

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Волинський національний університет імені Лесі Українки
Географічний факультет
Кафедра фізичної географії

СИЛАБУС
вибіркового освітнього компоненту

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В НАУКАХ ПРО ЗЕМЛЮ

підготовки _____ доктора філософії _____


спеціальності _103 Науки про Землю,
освітньо-професійної програми Науки про Землю

Силабус **вибіркового освітнього компоненту** «Математичне моделювання в науках про Землю» підготовки *доктора філософії*, галузі *10 Природничі науки*, спеціальності *103 Науки про Землю*, за освітньо-професійною програмою *Науки про Землю*

Розробник: Фесюк В. О., завідувач кафедри фізичної географії, д.г. н., проф.

Погоджено

Гарант освітньо-наукової програми:



Фесюк В. О.

Силабус освітнього компоненту затверджений на засіданні кафедри фізичної географії

протокол № 1 від 26 серпня 2022 р.

Завідувач кафедри:



Фесюк В. О.

I. Опис освітнього компоненту

| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь | Характеристика освітнього компоненту |
|--|--|--------------------------------------|
| Денна форма навчання | Галузь знань <u>10 Природничі науки</u> Спеціальність <u>103 Науки про Землю</u> Освітня програма <u>Науки про Землю</u> Рівень вищої освіти: доктор філософії | Нормативна |
| Кількість годин/кредитів 90 год./ 3 кредити | | Рік навчання – 2 |
| | | Семестр – 3 |
| | | Лекції – 20 год. |
| ІНДЗ: є | | Практичні (семінари) – 16 год. |
| | Лабораторні – 0 год. | |
| Мова навчання | Самостійна робота – 54 год. | |
| | Форма контролю: <u>залік (3 семестр)</u> | |
| | Українська | |

II. Інформація про викладача

| | |
|------------------|---|
| Викладач | Фесюк Василь Олександрович |
| Науковий ступінь | Доктор географічних наук |
| Вчене звання | Професор |
| Посада | Завідувач кафедри фізичної географії |
| Профайл | https://wiki.vnu.edu.ua/wiki/Фесюк_Василь_Олександрович |
| Телефон | +380996356494 |
| e-mail | vasyl.fesyuk.@vnu.edu.ua |
| Дні занять | http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700 |
| Консультації | Очні консультації: 2 академічні години кожен вівторок 13.25-14.45, аудиторія С-609 |

III. Опис дисципліни

1. Анотація курсу

Математичне моделювання в науках про Землю належить до вибіркового освітнього компоненту, спрямоване на вивчення взаємозв'язків та взаємозалежностей об'єктів, явищ і процесів, які відбуваються у геосферах, методами моделювання та прогнозування, а також чисельної оцінки цих явищ. Особлива увага приділяється здобуттю практичних навиків математичної обробки, аналізу та оцінки цих залежностей.

2. Пререквізити

- вища математика (фахові компетентності: здатність розуміти математичні залежності; здатність аналізувати та оцінювати їх; здатність проводити математичні розрахунки з використанням широкого арсеналу методів обчислювальної математики; здатність до абстрактного мислення; здатність до математичної формалізації залежностей між географічними явищами та процесами);

- фізика (здатність розуміти суть фізичних процесів та явищ, які лежать в основі географічних процесів та явищ: дифузії, масопереносу, тепло-, масо-, енергообміну тощо);
- хімія (здатність розуміти суть хімічних процесів взаємодії між хімічними елементами та їх сполуками, які лежать в основі розподілу сполук та їх відносного вмісту в геосферах, а також геохімічної міграції);
- інформатика (здатність застосовувати розрахункові можливості сучасних персональних комп'ютерів та пакетів прикладних програм (MS Office, Statistica, Golden Software Surfer) для проведення математичних розрахунків та графічних побудов з метою аналізу та оцінки залежностей між географічними явищами та процесами);
- філософія (здатність застосовувати знання про системний підхід, структуру та функції систем, особливості динаміки складних систем та їх формалізації, критерії, стани, відгуки систем для їх моделювання методами математики);
- геологія (здатність застосовувати знання про літосферу, її склад, структуру, властивості, історію розвитку, геологічні процеси для розуміння суті географічних процесів та їх моделювання);
- гідрологія (здатність застосовувати знання про гідросферу, її склад, структуру, властивості, значення гідросфери для планети та життя для розуміння суті гідрологічних процесів та їх моделювання);
- метеорологія (здатність застосовувати знання про атмосферу, її склад, структуру, властивості, атмосферні процеси, циркуляцію атмосфери, клімат та його зміни для розуміння суті метеорологічних процесів та їх моделювання);
- екологія (здатність застосовувати знання про середовище життя організмів, екологічні фактори, екологічні ніші, вплив господарської діяльності людини на стан навколишнього природного середовища для розуміння суті екологічних процесів та їх моделювання; здатність встановлювати причинно-наслідкові та функціональні залежності між показниками, ситуаціями, результатами, які виникають у природокористуванні).

