МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет БІОЛОГІЧНИЙ

Кафедра ЗАГАЛЬНОЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ І ЗООЛОГІЇ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан біологічного факультету

\_\_\_\_\_\_ Л.О. Омельянчик

«\_\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_202\_\_\_

**СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки \_\_\_\_\_бакалавра\_\_\_\_\_\_\_\_\_

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності \_101 Екологія\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(шифр, назва спеціальності)

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма\_ Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування \_

(назва)

**Укладач Чаусовський Григорій Олександрович к.т.н., доцент кафедри загальної та прикладної екології і зоології**

|  |  |
| --- | --- |
| Обговорено та ухвалено  на засіданні кафедри загальної та прикладної екології і зоології  Протокол №\_\_\_\_ від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_202\_ р.  Завідувач кафедри\_ загальної та прикладної  екології і зоології  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_О.Ф. Рильський  (підпис) | Ухвалено науково-методичною радою  біологічного факультету  Протокол №\_\_\_\_від “\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_202\_\_ р.  Голова науково-методичної ради біологічного факультету  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Н.М. Притула  (підпис) (ініціали, прізвище ) |

|  |  |
| --- | --- |
| Погоджено  з навчально-методичним відділом  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (підпис) (ініціали, прізвище) | Погоджено з навчальною лабораторією інформаційного забезпечення освітнього процесу  (підпис) (ініціали, прізвище) |

2021 рік

**1. Опис навчальної дисципліни**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** |
| **Галузь знань, спеціальність,**  **освітня програма**  **рівень вищої освіти** | **Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі** | **Характеристика навчальної дисципліни** |
| очна (денна) форма  здобуття освіти |
| **Галузь знань**  10 Природничі науки | Кількість кредитів – 5 | **Вибіркова** |
| **Цикл професійної підготовки** |
| **Спеціальність**  101 Екологія | Загальна кількість годин –  102 | **Семестр:** |
| 6 -й |
| Змістових модулів – 6 | **Лекції** |
| **Освітньо-професійна програма**  Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування | 12 год |
| **Лабораторні**  **34** |
| **Самостійна робота** |
| 66 год. |
| **Вид підсумкового семестрового контролю**:  екзамен |

**2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Метою** вивчення навчальної дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» є формування у студентів уявлення щодо методології системного аналізу об’єктів в екології та інформаційного обгрунтування організаційно-технічних рішень по покращанню екологічного стану довкілля.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Системний аналіз якості навколишнього середовища» є: отримання уявлення про термінологію, принципи, методологію, структуру та області застосування принципів системного аналізу, специфіку, алгоритмів побудови прогностичних моделей екологічного стану довкілля на основі використання методів системного аналізу.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

|  |  |
| --- | --- |
| Заплановані робочою програмою результати навчання  та компетентності | Методи і контрольні заходи |
| К01. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.  ПР05 Знати концептуальні основи моніторингу та нормування антропогенного навантаження на довкілля за допомогою біоіндикації;  ПР11. Уміти прогнозувати вплив технологічних процесів та виробництв на навколишнє середовище. | Пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний). Лекції, бесіди, спостереження, пояснення |
| ПР09. Демонструвати навички оцінювання непередбачуваних екологічних проблем і обдуманого вибору шляхів їх вирішення.  ПР21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних. | Метод проблемного викладу. Дослідницький. Практичні роботи, досліди, індивідуальна домашня робота |
| К20. Здатність проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища. | Дослідницький. Лекції, єсе, доповіді, практичні роботи, індивідуальна дослідницька робота |
| ПР07. Розв’язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.  ПР22. Брати участь у розробці проектів і практичних рекомендацій щодо збереження довкілля. | Репродуктивний. Проблемний. Метод моделювання. Лекції, спостереження, практична робота, індивідуальна дослідницька робота |
| ПР08. Уміти проводити пошук інформації з використанням відповідних джерел для прийняття обґрунтованих рішень. | Проблемний. Пошуковий. Лекції, спостереження, практична робота, індивідуальна дослідницька робота |

**Міждисциплінарні зв’язки.**

Дисципліни, які пов’язані з викладанням курсу «Системний аналіз якості навколишнього середовища» : біологія, екологія, хімія, моніторинг довкілля, математика, методи вимірювань параметрів навколишнього середовища.

