

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра фізичної географії та картографії

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету геології,
географії, рекреації і туризму

Віліна ПЕРЕСАДЬКО

сергій 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
БАЗОВІ МОДЕЛІ І МЕТОДИ ВИВЧЕННЯ ГЕОСФЕР
(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u> (шифр, назва спеціальності)
галузь знань	<u>10. Природничі науки</u> (шифр, назва спеціалізації)
спеціальність	<u>106. Географія</u>
освітні програми	<u>Географія рекреації та туризму</u>
спеціалізація	
вид дисципліни	обов'язкова
факультет	геології, географії, рекреації і туризму

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету геології, географії, рекреації і туризму

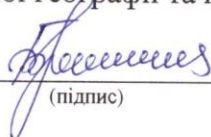
“26” серпня 2024 року, протокол № 8

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Агапова О.Л., к. геогр. н., доцент кафедри фізичної географії та картографії

Програму схвалено на засіданні кафедри фізичної географії та картографії

Протокол від “26” серпня 2024 року № 1

Завідувач кафедри фізичної географії та картографії


_____ (підпис)

Анатолій БАЙНАЗАРОВ
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми:

Гарант ОПП «Географія рекреації та туризму»

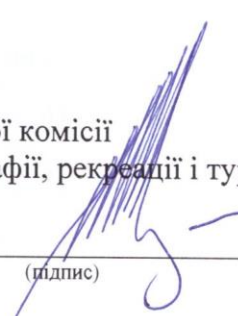

_____ (підпис)

Юлія ПРАСУЛ
(прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією факультету геології, географії, рекреації і туризму

Протокол від “26” серпня 2024 року № 8

Голова науково-методичної комісії
факультету геології, географії, рекреації і туризму


_____ (підпис)

Олександр ЖЕМЕРОВ
(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Базові моделі і методи вивчення геосфер» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Географія рекреації та туризму» підготовки бакалавра спеціальності 106 Географія.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є вивчення теоретико-методичних підвалин природничо-географічного моделювання, методів дослідження структури, динаміки та стану природничих геосистем, зв'язків і процесів усередині них, між ними та із зовнішнім середовищем, у тому числі за допомогою природничо-географічних моделей.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни є:

- дати уявлення про різновиди природничо-географічних моделей та методи дослідження геосистем;
- здобуття студентами базових знань щодо математично-геоінформаційного й споріднених з ним видів моделювання стану, властивостей та динаміки природничих геосистем;
- формування у студентів здатності коректно та творчо застосовувати набуті після прослуховування дисципліни знання.

1.3. Кількість кредитів – 3.

1.4. Загальна кількість годин – 90 годин.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни Базові моделі і методи вивчення геосфер	
Обов'язкова / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
2-й	1-й (установча), 2-й
Лекції	
24 год.	6 год.
Практичні, семінарські заняття	
-	4 год.
Лабораторні заняття	
16 год.	-
Самостійна робота	
50 год.	80 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
-	

1.6. Заплановані результати навчання

Сформовані компетентності:

- **ЗК02.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- **ЗК06.** Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.
- **СК03.** Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних та програмних засобів у польових і лабораторних умовах.
- **СК04.** Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні сфер ландшафтної оболонки.

- **СК05.** Здатність аналізувати склад і будову геосфер, природні, суспільні, зокрема туристсько-рекреаційні об'єкти та процеси на різних просторово-часових масштабах.
- **СК06.** Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання.

Згідно до вимог освітньо-професійних програм студенти повинні досягти таких результатів навчання:

- **ПР01.** Знати, розуміти і вміти використовувати на практиці базові поняття з теорії географії, а також світоглядних наук.
- **ПР03.** Пояснювати особливості організації географічного простору, оперувати базовими категоріями та поняттями спеціальності, застосовувати базовий поняттєвий, термінологічний, концептуальний апарат географії на рівні, що дозволяє пояснювати природно-географічні та суспільно-географічні явища і процеси.
- **ПР05.** Збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області географічних наук.
- **ПР06.** Використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі в галузі географічних наук.
- **ПР08.** Застосовувати моделі, методи фізики, хімії, геології, екології, математики, інформаційних технологій тощо при вивченні природних та суспільних процесів формування і розвитку геосфер.
- **ПР14.** Застосовувати методи географічних досліджень природних та суспільних об'єктів і процесів, зокрема тих, що пов'язані з туристично-рекреаційною діяльністю.