Постреквізити: історія та методологія наук про Землю, прикладні дослідження в науках про Землю, раціональне використання природних ресурсів, сталий розвиток, просторовий аналіз та ГІС, моніторинг геосфер і дистанційне зондування Землі.

3. Мета вивчення освітнього компоненту – формування у здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти кваліфікації по математичній обробці результатів наукових досліджень і статистичних матеріалів, вироблення навиків застосування методів математичного моделювання для аналізу та оцінки процесів, що відбуваються у геосферах.

Основними **завданнями** освітнього компоненту є:

- оволодіння основними поняттями і категоріями географічного моделювання і прогнозування;
- оволодіння принципами та методами географічного моделювання і прогнозування;

- отримання навиків побудови моделей процесів, які відбуваються в геосферах;
- оволодіння методами аналізу та оцінки використання природних ресурсів певної території;
- формування вміння прийняття рішень у раціональному природокористуванні та охорони природи виходячи з результатів моделювання та прогнозування;
- формування мислення та практичних навичок щодо обґрунтування стратегії та політики використання природних ресурсів, спрямованої на екологічно безпечний стійкий розвиток.

4. Результати навчання (компетентності)

До кінця навчання студенти набудуть такі компетентності:

| | |
|--|---|
| <p>Інтегральна компетентність</p> | <p>Здатність розв'язувати складні наукові задачі та практичні проблеми, включно з прийняттям рішень щодо відбору даних та вибору методів досліджень при вивченні геосфер (відповідно до спеціалізації) у різних просторово-часових масштабах із використанням комплексу міждисциплінарних даних, в умовах недостатності інформації та невизначеності умов і вимог.</p> |
| <p>Загальні компетентності (ЗК)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Креативність, здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1). 2. Здатність до критичного аналізу та оцінювання сучасних наукових досягнень при вирішенні дослідницьких і практичних завдань, в тому числі в міждисциплінарних областях (ЗК-2). 3. Здатність приймати обґрунтовані рішення, планувати і здійснювати комплексні дослідження на сучасному рівні з використанням новітніх інформаційних і комунікаційних технологій на основі цілісного системного наукового світогляду з використанням знань в області історії і філософії науки (ЗК-3). 4. Здатність виявляти, отримувати і аналізувати інформацію з різних джерел, організувати та керувати інформацією (ЗК-4). 6. Здатність до участі у роботі вітчизняних та міжнародних дослідницьких колективів з вирішення наукових і науково-освітніх завдань (ЗК-6). 7. Спроможність ефективно працювати в команді, спілкуватися з фахівцями та експертами різного рівня інших галузей знань (ЗК-8). |

| | |
|-----------------------------------|--|
| Фахові компетентності (ФК) | <p>1. Вміння формалізувати фахові прикладні задачі в галузі наук про Землю, алгоритмізувати їх (ФК-2).</p> <p>2. Здатність до встановлення природних передумов застосування конкретних модифікацій і методів досліджень природних оболонок Землі, вибору раціональної методики польових і лабораторних робіт та оцінки необхідної точності вимірювань і якості кінцевих побудов, що необхідно підтвердити на прикладі власного дослідження (ФК-3).</p> <p>3. Здатність аналізувати, систематизувати та узагальнювати результати проведених експериментів і досліджень; робити висновки на основі одержаних досліджень, застосовувати їх у науковій та практичній сфері, володіти методами і технологіями обробки просторової інформації, ГІС-технологіями картографування і моделювання, методами побудови комп'ютерних і електронних карт, створювати бази даних і використовувати інтернет-ресурси (ФК-5).</p> <p>4. Здатність до побудови чисельних алгоритмів обробки та інтерпретації геоданих на основі аналітичних або стохастичних залежностей, залучення методів математичного моделювання для вирішення прикладних задач з вивчення геосфер Землі (ФК-6).</p> <p>5. Вміння обробляти отримані експериментальні дані, встановлювати аналітичні і статистичні залежності між ними і шуканими параметрами на основі застосування стандартних математичних пакетів обробки інформації (ФК-7).</p> |
|-----------------------------------|--|

