**Мелітопольський державний педагогічний університет**

**імені Богдана Хмельницького**

**ХІМІКО-БІОЛОГІЧНИЙ факультет**

**Кафедра ЕКОЛОГІЇ, загальної біології та раціонального природокористування**

|  |  |
| --- | --- |
| **Назва курсу**  Нормативний/вибірковий | Теорія систем і системний аналіз в екології  нормативний |
| **Ступінь освіти Бакалавр/магістр/доктор ф**  **Освітня програма** | Магістр  101 Екологія |
| **Рік викладання/ Семестр/ Курс (рік навчання)** | 2020-2021/ 2 семестр  1 курс |
| **Викладач** | Кошелєв Василь Олександрович |
| **Профайл викладача** | http://hb.mdpu.org.ua/kafedra-ekologiyi-ta-zoologiyi/sklad-ekologiyi-ta-zoologiyi/koshelyev-vasyl-oleksandrovych/ |
| **Контактний тел.** | 0985043916 |
| **E-mail:** | kochelev10041@gmail.com |
| **Сторінка курсу в ЦОДТ МДПУ ім. Б.Хмельницького** | http://www.dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=3922 |
| **Консультації** | *Очні консультації:*  щосереди, згідно графіку роботи кафедри екології, загальної біології та раціонального природокористування.  *Онлайн-консультації:*  через систему ЦОДТ МДПУ ім. Б.Хмельницького. |

**1. Анотація**

Освітній компонент «Теорія систем і системний аналіз в екології» є прикладною наукою, націленою на з’ясування причин реальних ускладнень, що виникли перед «власником проблеми» і на вироблення варіантів їх усунення. У найбільш розвиненій формі системний аналіз містить і безпосереднє, практичне поліпшувальне втручання в проблемну ситуацію. Вражаючі успіхи в розвитку науки і техніки на якийсь час створили ілюзію повної незалежності людини від природи, підвладності того, що оточує людину. Останнім часом на зміну таким уявленням приходить суспільне усвідомлення зацікавленості людства у всьому, що відбувається в довкіллі, пізнання необхідності не «підкорення природи», а розумної її експлуатації. Характерною межею нової системи поглядів на взаємовідносини людини з природою є розуміння можливості необоротних наслідків нашої діяльності, а звідси гостра потреба в прогнозуванні, прогнозі безпосередніх і віддалених наслідків антропогенного втручання в природні системи.

**2. Мета та ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА**

***Мета:*** Ознайомити з основами теорії систем і системного аналізу в екології, закономірностями функціонування екологічних систем, методологією системного аналізу в екології та принципами моделювання екологічних систем і процесів необхідних для аналізу складних систем навколишнього середовища.

*З****авдання:*** забезпечення загально інженерної підготовки фахівців-екологів у галузі аналізу складних систем навколишнього середовища, ознайомлення з основними положеннями теорії систем в екології та з закономірностями функціонування екологічних систем. Вивчення методів обробки і інтерпретації інформації при проведенні екологічних досліджень. Набуття навичок виконання системного аналізу екологічних систем.

**3. ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, ЯКІ НАБУВАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ОПАНУВАННЯ ОСВІТНІМ КОМПОНЕНТОМ**

Перелік компетентностей, які набуваються під час опанування дисципліною:

1. Інтегральна компетентність: здатність розв’язувати складні спеціалізовані завдання та практичні питання і проблеми в галузі екології.
2. Загальні компетентності:

* Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
* Здатність приймати обґрунтовані рішення.
* Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
* Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

3. Фахові компетентності

* Обізнаність на рівні новітніх досягнень, необхідних для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.
* Здатність до використання принципів, методів та організаційних процедур дослідницької та інноваційної діяльності.
* Здатність до організації робіт, пов’язаних з оцінкою екологічного стану, захистом довкілля та оптимізацією природокористування, в умовах неповної інформації та суперечливих вимог.
* Здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері екології, охорони довкілля та збалансованого природокористування.
* Здатність оцінювати рівень негативного впливу природних та антропогенних факторів екологічної небезпеки на довкілля та людину.
* Здатність оцінювати небезпеку для біологічного та ландшафтного різноманіття в межах заповідних територій.

**4. Результати навчання**

**Програмні результати навчання (ПРН)**

* Знати та розуміти фундаментальні і прикладні аспекти наук про довкілля.
* Уміти використовувати концептуальні екологічні закономірності у професійній діяльності.
* Знати новітні методи та інструментальні засоби екологічних досліджень, у тому числі методи та засоби математичного і геоінформаційного моделювання.
* Демонструвати обізнаність щодо новітніх принципів та методів захисту навколишнього середовища.
* Уміти використовувати сучасні інформаційні ресурси з питань екології, природокористування та захисту довкілля.
* Застосовувати нові підходи для вироблення стратегії прийняття рішень у складних непередбачуваних умовах.
* Оцінювати екологічні ризики за умов недостатньої інформації та суперечливих вимог.