Через систему знань та умінь:

Знання:

основних термінів і понять курсу; загальнонаукових методів дослідження, що застосовуються в області географічних наук; підходів до класифікації природничо-географічних моделей; основних принципів моделювання, етапів моделювання та їх послідовності; методів моделювання, що застосовуються для вивчення стану, властивостей та динаміки геосистем.

Уміння:

збирати, обробляти та аналізувати інформацію в області географічних наук; використовувати модельні уявлення для тлумачення природних явищ і процесів в географічній оболонці; використовувати інформаційні технології, картографічні та геоінформаційні моделі, методи математико-статистичного моделювання при вивченні геосфер.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОСИСТЕМ

Тема 1. Уведення в дисципліну. Теоретичні основи моделювання геосистем. Основні терміни і поняття. Класифікація природничо-географічних моделей

Об'єкт і предмет вивчення навчальної дисципліни. Роль і значення моделювання в географічній науці. Визначення моделі та моделювання. Властивості і функції моделей. Різні підходи до класифікації природничо-географічних моделей.

Тема 2. Моделювання як методологія пізнання. Основні засади теорії подібності.

Загальнонаукові методи дослідження. Споглядання та натурні вимірювання. Аналіз та синтез. Моделювання. Основні засади теорії подібності. Аналогія. Метод актуалізму. Складові теорії. Складові пізнавального процесу в географії.

Тема 3. Види моделювання та їх класифікація. Фактори та принципи моделювання геосистем

Види моделювання та їх класифікація. Предметне (аналогове і фізичне) та знакове моделювання; детерміноване і стохастичне, статичне і динамічне, дискретне та безперервне. Характеристики моделей. Фактори, що враховуються при моделюванні геосистем. Принципи моделювання.

Тема 4. Системний підхід до побудови математичних моделей.

Системний підхід у моделюванні. Основні принципи географічного моделювання. Загальний алгоритм побудови моделі. Теорія систем. Територіальна структура, ієрархічна структура, функціональна структура. Системний аналіз як метод узагальнення і дослідження. Основні етапи системного аналізу. Системи і види систем: моносистеми, полісистеми. Структура системи. Основні елементи системи, відношення і зв'язків. Моделі “Чорний ящик”, “Склад системи”, “Структура системи”, “Структурна схема”.

Тема 5. Геофізичні моделі будови Землі

Основні фізичні параметри земної природи: масштаби довжин, поверхонь, відстаней. Масштаби часу, мас, сил, температур, тиску. Лінійність та нелінійність земних процесів: динамізм та статизм. еволюційний і біфуркаційний (революційний) розвиток, динаміка та функціонування. Неперервність (континуум) та дискретність, детермінованість та стохастичність. Ізольовані та відкриті системи: порівняльний аналіз щодо геосистем та фізико-географічних процесів. Рівновага та нерівноваженість. Стійкість та нестійкість, їх ландшафтно-географічні прояви.

Розділ 2. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОСИСТЕМ

Тема 6. Методи математичного моделювання. Елементарні математичні функції та їх застосування для моделювання та прогнозування стану довкілля та його компонентів.

Роль і місце математичного моделювання в географічних дослідженнях. Етапи математичного моделювання. Математичні засоби побудови моделей. Аналіз властивостей математичної моделі. Формалізовані блокові моделі. Алгоритм одержання числового розв'язку диференціального рівняння першого порядку.

Тема 7. Методи математичної статистики і теорії ймовірності у моделюванні та дослідженні геосистем

Базові відомості з теорії ймовірностей. Принципи побудови статистичних моделей географічних об'єктів, явищ та процесів. Статистичний аналіз рядів даних. Стаціонарні та нестаціонарні ряди даних. Перевірка ряду даних на стаціонарність. Коефіцієнт автокореляції. Перевірка ряду даних на відповідність закону нормального розподілу. Критерії нормальності. Статистичні параметри, що характеризують стаціонарний динамічний ряд: стандартне відхилення, стандартна помилка. Статистичний параметр, що характеризує нестаціонарний динамічний ряд: середньоквадратична помилка. Кореляційно-регресійні моделі. Моделі множинної регресії. Пошук тісноти зв'язку та коефіцієнти кореляції. Пошук форми зв'язку. Рівняння регресії. Параметри моделі. Оцінка побудованої моделі. Оцінка адекватності моделі реальному процесу (критерій Фішера). Оцінка статистичної достовірності параметрів моделі (критерій Стьюдента). Оцінка повноти моделі: коефіцієнт детермінації. Обрахунок прогнозних параметрів. Довірчий інтервал прогнозу.