5. Структура освітнього компоненту

Денна форма навчання

| Назви змістових модулів і тем | Усього | Лек. | Практ. | Самостійна робота | Конс. | Форма контролю*/ Бали |
|---|--------|------|--------|-------------------|-------|-----------------------|
| Змістовий модуль 1. Методи математичного моделювання | | | | | | |
| Тема 1. Вступ. | 9 | 2 | 2 | 5 | | ДС, РЗ/2 |
| Тема 2. Системний підхід до побудови математичних моделей | 11 | 2 | 2 | 7 | | ДС, РЗ, ІНДЗ/2 |
| Тема 3. Особливості складних природно-господарських систем та їх моделей. | 11 | 2 | 2 | 7 | | ДС, РЗ, ІНДЗ/2 |
| Тема 4. Математичний апарат моделювання у науках про Землю. Елементарні математичні функції | 15 | 6 | 2 | 7 | | ДС, РЗ, ІНДЗ/2 |
| Тема 5 Аналіз структури геосистем | 11 | 2 | 2 | 7 | | ДС, РЗ, ІНДЗ/4 |
| Тема 6 Аналіз динаміки геосистем | 11 | 2 | 2 | 7 | | ДС, РЗ, ІНДЗ/4 |
| Тема 7 Аналіз просторових закономірностей. Картографічне моделювання. | 11 | 2 | 2 | 7 | | ДС, РЗ, ІНДЗ/2 |
| Тема 8. Застосування комп'ютерних технологій у математичному моделюванні | 11 | 2 | 2 | 7 | | ДС, РЗ, ІНДЗ/2 |
| Модульна контрольна робота № 1 | | | | | | КР/30 |
| Разом за змістовим модулем 1 | 90 | 20 | 16 | 54 | | 50 |

| | | | | | | |
|--------------|----|----|----|----|--|-----|
| Усього годин | 90 | 20 | 16 | 54 | | 100 |
|--------------|----|----|----|----|--|-----|

*Форма контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв’язування задач / кейсів, ІНДЗ / ІРС – індивідуальне завдання / індивідуальна робота студента, РМГ – робота в малих групах, МКР / КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо

6. Завдання для самостійного опрацювання

- 1 Способи задання функцій
- 2 Найпоширеніші функції в географії
- 3 Алгоритм моделювання динамічних процесів з допомогою функцій
- 4 Поняття про метод математичної статистики і теорії ймовірності
- 5 Статистична сукупність і її характеристика
- 6 Варіаційний ряд та його представлення
- 7 Вибірка та її репрезентативність
- 8 Методи формування вибіркової сукупності
- 9 Попередня статистична обробка даних
- 10 Поняття про ранги та ранжування
- 11 Аналіз варіаційного ряду
- 12 Характеристики центру розподілу
- 13 Характеристики розміру варіації
- 14 Характеристики форми розподілу
- 15 Поняття про зважені та нормовані величини

Завдання самостійної роботи студентів вважаються виконаними, якщо вони: здані у визначені терміни; повністю виконані (розкривають тему завдання); не мають логічних і розрахункових помилок.

IV. Політика оцінювання

Політика викладача щодо здобувача ВО

Для одержання високого рейтингу необхідно виконувати наступні умови:

- не пропускати навчальні заняття, не спізнюватися на них та не займатися сторонніми справами на заняттях;
- чітко й вчасно виконувати навчальні завдання та завдання для самостійної роботи;
- виключати мобільний телефон під час занять і під час контролю знань;
- брати участь у контрольних заходах (поточний, модульний, підсумковий та контроль самостійної роботи).

За об’єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі (змішана форма навчання) за погодженням із деканатом та керівником курсу.

Політика щодо академічної доброчесності

Прослуховуючи цей курс, Ви погодились виконувати положення принципів академічної доброчесності:

- виконувати усі поточні завдання та підсумковий контроль самостійно без допомоги сторонніх осіб;

- списування під час контрольних заходів (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв) заборонено;
- надавати для оцінювання лише результати власної роботи;
- не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити Ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів;
- не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів.