**5. Обсяг курсу**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вид заняття** | **лекції** | **семінарські заняття** | **самостійна робота** |
| **Кількість годин** | 30 | 30 | 120 |

**6. Політики курсу**

Політика академічної поведінки та етики:

* Не пропускати та не запізнюватися на заняття за розкладом;
* Вчасно виконувати завдання семінарів та питань самостійної роботи;
* Вчасно та самостійно виконувати контрольно-модульні завдання

**7. СТРУКТУРА КУРСУ**

**7.1 СТРУКТУРА КУРСУ (ЗАГАЛЬНА)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кількість годин** | **Тема** | **Форма діяльності (заняття, кількість годин)** | **Література** | **Завдання** | **Вага оцінки** | **Термін виконання** |
| **БЛОК 1.** Теорія систем в екології | | | | | | |
| 12 | Поняття системи | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру  (перший періодичний контроль) |
| 12 | Класифікація систем | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру  (перший періодичний контроль) |
| 12 | Складність екологічних систем | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру  (перший періодичний контроль)) |
| 12 | Структурно-функціональні рівні організації органічного світу | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру  (перший періодичний контроль) |
| 12 | Енергетичний баланс екологічних систем та їх продуктивність | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру  (перший періодичний контроль) |
| 12 | Екологічні фактори та їх вплив на життєдіяльність організмів | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру  (перший періодичний контроль) |
| 12 | Природна динаміка та еволюція екосистем | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру  (перший періодичний контроль) |
| **БЛОК 2. Методологія системного аналізу та моделювання екологічних систем та процесів** | | | | | | |
| 12 | Методологія системного аналізу довкілля | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль) |
| 12 | Опис системи на вербальному рівні | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль) |
| 12 | Принципи моделювання екологічних систем і процесів | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль) |
| 12 | Формалізовані процедури системного аналізу | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль) |
| 12 | Особливості математичного моделювання екологічних процесів | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль) |
| 12 | Моделі, що описуються системами диференціальних рівнянь другого порядку. | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль) |
| 12 | Методи системного підходу в екології | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль) |
| 12 | Методи моделювання в екології | Лекція (2 год.)  Семінарське заняття (2 год.)  Самостійна робота (8 год.) | [1-11] |  |  | впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль) |

**7. 2 Схема курсу (лекційний блок)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема лекції** | **Зміст лекції** |
| Поняття системи | Поняття системи. Визначення системи. Елемент системи. Ознаки системи. |
| Класифікація систем | Класифікаційні ознаки систем. Принцип гомеостазу. Принцип ресурсної забезпеченості |
| Складність екологічних систем | Територіальна та просторова неоднорідність. Поліструктурність. Цілісність. Відкритість. Динамічність. Стійкість. Стохастичність. |
| Структурно-функціональні рівні організації органічного світу | Основні функції живої речовини. Рівні організації органічного світу. Підходи і способи вивчення складних систем. |
| Енергетичний баланс екологічних систем та їх продуктивність | Енергетичний баланс екологічних систем. Біологічна продуктивність екологічних систем. |
| Екологічні фактори та їх вплив на життєдіяльність організмів | Поняття про екологічні фактори. Класифікація екологічних факторів. Встановлення причинно-наслідкових зв’язків під час вивчення змін екосистем. |
| Природна динаміка та еволюція екосистем | Чинники, що викликають зміни в екосистемі. Екологічна сукцесія. Еволюція екосистем. Флуктуації екосистем. |
| Методологія системного аналізу довкілля | Суть і завдання системного аналізу. Основні принципи системного аналізу. Етапи і послідовність системного аналізу |
| Опис системи на вербальному рівні | Історична форма опису системи (історичний аналіз). Предметна форма опису системи (морфологічний аналіз). Функціональна форма опису системи (функціональний аналіз). |
| Принципи моделювання екологічних систем і процесів | Поняття «модель» і «моделювання». Абстрактна модель системи довільної природи.  Класифікація моделей. Властивості моделей. |
| Формалізовані процедури системного аналізу | Аналіз та синтез у теорії пізнання і системному аналізі. Декомпозиція та агрегація. Процедура декомпозиції. Алгоритм декомпозиції. Агрегатування. |
| Особливості математичного моделювання екологічних процесів | Особливості математичного моделювання екологічних процесів. Моделі екологічних систем, що описуються одним диференціальним рівнянням першого порядку. Стійкість. Метод Ляпунова. |
| Моделі, що описуються системами диференціальних рівнянь другого порядку. | Моделі диференціальних рівнянь другого порядку. Фазова картина системи. |
| Методи системного підходу в екології | Основні принципи моделювання екологічних систем. Загальносистемний підхід в моделюванні екологічних систем. |
| Методи моделювання в екології | Детерміністські моделі. Стохастичні моделі. Динамічні моделі. |