**3. Програма навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1.** Теоретичні основи, інструменти та методи системного аналізу якості навколишнього середовища.

*Тема 1.**Елементи загальної теорії систем.*

Системна організація матеріального світу. Предмет, об’єкт, завдання, методи структура, сучасних принципів системного аналізу якості навколишнього середовища. Закономірності впливу екологічних факторів на живі організми: правило оптимуму. Загальні та спеціальні екологічні закони та закономірності. освоєння навичок побудови спрощених моделей впливу негативних екологічних факторів на довкілля.

*Тема 2. Самоорганізація природних систем*

Поняття про самоорганізацію природних систем з урахуванням екологічних аспектів цієї тематики. Можливість використання саме принципів системного аналізу для об'єктивізації характеристики явища самоорганізації природних систем.

**Змістовий модуль 2.** Полікритеріальні основи системного аналізу.

*Тема 3. Структура, мета та завдання системного аналізу якості навколишнього середовища.*

Розкриття понять про специфіку структури системного аналізу якості довкілля. При цьому робиться акцент на математичні, фізико-хімічні, біологічні та технічні аспекти проблеми, можливості використання саме системного аналізу для прогнозу екологічного стану довкілля та оптимізації вибору методів його покращання.

**Змістовий модуль 3.**Застосування методів та інструментів в системному аналізі.

*Тема 4. Інструментальні принципи системного аналізу.*

Принципи підбору методів та інструментів для формування системного аналізу якості довкілля. Аналіз існуючих методів та інструментів в системному аналізі, робиться огляд перспективних підходів для підвищення ефективності використання методів системного аналізу в комплексних заходах по мінімізації негативного впливу промислових викидів на навколишнє середовище.

*Тема 5. Багатокритеріальний аналіз для ефективних геополітичних, екологічно-орієнтованих природоохоронних рішень.*

Поняття про багатокритеріальність оцінки екологічного стану довкілля, вивчення основних принципів побудови багатокритеріальних математичних моделей прогнозу ступені впливу несприятливих екологічних факторів на екологічний стан водного середовища , атмосферного повітря та грунтів. Роль екологічно-орієнтованих природоохоронних рішень на регіональні екологічні та світові проблеми.

*Тема 6. Методи забезпечення якості навколишнього середовища.*  Багатокритеріальний вплив на навколишнє середовище різних факторів природного та антропогенного походження. Розглядається роль системного аналізу для оцінки цих факторів на стан довкілля, можливості профілактики розвитку потенційно небезпечних екологічних явищ.

**Змістовий модуль 4.**Методи контролю та ефективності природоохоронних технологій.

*Тема 7. Прикладні задачі системного аналізу екологічного стану довкілля для успішної реалізації принципів нейтралізації негативного впливу на навколишнє середовище різних джерел екологічного забруднення.*

Механізм використання методів системного аналізу для оптимізації заходів профілактики інтегрального деструктивного впливу виробничої сфери на довкілля, оптимізації вибору інженерних рішень для очистки повітряного та водного середовища і літосфери. Принципи системного аналізу для оптимізації організаційно-технічних з точки зору досягнення максимального ефекту по мінімізації екологічного забруднення довкілля.

*Тема 8. Методологічні принципи захисту об’єктів навколишнього середовища.*

Сучасні принципи оптимізації методів захисту об’єктів навколишнього середовища, які базуються на використанні методів системного аналізу. Узагальнена характеристика принципів мінімізації негативного впливу екологічного забруднення довкілля на інтегральні показники стану довкілля з використання для цього принципів системного підходу та прогностичного математичного моделювання.

**Змістовий модуль 5.**Рольсистемного аналізу в оптимізації системі «людина – навколишнє середовище»

*Тема9.Гармонізації системи «людина – навколишнє середовище».*

Поняття ролі використання системного аналізу для успішного вирішення різних проблем екологічного характеру. Аналіз питань потенційних можливостей використання принципів системного аналізу для оптимізації різних організаційно-технічних заходів по покращанню екологічного стану довкілля.