Тема 8. Методи математичної статистики. Моделі класифікації та групування

Моделі класифікації та групування. Метод рангів. Індексний метод. Кластерний аналіз: сутність та сфера застосування. Поняття відстані між об'єктами. Ієрархічні методи кластерного аналізу. Агломеративні методи. Дивізімні методи. Неієрархічні методи. Метод «найближчого сусіда». Метод «далекого сусіда». Метод середнього зв'язку. Метод Уорда. Дендрограма. Метод k-середніх. Нечітка кластеризація. Метод дендритів. Метод

куль. Метод пошуку згущень. Визначення кількості та складу кластерів. Інтерпретація кластерів. Вибір оптимальної кількості кластерів. Класифікація з навчанням. Методи дискримінантного аналізу. Дискримінантні змінні. Правило дискримінації. Дискримінантна функція. Параметричні і непараметричні методи. Коваріаційна матриця.

Тема 9. Моделі факторного аналізу: сутність та сфера застосування.

Сутність моделі факторного аналізу, його основні завдання. Визначення структури та статистичне дослідження моделі факторного аналізу. Метод головних факторів. Оцінювання факторів і задачі класифікації. Оцінка факторів розвитку географічних процесів. Факторні навантаження. Критерії визначення оптимальної кількості факторів. Метод головних компонент. Критерії розподілу показників між факторами. Інтерпретація факторів. Оцінка сили впливу факторів. Факторні ваги. Регіональні відміни у впливі факторів. Однофакторні моделі. Декомпозиційні та трендові моделі: сутність та сфера застосування. Складові нестационарного динамічного ряду: тренд, циклічні (регулярні) коливання, випадкові (нерегулярні) коливання. Методи побудови декомпозиційних моделей. Виявлення циклічних коливань. Спектральний аналіз. Виявлення випадкових коливань. Згладжування динамічних рядів. Згладжування за допомогою ковзної середньої. Експоненційне згладжування. Методи побудови трендових моделей. Аналітичне вирівнювання. Апроксимація динамічних рядів. Оцінка моделі. Похибка апроксимації.

Тема 10. Моделювання просторової структури. Математико-картографічне моделювання.

Гравітаційні моделі: сутність та сфери використання. Поняття маси географічних об'єктів. Відстані у гравітаційних моделях: геодезичні, затрат і зусиль, метафоричні. Теорія поля в географії. Методи теорії поля. Пошук емпіричних залежностей. Математико-картографічні моделі. Властивості карти як моделі. Методи побудови математико-картографічних моделей. Статистична поверхня. Побудова серій карт статистичних поверхонь. Метод поля потенціалів. Прогнозні карти статистичних поверхонь. Моделі просторової регресії. Трендова та залишкова поверхні. Побудова карт трендової та залишкової поверхонь. Просторова регресія. Просторове згладжування. Моделі просторової структури. Моделі мереж.

Тема 11. Прогнозні моделі. Моделювання і прогнозування стану геосистем.

Поняття прогнозу та прогнозування. Методичні принципи прогнозування. Етапи прогнозування: ретроспективний, діагностичний та прогнозний. Моделювання процесів забруднення довкілля. Імітаційне моделювання. Імітаційно-оптимізаційне моделювання. Системний підхід як методологія прогнозування та оптимізації. Концептуальні передумови моделювання. Моделювання якості повітряного середовища. Моделі якості води. Моделі самоочищення води в природі. Моделювання стану довкілля на принципах самоорганізації. Моделювання стану довкілля при аваріях.

Тема 12. Методика оптимізаційного географічного моделювання.