Політика щодо дедлайнів та перескладання

Самостійно вивчати матеріал пропущеного заняття, за умов не виконання завдань практичних занять відпрацювати їх під керівництвом викладача та захистити у час передбачений графіком консультацій викладача.

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (до -25 %). Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин.

V. Підсумковий контроль

Рейтингову кількість балів здобувача освіти формують бали, отримані за дві модульні контрольні роботи, які проводяться у формі відкритих тестів (максимум – 60 балів) та виконання завдань тем змістових модулів (максимум – 40 балів).

До модульної контрольної роботи допускаються здобувачі освіти, які опрацювали весь обсяг теоретичного матеріалу у т.ч. і матеріал самостійно, виконали практичні роботи. Модульний контроль проводиться у вигляді контрольної роботи, завдання якої обов'язково включають матеріал, який передбачено до самостійного опрацювання студентами. Контрольна робота складається з 6 питань: 4 – теоретичні, 2 – практичні (розрахункові). За кожну правильну відповідь студент отримує 5 балів (разом – 30).

Рейтинг здобувача ВО з навчальної роботи визначається відповідно до «Положення про організацію контролю та оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти...» у Волинському національному університеті імені Лесі Українки.

Якщо у підсумку виконання усіх видів навчальної роботи з даної дисципліни студент набирає не менше 75 балів, то вона може бути зарахована як підсумкова оцінка з навчальної дисципліни. У протилежному випадку, або за бажанням підвищити рейтинг, студент складає екзамен. При цьому бали, набрані за результатами модульних контрольних робіт, анулюються. Залікова оцінка визначається в балах (від 0 до 60) за результатами виконання екзаменаційних завдань. В білеті 3 завдання, кожне з яких оцінюється у 20 балів. 1 та 2 питання – теоретичні та складаються студентом усно. 3 завдання – виконується студентом на комп'ютері.

На залік виносяться основні питання, типові та комплексні задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отриманні знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

До заліку не допускається здобувач вищої освіти, який набрав менше ніж 20 балів за навчальну роботу впродовж семестру, не виконав і не здав усі практичні завдання, не відвідував без поважних причин більшу частину лекцій.

Орієнтований перелік теоретичних питань до екзамену

1. Роль і значення моделювання і прогнозування в науках про Землю.
2. Форми представлення та вимоги до математичної моделі
3. Класифікація моделей в науках про Землю
4. Методи одержання та використання математичних моделей
5. Системний підхід у моделюванні
6. Основні принципи моделювання і прогнозування в науках про Землю
7. Загальний алгоритм побудови моделі
8. Складні природно-техногенні системи та їх властивості
9. Особливості динаміки складних систем та їх формалізації
10. Моделі глобального розвитку
11. Принципи картографічного моделювання
12. Властивості карт як моделей
13. Поєднання карт з іншими моделями
14. Інформаційні властивості карт
15. Прикладні методики математико-картографічного моделювання
16. ГІС як інструмент комплексного моніторингу навколишнього середовища
17. Бази даних екологічної інформації
18. Системи комп'ютерної обробки результатів моніторингових спостережень
19. Інформаційні технології системного аналізу інформації про стан довкілля
20. Основні вихідні поняття прогнозування
21. Класифікація прогнозів
22. Особливості довго- та короткострокових прогнозів
23. Приклади базових методик прогнозування стану довкілля
24. Експертні методи прогнозування.
25. Фактографічні методи прогнозування.
26. Етапи прогнозування.
27. Моделювання як засіб прогнозування
28. Умови використання методу експертних оцінок.
29. Аналіз результатів експертного прогнозування.
30. Метод Дельфі у прогнозуванні
31. Метод „мозкової атаки” у прогнозуванні
32. Використання СВІТ-аналізу у прогнозуванні
33. Статистичний аналіз динамічних рядів.
34. Однофакторні моделі.
35. Кореляційно-регресійні моделі.
36. Гравітаційні моделі та моделі потенціалів поля.
37. Моделі просторової регресії.
38. Моделі лінійного програмування.
39. Балансові моделі у прогнозуванні
40. Моделювання поширення домішок у повітрі
41. Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами
42. Прогнозування забруднення водойм
43. Прогнозування полів забруднення водосховищ
44. Основні задачі моделювання забруднення підземних вод
45. Моделі та прогнози динаміки рівня ґрунтових та підземних вод
46. Моделювання водопониження при інтенсивному водозаборі
47. Задачі захисту ґрунтів від забруднення
48. Математичне моделювання хімічного забруднення ґрунтів
49. Математичне моделювання радіаційного забруднення ґрунтів
50. Моделювання меліоративного режиму ґрунтів
51. Стохастичні моделі врожайності сільськогосподарських культур
52. Відмінні риси прогнозу від планів і програм.