*Тема 10. Основи аналізу багатокомпонентних задач.*

Методи орієнтованих графів. Графічні поняття зворотного зв’язку. Дискрептивний аналіз. Декомпозиційні принципи в системному аналізі.

**Змістовий модуль 6.**Основні етапи реалізації системного аналізу для прикладних задач оцінки якості навколишнього середовища.

*Тема 11. Алгоритми побудови узагальненої схеми етапів системного аналізу.*

Емерджментність, метод нормування, агрегування, ієрархічні принципи, конкордація, праксеологічний аналіз, коньюгація. Принцип рекрентного пояснення, мозковий штурм, принцип Дельфі.

**4. Структура навчальної дисципліни**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Змістовий модуль | Усього  годин | Аудиторні (контактні) години | | | | | Самостійна робота, год | | Система накопичення балів | | |
| Усього  годин | Лекційні  заняття, год | | Лабораторні заняття, год | | Теор.  зав-ня,  к-ть балів | Практ.  зав-ня,  к-ть балів | Усього балів |
| о/дф. | з/дист  ф. | о/д ф. | з/дист  ф. | о/д ф. | з/дист  ф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** |
| 1 | 15 | 8 | 4 |  | 4 |  | 7 |  | 4 | 6 | 10 |
| 2 | 15 | 8 | 4 |  | 4 |  | 7 |  | 4 | 6 | 10 |
| 3 | 15 | 12 | 6 |  | 6 |  | 3 |  | 5 | 5 | 10 |
| 4 | 15 | 8 | 4 |  | 4 |  | 7 |  | 4 | 6 | 10 |
| 5 | 15 | 8 | 4 |  | 4 |  | 7 |  | 4 | 6 | 10 |
| 6 | 15 | 12 | 6 |  | 6 |  | 3 |  | 5 | 5 | 10 |
| Усього за змістові модулі | 102 | 36 | 12 |  | 24 |  | 66 |  | 26 | 34 | 60 |
| Підсумковий семестровий контроль  **залік** | 30 |  |  |  |  |  | 30 |  |  |  | 30 |
| Загалом | **120** | | | | | | | | **100** | | |

**5. Теми лекційних занять**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № змістового  модуля | Назва теми | Кількість  годин | |
| о/д  ф. | з/дист  ф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Теоретичні основи, інструменти та методи системного аналізу якості навколишнього середовища | 2 |  |
| 2 | Полікритеріальні основи системного аналізу. | 2 |  |
| 3 | Застосування методів та інструментів в системному аналізі | 2 |  |
| 4 | Методи контролю та ефективності природоохоронних технологій. | 2 |  |
| 5 | Рольсистемного аналізу в оптимізації системі «людина – навколишнє середовище» | 2 |  |
| 6 | Основні етапи реалізації системного аналізу для прикладних задач оцінки якості навколишнього середовища | 2 |  |
| Разом | | 12 |  |

**6. Теми лабораторних занять**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № змістового  модуля | Назва теми | Кількість  годин | |
| о/д  ф. | з/дист  ф. |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | Побудова когнітивних моделей шумового забруднення довкілля | 4 |  |
| 2 | Побудова когнітивних моделей електромагнітного забруднення довкілля | 4 |  |
| 3 | Побудова когнітивних моделей забруднення довкілля леткими токсичними органічними сполуками | 4 |  |
| 4 | Практичний екологічний моніторинг для прикладних задач системного аналізу | 4 |  |
| 5 | Лабораторна робота «Мозковий штурм» оптимізації нейтралізації газових викидів» | 4 |  |
| 6 | Лабораторна робота «Мозковий штурм» оптимізації утилізації побутових відходів» | 4 |  |
| Разом |  | 24 |  |