Оптимізація технологічного процесу. Оптимізаційні водні системи. Оптимізація повітряного середовища. Оптимізація ґрунтового середовища. Оптимізація впливу дренажного стоку на водне середовище. Оптимізація режимів управління геосистемами.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОСИСТЕМ												
Тема 1. Уведення в дисципліну. Теоретичні основи моделювання геосистем. Основні терміни і поняття. Класифікація природничо-географічних моделей	8	2		1		5	10	2	1			7
Тема 2. Моделювання як методологія пізнання. Основні засади теорії подібності.	7	2		1		4	7					7
Тема 3. Види моделювання та їх класифікація. Фактори та принципи моделювання геосистем	8	2		2		4	9	2	1			6
Тема 4. Системний підхід до побудови математичних моделей	10	2		2		6	7					7
Тема 5. Геофізичні моделі будови Землі	8	2		2		4	7					7
Разом за розділом 1	41	10		8		23	40	4	2			34
Розділ 2. МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ГЕОСИСТЕМ												
Тема 6. Методи математичного моделювання. Елементарні математичні функції та їх застосування для моделювання та прогнозування стану довкілля та його компонентів.	6	2				4	6					6
Тема 7. Методи математичної статистики і теорії ймовірності у моделюванні та дослідженні геосистем	10	4		2		4	10	2	2			6
Тема 8. Методи математичної статистики. Моделі класифікації та групування	9	2		2		5	7					7
Тема 9. Моделі факторного аналізу: сутність та сфера застосування	6	2				4	7					7
Тема 10. Моделювання просторової структури. Математико-картографічне моделювання	6	2		2		2	7					7
Тема 11. Прогнозні моделі. Моделювання і прогнозування стану геосистем	5	1				4	6					6
Тема 12. Методика оптимізаційного географічного моделювання	7	1		2		4	7					7
Разом за розділом 2	49	14		8		27	50	2	2			46
Усього годин	90	24		16		50	90	6	4			80

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Різновиди географічних моделей	1	1
2	Графіко-діаграмні моделі кліматичних явищ	1	
3	Графічне моделювання. Побудова профілю рельєфу території за заданим напрямком	2	1
4	Застосування графічних редакторів для візуалізації географічних моделей	2	
5	Моделювання системи «природа-суспільство» на прикладі моделювання національних природних парків	2	
6	Статистична обробка рядів спостережень фізико-географічних величин	2	2
7	Кореляційний аналіз прямолінійного зв'язку між двома випадковими величинами. Кореляційний аналіз криволінійного зв'язку двох змінних величин.	2	
8	Аналіз карт статистичних поверхонь. Побудова та аналіз карт ізокорелят	2	
9	Кількісні методи в географії. Метод бального оцінювання	2	
Разом		16	4

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		денна	заочна
	<i>Студенти мають самостійно поглибити матеріал за темами:</i>		
1	Розглянути інформацію про об'єкти навколишнього середовища, спостереження за ними та загальні підходи до їхнього моделювання, джерела інформації для моделювання та прогнозування	5	7
2	Поглибити знання про складові пізнавального процесу в географії, використовуючи літературні джерела	4	7
3	Розглянути поняття про множинне, ієрархічне та цілісне представлення системи. Функція елемента, функціональне та процесуальне представлення системи.	4	6
4	Ознайомитися з інформацією про синергетичний підхід до моделювання геосистем, теорію самоорганізації, хаосу, нелінійної динаміки (Г. Хакен, І. Прігожин), фрактальної геометрії (Б. Мандельброт).	6	7
5	Розглянути приклади застосування методів математичного моделювання в географічних дослідженнях, формалізовані блокові моделі та їх різновиди	4	7
6	Розглянути поняття «Автокорелограма», «Гістограма нормального розподілу», «Псевдокореляція»	4	6
7	Ознайомитися з інформацією про математичні методи виділення районів та геоекологічне модельне районування	4	6
8	Розглянути приклади використання факторного аналізу у дослідженні геосистем та використання кластерного аналізу	5	7
9	Ознайомитися з моделями множинної регресії, їх сутністю та сферою застосування	4	7
10	Розглянути приклади конструювання складних математико-катографічних моделей	2	7
11	Розглянути приклади тематичного моделювання: ландшафтно-гідрорадіоекологічне районування, моделювання басейнових геосистем	4	6
12	Розглянути приклади тематичного моделювання, моделювання екомереж, моделювання берегових геотонів, оптимізації вимірювання показників ландшафтного різноманіття, реалізації методики діагностики першопричин погіршення стану геосистем	4	7
Разом		50	80

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальними планами.

7. Методи навчання

Передбачені лекції та лабораторні/практичні заняття. Лекції на час воєнного стану можуть проводитися дистанційно у форматі відеоконференції (платформи GoogleMeet), студентам надаються питання для самоперевірки та самоконтролю. Лабораторні/практичні заняття проходять у дистанційній формі. Усі матеріали і навчально-методичний комплекс представлені у середовищі Office365. Консультації індивідуальні та групові можуть відбуватися дистанційно (з використанням платформи GoogleMeet, месенджерів Viber, Telegram, електронної пошти тощо).