**7.3 Схема курсу (практичні заняття)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема практичного заняття** | **Зміст практичного заняття** |
| Властивості систем | Гетерогенність системи та структурованість.  Емерджентність системи.  Цілеспрямованість системи. |
| Системний аналіз та системний підхід як методології дослідження  систем | Поняття системний аналіз  Технічна основа системного аналізу  Поняття системний підхід  Основні принципи системного підходу |
| Ступені організації екосистем | Консорційні екосистеми. Парцелярні екосистеми. |
| Ступені організації екосистем | Біогеоценозні екосистеми. Ландшафтні екосистеми. |
| Ступені організації екосистем | Провінційні екосистеми. Біомні екосистеми. |
| Ступені організації екосистем | Субстратні екосистеми. Глобальна екосистема – біосфера. |
| Основні закони функціонування екологічних систем | Закон мінімуму. Закон толерантності (закон Шелфорда). Закон конкурентного вилучення. Закон біогенної міграції атомів (закон В. І. Вернадського). Закон внутрішньої динамічної рівноваги. Закон генетичної різноманітності. Закон константності (сформульований В. І. Вернадським). Закон піраміди енергій (сформульований Р. Ліндеманом). Закон розвитку довкілля. |
| Методика проведення системного аналізу | Неформальні методи. (методи «мозкової атаки», метод експертних оцінок, метод «Дельфі», діагностичні методи, морфологічні методи, метод дерева цілей). |
| Методика проведення системного аналізу | Формалізовані методи (графічні: матричні методи, мережеві методи; статистичні: математична статистика, теорія імовірності, теорія масового обслуговування; аналітичні: методи як класичної математики, так і математичного програмування). |
| Підходи до фізичного і математичного моделювання | Підходи до фізичного моделювання  Підходи до математичного моделювання |
| Системний підхід до побудови математичних моделей | Алгоритм побудови математичної моделі |
| Лінійні системи. | Типи особливих точок. Вузол. Сідло Фокус. Центр. |
| Нелінійні системи. | Дослідження стійкості НС. Метод Ляпунова. |
| Принципи моделювання екологічних систем | Матричні моделі. Оптимізаційні моделі. |
| PEST- та SWOT-аналіз в управлінні екологічними системами | PEST- аналіз  SWOT- аналіз |

**7.4 Схема курсу (теми для самостійного опрацювання)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема для самостійного опрацювання** | **Зміст теми** |
| Поняття системи | Історія розвитку вчення про системи. |
| Класифікація систем | Зв'язок теорії систем з іншими науками. |
| Складність екологічних систем | Зв’язок в екологічній системі. |
| Структурно-функціональні рівні організації органічного світу | Екологія популяцій. |
| Енергетичний баланс екологічних систем та їх продуктивність | Біологічна продуктивність екологічних систем |
| Екологічні фактори та їх вплив на життєдіяльність організмів | Вплив екологічних факторів на живі організми. Види дії екологічних чинників на організми. Екологічна ніша з позицій системного підходу. |
| Природна динаміка та еволюція екосистем | Стійкість, стабільність та самоочищення екосистем. |
| Методологія системного аналізу довкілля | Системний аналіз самоочищення біотехноценозу. |
| Опис системи на вербальному рівні | Функціональний аналіз системи |
| Принципи моделювання екологічних систем і процесів | Побудова математичних моделей |
| Формалізовані процедури системного аналізу | Агрегатування |
| Особливості математичного моделювання екологічних процесів | Кінетичні рівняння Лотки. Модель Вольтерра |
| Моделі, що описуються системами диференціальних рівнянь другого порядку. | Визначення стійкості системи. |
| Методи системного підходу в екології | Екологічні тригери, автоколивання, граничні цикли |
| Методи моделювання в екології | Узагальнені моделі і взаємодії двох видів. Ігрові моделі. |