1. **Види і зміст поточних контрольних заходів \***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № змістового модуля | Вид поточного контрольного заходу | Зміст поточного контрольного заходу | Критерії оцінювання | Усього балів |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1 | Опитування | Питання для підготовки:  1.Роль системних уявлень в практичній діяльності.  2. Формування і розвиток системних уявлень.  3. Системність як загальна властивість матерії.  4. Спроби побудови загальної теорії систем.  5. Системний підхід в екології.  6. Концептуальні моделі.  7. Етапи системного дослідження екосистеми.  8. Системний аналіз для прикладних задач екологічної безпеки  9.Системний аналіз для прикладних задач екології побуту.  10.Системний аналіз прогнозу техногенних навантажень довкілля.  11.Системний аналіз екобезпеки.  12.Системний аналіз для прикладних задач радіаційної безпеки.  13.Алгоритм реалізації мозкового штурму  14.Метод Дельфі  15.Принципи інформативного забезпечення побудови когнітивних моделей.  16. Структурні схеми реалізації основних практичних заходів екологічного напрямку з використанням принципів системного аналізу. | **4 бали** - здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.  **3 бали** – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим  **2 бали** – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може  **1 бал** - відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії. | 4 |
| Лабораторна робота 1,2  Побудова когнітивних моделей шумового забруднення довкілля на основі експертного опиту | Виконати лабораторну роботу згідно методичних рекомендацій.  Основні стадії експертного опиту:  формулювання ОПР мети експертного опиту;  підбір ОПР основного складу робочої групи (звичайно - керівника і секретаря);  розробка робочою групою і затвердження у ОПР технічного завдання на проведення експертного опиту;  розробка робочою групою докладного сценарію проведення збору і аналізу експертних думок (оцінок), включаючи як конкретний вид експертної інформації (слова, умовні градації, числа, ранжування, розбиття або інші види об'єктів нечислової природи), так і конкретні методи аналізу цієї інформації (обчислення медіани Кемені, статистичний аналіз люсіанів та інші методи статистики об'єктів нечислової природи і інших розділів прикладної статистики);  підбір експертів відповідно до їх компетентності;  формування експертної комісії (доцільне укладення договорів з експертами про умови їх роботи і її оплати, затвердження ОПР складу експертної комісії);  проведення збору експертної інформації;  аналіз експертної інформації;  при застосуванні процедури з декількох турів - повторення двох попередніх етапів;  інтерпретація отриманих результатів і підготовка висновку для ОПР;  офіційне закінчення діяльності робочої групи (зокрема підготовка і затвердження наукового і фінансового звітів про проведення експертного дослідження, оплата праці експертів і співробітників робочої групи). | Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 3 бали.  **3 бали** – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.  **2 бали** - при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.  **1 бал** – робота виконана на 30 50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно | 6 |
| **Усього за ЗМ 1 контр. заходів** | **2** |  |  | 10 |
| 2 | Опитування | Питання до опитування:  1. Роль системних уявлень в практичній діяльності.  2. Формування і розвиток системних уявлень.  3. Системність як загальна властивість матерії.  4. Спроби побудови загальної теорії систем.  5. Системний підхід в екології.  6. Концептуальні моделі.  7. Етапи системного дослідження екосистеми.  8. Системний аналіз для прикладних задач екологічної безпеки  9.Системний аналіз для прикладних задач екології побуту.  10.Системний аналіз прогнозу техногенних навантажень довкілля.  11.Системний аналіз екобезпеки.  12.Системний аналіз для прикладних задач радіаційної безпеки. | **4 бали** - здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.  **3 бали** – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим  **2 бали** – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може  **1 бал** - відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії. | 4 |
| Лабораторна робота 3.  Побудова когнітивних моделей забруднення довкілля леткими токсичними органічними сполуками | Алгоритм виконання лабораторної роботи:  -постановка задачі;  -формування цілей;  -використання методів вимірювання параметрів навколишнього середовища;  статистична обробка результатів вимірювання;  -використання принципів системного аналізу для побудлови когнітивних моделей;  -формування узагальнюючих висновків.  Питання для підготовки;  .Роль системних уявлень в практичній діяльності.  2. Формування і розвиток системних уявлень.  3. Системність як загальна властивість матерії.  4. Спроби побудови загальної теорії систем.  5. Системний підхід в екології.  6. Концептуальні моделі.  7. Етапи системного дослідження екосистеми.  8. Системний аналіз для прикладних задач екологічної безпеки  9.Системний аналіз для прикладних задач екології побуту.  10.Системний аналіз прогнозу техногенних навантажень довкілля.  11.Системний аналіз екобезпеки.  12.Системний аналіз для прикладних задач радіаційної безпеки.  13.Алгоритм реалізації мозкового штурму  14.Метод Дельфі  15.Принципи інформативного забезпечення побудови когнітивних моделей.  16. Структурні схеми реалізації основних практичних заходів екологічного напрямку з використанням принципів системного аналізу. | Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 3 бали.  **3 бали** – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.  **2 бали** - при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.  **1 бал** – робота виконана на 30 50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно | 6 |