8. Методи контролю

До методів контролю належать: перевірка правильності виконання лабораторних/практичних робіт; поточна контрольна робота для перевірки засвоєння матеріалу курсу; підсумковий заліковий контроль.

Умови допуску студента до підсумкового семестрового контролю (заліку): виконання лабораторних/практичних робіт та написання поточної контрольної роботи. Підсумковий семестровий контроль з дисципліни є обов'язковою формою контролю навчальних досягнень студента. Він здійснюється під час проведення заліку в письмовій (у т. ч. електронній) формі. У разі проведення заліку в дистанційній формі використовується LMS платформа «Moodle» з автентифікацією здобувачів у режимі відеоконференції. Максимальна кількість балів за успішне виконання завдань залікової роботи – 40.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль										Залік	Сума		
Лабораторні роботи												Проміжна контрольна робота	Разом
Пр1	Пр2	Пр3	Пр4	Пр5	Пр6	Пр7	Пр8	Пр9	всього	20 б.	60 б.	40 б.	100 б.
4 б.	4 б.	4 б.	5 б.	5 б.	4 б.	5 б.	5 б.	4 б.	40 б.				

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 10 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Оцінювання лабораторних робіт

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Критерії оцінювання
1	Різновиди географічних моделей	максимум - 4 бали, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неповне виконання завдань лабораторної роботи, неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
2	Графіко-діаграмні моделі кліматичних явищ	максимум - 4 бали, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неповне

		виконання завдань лабораторної роботи, неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
3	Графічне моделювання. Побудова профілю рельєфу території за заданим напрямком	максимум - 4 бали, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неповне виконання завдань лабораторної роботи, неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
4	Застосування графічних редакторів для візуалізації географічних моделей	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неповне виконання завдань лабораторної роботи, неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
5	Моделювання системи «природа-суспільство» на прикладі моделювання національних природних парків	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неповне виконання завдань лабораторної роботи, неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
6	Статистична обробка рядів спостережень фізико-географічних величин	максимум - 4 бали, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неповне виконання завдань лабораторної роботи, неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
7	Кореляційний аналіз прямолінійного зв'язку між двома випадковими величинами. Кореляційний аналіз криволінійного зв'язку двох змінних величин.	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неповне виконання завдань лабораторної роботи, неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
8	Аналіз карт статистичних поверхонь. Побудова та аналіз карт ізокорелят	максимум - 5 балів, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неповне виконання завдань лабораторної роботи, неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються
9	Кількісні методи в географії. Метод бального оцінювання	максимум - 4 бали, мінімальна залікова сума - 1 бал. За неповне виконання завдань лабораторної роботи, неточності та відсутність коментарів/аналізу результатів бали знижуються

Для визначення оцінки за лабораторну роботу враховується співвідношення правильно виконаних завдань та невиконаних/невірно виконаних завдань. Якщо 100% завдань лабораторної роботи виконані правильно і в повному обсязі, тоді студент(ка) отримує максимальний бал. За неточності, недоробки та неправильно виконані завдання бали знижуються пропорційно до загального обсягу лабораторної роботи. Наприклад,

якщо максимальна оцінка за лабораторну роботу становить 5 балів і всі завдання виконані правильно, то студент(ка) отримує максимальний бал. Якщо 50% правильно виконаних завдань, тоді 2,5 бали і т.д. При підрахунку суми балів за усі лабораторні роботи значення округлюється до цілого числа.

Оцінювання поточної контрольної роботи та залікової роботи

Критерії оцінювання та кількість балів, що нараховується за кожне завдання контрольної або залікової роботи, представлені безпосередньо на аркушах/вкладках відповідей до кожного завдання.