53. Що таке тренд, глибина ретроспекції і прогнозний горизонт.
54. Що таке прогностичний фон і варіант прогнозу
55. Загальнонаукові принципи прогнозування
56. Методичні принципи прогнозування
57. Основні вимоги до прогнозу
58. Тренд та методи його виділення

VI. Шкала оцінювання

Навчальна дисципліна оцінюється за 100 бальною шкалою. Переведення балів внутрішньої 100 бальної шкали в національну шкалу здійснюється наступним чином:

| Оцінка в балах | Лінгвістична оцінка | Оцінка за шкалою ECTS | |
|----------------|---------------------|-----------------------|--|
| | | оцінка | пояснення |
| 90–100 | Відмінно | A | відмінне виконання |
| 82–89 | Дуже добре | B | вище середнього рівня |
| 75–81 | Добре | C | загалом хороша робота |
| 67–74 | Задовільно | D | непогано |
| 60–66 | Достатньо | E | виконання відповідає мінімальним критеріям |
| 1–59 | Незадовільно | Fx | Необхідне перекладання |

VII. Рекомендована література та Інтернет-ресурси

Методичне забезпечення курсу

1. Фесюк В.О. Географічне моделювання і прогнозування: конспект лекцій. Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2020. 132 с.
2. Фесюк В.О. Географічне моделювання і прогнозування: методичні рекомендації. Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2020. 112 с.

Основна

1. Ігошин М.І. Математичні методи і моделювання у фізичній географії: Підручник. Одеса: Астропринт, 2005. 464 с.
2. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навчальний посібник. К.: Либідь, 2003. 208 с.
3. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навчальний посібник. К.: Видавничий дім "КМ Академія", 2002. 203 с.
4. Самойленко В.М. Математичне моделювання в геоекології: Навчальний посібник. К.: ВПЦ «Київський університет», 2003. 206 с.
5. Самойленко В.М. Ймовірні математичні методи в геоекології: Навчальний посібник. К.: Ніка-Центр, 2002. 404 с.

Додаткова

1. Архипов Ю.Р., Блажко Н.И., Григорьев С.В. Математические методы в географии. Учебное пособие. Казань: Изд. Казанского унив., 1976. 352 с.
2. Богобоящий В.В., Курбанов К.Р., Палій П.Б. Принципи моделювання та прогнозування в екології.: Підручник. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 216 с.
3. Герасимов И.П. Географический прогноз: теория, методы, региональный аспект. М.: Наука, 1986. 96 с.
4. Голиков А.П., Черванёв И.Г., Трофимов А.М. Математические методы в географии. Харьков: Вища школа, 1986. 144 с.
5. Ковальчук П.І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навчальний посібник. К.: Либідь, 2003. 208 с.
6. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навчальний посібник. К.: Видавничий дім "КМ Академія", 2002. 203 с.
7. Данилина Е.В., Румянцев А.К., Панарин А.В. Модели и методы оценки

- антропогенных изменений геосистем. Новосибирск: Наука, 1986. 152 с
8. Фесюк В.О., Пінчук Р.О. Теоретико-методологічні основи кількісної оцінки екологічної оптимізації водокористування міст. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія «Екологія»*. 2019. №4. С. 51-57.
 9. Фесюк В.О., Мельник В.І. Кількісна оцінка взаємозв'язку скидів забруднених стоків і якості води в річці. *Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія «Екологія»*. 2019. №4. С.43-50.
 10. Barskyi Y. M., Fesyuk V. O., Pogrebyskiy T. G., Golub G. S. Using the cluster analysis in socio-geographical researches. *Acta Geographica Silesiana*. 2016. Vol. 22. P. 5–9.