| **Усього за ЗМ 2**  **контр. заходів** | **2** |  |  | 10 |
| 3 | Тестування | Питання для підготовки:  1. Роль системних уявлень в практичній діяльності.  2. Формування і розвиток системних уявлень.  3. Системність як загальна властивість матерії.  4. Спроби побудови загальної теорії систем.  5. Системний підхід в екології.  6. Концептуальні моделі.  7. Етапи системного дослідження екосистеми.  8. Системний аналіз для прикладних задач екологічної безпеки  9.Системний аналіз для прикладних задач екології побуту.  10.Системний аналіз прогнозу техногенних навантажень довкілля.  11.Системний аналіз екобезпеки.  12.Системний аналіз для прикладних задач радіаційної безпеки.  13.Алгоритм реалізації мозкового штурму  14.Метод Дельфі  15.Принципи інформативного забезпечення побудови когнітивних моделей.  16. Структурні схеми реалізації основних практичних заходів екологічного напрямку з використанням принципів системного аналізу. біохімічних і фізіологічних показників; показові ушкодження молекулярного рівня.  2.Клітинний рівень біоіндикації.  3.Тканинний рівень біоіндикації: загальна характеристика анатомо-морфологічних відхилень у результаті стресових впливів; макроскопічні зміни морфології рослин; патологічні прояви у тварин.  4.Організмовий рівень біоіндикації: зміна забарвлення листя й тіла тварин, скульптури поверхні; зміна розмірів і продуктивності рослин і тварин; зміна темпів росту, екобіоморфних ознак, показники пошкодження тварин.  5.Ссавці – біоіндикатори забруднення наземних екосистем. Ентомоіндикація.  6.Популяційний рівень: добір показових видів; показники популяційного рівня; вплив антропогенних стресорів на динаміку популяцій; вплив антропогенних стресорів на характер поширення рослин і тварин.  7.Біоіндикація на екосистемному та біоценотичному рівні. | 8 тестових завдань – кожна правильна відповідь – 0,5 бали | 4 |
| Лабораторна робота 4.  Практичний екологічний моніторинг для прикладних задач системного аналізу  Лабораторна робота 5.  Лабораторна робота «Мозковий штурм» оптимізації нейтралізації газових викидів»  Лабораторна робота 6.  Лабораторна робота «Мозковий штурм» оптимізації утилізації побутових відходів» | Виконати лабораторну роботу згідно методичних рекомендацій.  Алгоритм виконання лабораторної роботи:  -постановка задачі;  -формування цілей;  -використання методів вимірювання параметрів навколишнього середовища;  статистична обробка результатів вимірювання;  -використання принципів системного аналізу для побудови когнітивних моделей;  -формування узагальнюючих висновків.  Виконати лабораторну роботу згідно методичних рекомендацій.  Алгоритм виконання лабораторної роботи:  -постановка задачі;  -формування цілей;  -використання методів вимірювання параметрів навколишнього середовища;  статистична обробка результатів вимірювання;  -використання принципів системного аналізу для побудови когнітивних моделей;  -формування узагальнюючих висновків.  Виконати лабораторну роботу згідно методичних рекомендацій.  Алгоритм виконання лабораторної роботи:  -постановка задачі;  -формування цілей;  -використання методів вимірювання параметрів навколишнього середовища;  статистична обробка результатів вимірювання;  -використання принципів системного аналізу для побудови когнітивних моделей;  -формування узагальнюючих висновків. | Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 2 бали.  **2 бали** – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.  **1 бал** - при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить невірні висновки, не розуміє достатньою мірою мету роботи. | 6 |
| **Усього за ЗМ 3**  **контр. заходів** | **2** |  |  | 10 |
| 4 | Опитування | Питання для підготовки (принципи системного аналізу):  Принцип декомозиції.  Принцип емерджентності.  Принцип нормування.  Принцип конкордації  Принцип « сірого ящика».  Принцип ієрархії  Дескриптивний принцип | **4 бали** - здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.  **3 бали** – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим  **2 бали** – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може  **1 бал** - відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії. | 4 |