При оцінюванні відповідей на відкриті питання у завданнях контрольної та залікової робіт враховується їх повнота та правильність. Максимальний бал ставиться, якщо надана повна і правильна відповідь. За неточності, помилки та неповноту відповідей бали знижуються у пропорційному співвідношенні. Наприклад, якщо максимальна оцінка за певне завдання становить 5 балів і відповідь надана правильно й у повному обсязі (наведено 100% правильної інформації), то студент(ка) отримує за це завдання максимальний бал. Якщо відповідь на питання містить лише 50% правильної інформації – тоді 2,5 бали і т.д.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
50-100	зараховано
1-49	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Біляєв М. М. Моделювання і прогнозування стану довкілля : підручник для студентів вищих навчальних закладів / М. М. Біляєв, В. В. Біляєва, П. С. Кіріченко – Кривий Ріг: Вид . Р. А. Козлов, 2016. – 207 с.
2. Богобоящий В.В. та ін. Принципи моделювання та прогнозування в екології: Підручник. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216с.
3. Географічне моделювання і прогнозування: конспект лекцій. / В.О. Фесюк. Луцьк: ЛНТУ, 2013. – 120 с.
4. Ігошин М.І. Математичні методи і моделювання у фізичній географії: Підручник. Одеса: Астропринт, 2005. 464 с.
5. Козаченко Т.І. Картографічне моделювання: Навчальний посібник / Т.І. Козаченко Г.О.Пархоменко, А.М. Молочко. – Вінниця: Атлас, 1999. – 328с.
6. Мезенцев К.В. Суспільно-географічне прогнозування регіонального розвитку : Монографія. – К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2005. – 253 с.
7. Пересадько В. А., Бодня О. В. Географічне моделювання національних природних парків / В. А. Пересадько, О. В. Бодня. Методичні вказівки. — Харків, 2010. — 28 с.
8. Самойленко В.М. Природничо-географічне моделювання : підручник / В.М. Самойленко, І.О. Діброва. – Київ : Ніка-Центр, 2019. – 320 с.
9. Фесюк В.О. Географічне моделювання і прогнозування: методичні рекомендації / В.О. Фесюк. – Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2013. – 112 с.
10. Черваньов І.Г. Теорія та методологія географічної науки: науково-методичний посібник. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2017 – 62 с.

Допоміжна література

1. Агапова О. Л. Картографічне моделювання гідроенергетичного потенціалу малих річок Харківської області з використанням ГІС-технологій / О. Л. Агапова // Проблеми безперервної географічної освіти та картографії: Збірник наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2016. – Вип. 23. – С. 3-10.
2. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навчальний посібник.- К.: КНЕУ, 2001. - 170 с.
3. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища – К.: Либідь, 2003. – 208 с.
4. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – 132с.
5. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навчальний посібник. / В.І. Лаврик. – К.: Видавничий дім “КМ Академія”, 2002. – 203 с.
6. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Підручник /Лаврик В.І., Боголюбов В.М., Полетаєва Л.М., Юрасов С.М., Ільїна В.Г. / За ред. докт. техн. наук В.І.Лаврика. – К.: ВЦ «Академія», 2010. – 400 с.
7. Некос В. Ю. Фізика геосфер. –Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна., 2004. - 433 с.
8. Самойленко В.М. Ймовірні математичні методи в геоекології: Навчальний посібник. К.: Ніка-Центр, 2002. – 404 с.
9. Самойленко В.М. Математичне моделювання в геоекології: навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2003. – 199 с.
10. Сухоруков А. І. Моделювання та прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України: монографія / А. І. Сухоруков, Ю. М. Харазішвілі. – К. : НІСД, 2012. – 368 с.
11. Фізика Землі: навч. посіб. / А. І. Березняков, К. А. Немець ; Харк. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. - Х. : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2010. - 265 с.
12. Шаблій О. І. Математичні методи в соціально-економічній географії: Навч. посіб. – Львів: Світ, 1994. – 304 с.
13. Янковська Л.В. Моделювання і прогнозування стану довкілля: Курс лекцій. / Л.В.Янковська. - Тернопіль: Вид-во ТНПУ, 2016. - 156с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Авторські розробки лекційних та практичних робіт, представлених на сайті кафедри фізичної географії та картографії
2. Сайт наукової бібліотеки Харківського національного університету ім. В. .Н. Каразіна. Режим доступу: <http://www-library.univer.kharkov.ua/ukr>
3. <https://docs.tibco.com/data-science/Default.htm>
4. <https://support.goldensoftware.com/hc/en-us/categories/115000653807-Surfer>

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни _____
(назва дисципліни)

Дію робочої програми продовжено: на 20_____/20_____ н. р.

Заступник декана _____ факультету з навчальної роботи

(підпис) (прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 20 ____ р.

Голова науково-методичної комісії _____ факультету

(підпис) (прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 20 ____ р.