до виявлення  
джерел формування екологічної небезпеки»  
Модуль № 3  
Тема: «Методологія досліджень джерел формування  
екологічної небезпеки»

Варіант № \_\_\_\_\_

Виконав:

студент групи \_\_\_\_\_,

Прізвище Ім'я По батькові,

залікова книжка № \_\_\_\_\_

Перевірив:

доцент кафедри ПМтаТЗНС, к.т.н.

Прізвище Ім'я По батькові

Харків – 20\_\_

**Для нотаток**

**Для нотаток**

## Навчальне видання

Укладачі: **Вамболь** Сергій Олександрович  
**Вамболь** Віола Владиславівна  
**Колосков** Володимир Юрійович  
**Кондратенко** Олександр Миколайович

## Системний підхід до виявлення джерел формування екологічної небезпеки

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи.

Відповідальний за випуск В.Ю. Колосков

Підп. до друку **XX.XX**.2018 р. Формат 60x84 1/16  
Папір 80 г/см<sup>2</sup>. Друк ризограф. Умовн. -друк. арк. **X,XX**  
Тираж **XXX** прим. Вид. № 68/07. Зам. №

Сектор редакційно-видавничої діяльності  
Національного університету цивільного захисту України  
61023, Харків, вул. Чернишевська, 94