| Лабораторна робота 7.,8  . | Виконати лабораторну роботу згідно методичних рекомендацій.  Виконати лабораторну роботу згідно методичних рекомендацій.  Алгоритм виконання лабораторної роботи:  -постановка задачі;  -формування цілей;  -використання методів вимірювання параметрів навколишнього середовища;  статистична обробка результатів вимірювання;  -використання принципів системного аналізу для побудови когнітивних моделей;  -формування узагальнюючих висновків. | Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 3 бали.  **3 бали** – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.  **2 бали** - при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.  **1 бал** – робота виконана на 30 50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно | 6 |
| **Усього за ЗМ 4**  **контр. заходів** | **2** |  |  | 10 |
| **5** | Опитування | Питання для підготовки:  1.Біоіндикація забруднення атмосфери [за допомогою](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%83) рослин.  2.Газостійкість і газочутливість рослин.  3.Оцінка реакції рослин на забруднення атмосфери.  4.Добір і підготовка біологічних об’єктів для біоіндикації атмосферного повітря.  5.Основні наслідки дії пилу й золи на природно-територіальні комплекси.  6. Зміна кислотності ґрунтів, рослини-індикатори кислотності ґрунтів.  7.Механічний склад ґрунтів, літоіндикатори.  8.Показники та індикатори ґрунтової родючості.  9.Загальне оцінювання ступеню забруднення ґрунтового покриву. | **4 бали** - здобувач освіти має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень теорії, може не тільки вільно сформулювати, але й самостійно довести закони, теореми, принципи, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань.  **3 бали** – здобувач освіти знає і може самостійно сформулювати основні поняття теми та пов'язати їх з реальними явищами, може привести як словесне, так і математичне формулювання основних положень змістовного модуля, навести приклади їх застосування в практичній діяльності, але не завжди може самостійно довести їх. Здобувач освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим  **2 бали** – здобувач освіти відтворює основні поняття і визначення змістовного модулю, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теми, допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може  **1 бал** - відповідь здобувача освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і явища. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями змістовного модуля, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення теорії. | 4 |
| Лабораторна робота 9,10. | Виконати лабораторну роботу згідно методичних рекомендацій.  *Отримання експертної інформації****:***  -дати оцінку наявних даних з погляду їх надійності і застосовності;  уточнити варіанти і змінні системи, що управляють;  -назвати показники, які можуть бути використані для кількісної характеристики загальних інтересів і цілей осіб, що входять в різні групи;  - вказати відносну важливість цілей і показників. | Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 3 бали.  **3 бали** – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.  **2 бали** - при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.  **1 бал** – робота виконана на 30 50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно | 6 |
| **Усього за ЗМ 5**  **контр.заходів** | 2 |  |  | 10 |
| **6** | Тестування | Питання для підготовки:  1.Роль системних уявлень в практичній діяльності.  2. Формування і розвиток системних уявлень.  3. Системність як загальна властивість матерії.  4. Спроби побудови загальної теорії систем.  5. Системний підхід в екології.  6. Концептуальні моделі.  7. Етапи системного дослідження екосистеми.  8. Системний аналіз для прикладних задач екологічної безпеки  9.Системний аналіз для прикладних задач екології побуту.  10.Системний аналіз прогнозу техногенних навантажень довкілля. | 10 тестових завдань – кожна правильна відповідь – 0,5 бали | 5 |
| Лабораторна роботф№11, 12 | Виконати лабораторну роботу згідно методичних рекомендацій.  Метод “мозкового штурму”:  Призначається людина (ведучий), яка веде нараду і стежить за дотриманням правил цього методу.  Визначаються учасники (учасник) наради, які фіксують заяви експертів.  Учасників наради детально інформують про проблему, яку необхідно вирішити.  *Стадії методу Делфі:*  1.Кожному експертові пропонується анонімно заповнити анкету, в якій він висловлює свої думки з поставлених питань і їх обґрунтування.  2.Ця інформація розмножується у вигляді збірки думок всіх експертів і надаються їм з проханням переглянути свої анкетні позиції у світлі нових даних.  3.Стадії 1 і 2 повторюються декілька разів. | Виконання лабораторної роботи максимально оцінюється в 5 балів.  **5 балів** – лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було дотримано всіх вимог, передбачених програмою курсу.  **4 бали** - лабораторна робота виконана та захищена вчасно і якісно. Здобувач освіти повно та вірно здатен проаналізувати та узагальнити отриманий результат. При виконанні лабораторної роботи було допущено несуттєві помилки.  **3 бали** - при виконанні лабораторної роботи здобувач освіти виконує роботу за зразком з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи.  **2 бали** – робота виконана на 30 50%, висновки невірно сформульовані, захищена невчасно  **1 бал** – робота виконана менш ніж на 30 відсотків, або не самостійно, висновки не вірні. | 5 |
| **Усього за ЗМ 6**  **контр.заходів** | 2 |  |  | 10 |
| **Усього за змістові модулі контр.**  **заходів** | **12** |  |  | 60 |