**8. Система оцінювання та вимоги**

|  |  |
| --- | --- |
| **Загальна система оцінювання курсу** | За семестр з курсу дисципліни проводяться два періодичні контролі (ПКР), результати яких є складником результатів контрольних точок першої (КТ1) і другої (КТ2). Результати контрольної точки (КТ) є сумою поточного (ПК) і періодичного контролю (ПКР): КТ = ПК + ПКР. Максимальна кількість балів за контрольну точку (КТ) складає 50 балів. Максимальна кількість балів за періодичний контроль (ПКР) становить 60 % від максимальної кількості балів за контрольну точку (КТ), тобто 30 балів. А 40 % балів, тобто решта балів контрольної точки, є бали за поточний контроль, а саме 20 балів. Результати поточного контролю обчислюються як середньозважена оцінок (Хср) за діяльність студента на практичних (семінарських) заняттях, що входять в число певної контрольної точки. Для трансферу середньозваженої оцінки (Хср) в бали, що входять до 40 % балів контрольної точки (КТ), треба скористатися формулою: ПК = (Хср)∗20 / 5. Таким чином, якщо за поточний контроль (ПК) видів діяльності студента на всіх заняттях Хср = 4.1 бали, які були до періодичного контролю (ПКР), то їх перерахування на 20 балів здійснюється так: ПК = 4.1∗20 / 5 = 4.1 \* 4 = 16.4 // 16 (балів). За періодичний контроль (ПКР) студентом отримано 30 балів. Тоді за контрольну точку (КТ) буде отримано КТ = ПК + ПКР = 16 + 30 = 46 (балів).  Студент має право на підвищення результату тільки одного періодичного контролю (ПКР) протягом двох тижнів після його складання у випадку отримання незадовільної оцінки.  Підсумковим контролем є екзамен, на його складання надається 100 балів за виконання тестів (або задач чи завдань іншого виду). Загальний рейтинг з дисципліни (ЗР) складається з суми балів (Е), отриманих на екзамені, і підсумкової оцінки (ПО) та ділиться навпіл. ЗР = (ПО + Е) / 2 |
| **Практичні заняття** | **«5»** – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом,вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко тавсебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов’язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі розрахункові / тестові завдання. Здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідковізв’язки, формувати висновки і узагальнення, вільнооперувати фактами та відомостями.  **«4»** – студент достатньо повно володіє навчальним матеріалом,обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому нормативну та обов’язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість розрахункових / тестових завдань. Студент здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв’язки, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.  **«3»** – студент в цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових розрахунків, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину розрахункових / тестових завдань. Має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв’язків і формулювання висновків.  **«2»** – студент не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових розрахунків, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності. Правильно вирішив окремі розрахункові / тестові завдання. Безсистемно відділяє випадкові ознаки вивченого; не вміє зробити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки. |
| **Умови допуску до підсумкового контролю** | Студент, який навчається стабільно на «відмінні» оцінки і саме такі оцінки має за періодичні контролі, накопичує впродовж вивчення навчального курсу 90 і більше балів, має право не складати екзамен з даної дисципліни.  Студент зобов’язаний відпрацювати всі пропущені семінарські заняття протягом двох тижнів. Невідпрацьовані заняття (невиконання навчального плану) є підставою для недопущення студента до підсумкового контролю. |

**9. Рекомендована література**

1. Гандзюра В. П. Екологія: навчальний посібник. 2-ге вид., переробл. і доп. Київ : TOB «Сталь», 2009. 375 с.
2. Голубець M. А. Екосистемологія. Львів, 2000. 316 с.
3. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології : підручник. Київ : Либідь, 1993. 224 с.
4. Джигирей B. C. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посіб. 2-ге вид. Київ : Т-во «Знання», 2002. 203 с.
5. Заславский Б. Г., Полуэктов P. A. Управление экологическими системами. Москва : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 296 с. (Теория и методы системного анализа).
6. Лавров В. В. Системний підхід як методологічна основа для оцінки і зменшення загроз біорізноманіттю (лісові екосистеми). Оцінка і напрямки зменшення загроз біорізноманіттю України. За ред. О. В. Дудкіна. Київ: Хімджест, 2003. С. 156–273.
7. Лаврушина Е. Г., Слугина Н. Л. Теория систем и системный анализ: Практикум. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2007. 100 с.
8. Масікевич Ю. Г., Шестопалов О. В., Негадайло А. А. та ін. Теоріясистем в екології: підручник. Суми: Сумський державний університет, 2015. 330 с.
9. Пэнтл Р. Методы системного анализа окружающей среды. Москва : Мир, 1979. 214 с.
10. Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник. Москва : Мысль, 1990. 637 с.
11. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу. Навчальний посібник. Харків : ХНАМГ, 2004. 291 с.

**Інформаційні ресурси в Інтернеті**

<https://pidruchniki.com/91249/ekologiya/teoriya_sistem_v_ekologiyi>

<https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/41329/1/ecology.pdf>