**8. Підсумковий семестровий контроль**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Форма | Види підсумкових контрольних заходів | Зміст підсумкового контрольного заходу | Критерії оцінювання | Усього балів |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Залік** | Тестування у системі СЕЗН ЗНУ | Питання для підготовки:   1. Предмет, об’єкт, завдання, методи та структура сучасних підходів до системного аналізу якості навколишнього середовища.   Структура, мета та завдання системного аналізу якості навколишнього середовища.   1. Джерела антропогенного забруднення. 2. Класифікація забруднень: природні та антропогенні забруднення. Фізичні, хімічні та біологічні забруднення. 3. Критерії [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) забруднення [навколишнього середовищ](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D1%96%D0%BB%D0%BB%D1%8F)а. 4. Методи визначення забруднень. Методика [добору](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%96%D1%80) проб. 5. Кількісні критерії [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) фактичного рівня забруднень. Роль галузей господарства у виникненні екологічних проблем. 6. Загальне оцінювання ступеню забруднення ґрунтового покриву 7. Чинники забруднення водного середовища.   Зміни водних екосистем [при](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8F-%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9-%D0%B7%D0%B0-%D0%BF%D1%96%D0%B4-%D1%87%D0%B0%D1%81-%D1%83-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96) антропогенному забрудненні.  Методи біологічної [оцінки](http://onlinecorrector.com.ua/%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) якості води.  Елементи загальної теорії систем. Системна організація матеріального світу.  Самоорганізація природних систем.  Застосування методів та інструментів в системному аналізі.  Багатокритеріальний аналіз для ефективних геополітичних, екологічно-орієнтованих природоохоронних рішень.  Методи забезпечення якості навколишнього середовища.  Методологічні принципи захисту об’єктів навколишнього середовища. Екологізація антропогенної діяльності.  Оцінка застосування природоохоронних технологій. Методи контролю та ефективності природоохоронних технологій.  Принципи організації екологоорієнтованих форм рекреації та оздоровлення. Особливості використання і охорони об'єктів природно-заповідного фонду України. Порядок створення й оголошення територій та об'єктів ПЗФ України.  Вдосконалення системи екологічного управління. Органи управління природокористуванням.  Зменшення інтегрального деструктивного впливу виробничої сфери на довкілля.  Роль ієрархічних принципів в системному аналізі якості навколишнього середовища | 20 тестових завдань – кожна правильна відповідь - 1 бал | **20** |
| Виконання індивідуального дослідницького завдання | Індивідуальні домашні завдання виконуються у вигляді есе з презентацією, за загальноприйнятими у ЗНУ вимогами до оформлення.  Обсяг есе повинен складати 20-30 стор., обсяг презентації 10-15 слайдів.  Студент виконує есе та презентацію за обраною тематикою (у студентів однієї академічній групі теми ІДЗ не можуть повторюватися):  *Теми індивідуальних завдань:*  1. Роль системних уявлень в практичній діяльності.  2. Формування і розвиток системних уявлень.  3. Системність як загальна властивість матерії.  4. Спроби побудови загальної теорії систем.  5. Системний підхід в екології.  6. Концептуальні моделі.  7. Етапи системного дослідження екосистеми.  8. Системний аналіз для прикладних задач екологічної безпеки  9.Системний аналіз для прикладних задач екології побуту.  10.Системний аналіз прогнозу техногенних навантажень довкілля.  11.Системний аналіз екобезпеки.  12.Системний аналіз для прикладних задач радіаційної безпеки. | Результати виконання студентом індивідуального практичного завдання оцінюється за такою шкалою:  Вступ (1 бал): формулювання необхідність зазначених знань для формування компетентностей, передбачених цією навчальною дисципліною.  Основна частина (1-10 балів): повнота розкриття питання (1-2 бали); опрацювання сучасних наукових інформаційних джерел (1-4 бали); цілісність, систематичність, логічна послідовність викладу (1-4 бали).  Висновки (1-2 бали): уміння формулювати власне ставлення до проблеми, робити аргументовані висновки.  Акуратність оформлення письмової роботи (1 бал).  Підготовка комп’ютерної презентації (1-6 бали). Уміння користуватися Інтернет ресурсом (1-2 бали); підбір і логічне розміщення графічних і фотозображень (1-2 бали); слайд-шоу (близько 10 слайдів) (1-2 бали).  Загальна оцінка визначається як сума балів, отриманих студентом за кожним пунктом. Виконання індивідуального завдання оцінюється 0-20 балів. | **20** |
| Усього за підсумковий семестровий контроль |  | | | **40** |

**9. Рекомендована література**

**Основна**:

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студентов вузов / под ред. О. П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2016. – 288 с.
2. Джефферс, Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии/ Дж. Джефферс. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
3. Пэнтл, Р. Методы системного анализа окружающей среды / Р. Пэнтл. – М.: Мир, 1979. – 214 с.
4. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия Молодая, 1994. – 367 с.
5. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2015. – 408 с.
6. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студентов вузов / под ред. О. П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2016. – 288 с.
7. Джефферс, Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии/ Дж. Джефферс. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
8. Пэнтл, Р. Методы системного анализа окружающей среды / Р. Пэнтл. – М.: Мир, 1979. – 214 с.
9. Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. – М.: Россия Молодая, 1994. – 367 с.
10. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Академия, 2015. – 408 с.

**Додаткова:**

1. Александров Л.И. Системная экология учебное пособие. - Владивосток: 2004. - 35 с.

2. Алимов А.Ф., Степаньяц С.Д. Фундаментальные зоологические исследования. Теория и етюды. М.: 2004 г.- 318 с.

3. Бигон М., Харпер Дж., Таусен К. Екологія особи, популяции и сообщества. – М.: Мир,

1989. – Т. 1., 2.

4. Практикум із загальної екології: Навчальний посібник/ Білявський Г. О., Фурдуй Р.С. –

К: Либідь, 1997. – 160 с.

5. Екологія: Тлумачний словник/ Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В.– К.:

Либідь, 2004. – 376 с.

6. Екологія. Охорона природи:Словник-довідник: Близько 4 500 понять і термінів/

Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В.– К.: Знання, 2002.– 550 с .

7. Голубець М. А. Середовищезнавство – перспективний розділ науки / М. А. Голубець //

Вісник НАН України, 2007. - № 8. – С. 3 – 13.

**Інформаційні ресурси**

1.<http://mars.biophys.msu.ru/seripts/trans.pl/def/cyrillic/rbpolb99/BM.HTM/> Ризниченко Г.Ю. Экология математическая;

2.<http://www.br.com.ua/referats/Ecologiya/57408.htm> − Реферат: Екологія міських систем

3.<http://nuwm.rv.ua/metods/nmukek.php> − Сайт Національного університету водного господарства та природокористування

4. <http://mobiro.ru/doc/168801/ekolog%D1%96ja_m%D1%96sbkih_sistem> − Посібник: Екологія міських систем