

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки
Кафедра фізичної географії



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної і
навчальної роботи та рекрутації,
проф. Гаврилук С. В.

С. В. Гаврилук
2015 р.

ГЕОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ

РОБОЧА ПРОГРАМА
нормативної навчальної дисципліни

підготовки _____ бакалавр _____

галузі знань _____ 0401 Природничі науки _____

напряму _____ 6.040104 Географія _____

Луцьк – 2015

Робоча програма навчальної дисципліни „Географічне моделювання і прогнозування” для бакалаврів за напрямом підготовки 6.040104 „Географія”.

” ___ ” _____, 2015 р. – 14 с.

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

Програма навчальної дисципліни затверджена на засіданні кафедри фізичної географії

протокол № 1 від 1 вересня 2015 р.

Завідувач кафедри: _____ (Зузук Ф.В.)

**Програма навчальної дисципліни
схвалена науково-методичною комісією географічного факультету**

протокол № 1 від 9 вересня 2015 р.

Голова науково-методичної
комісії факультету _____ (Поручинський В. І.)

**Програма навчальної дисципліни
схвалена науково-методичною радою університету**

протокол № 2 від 21 10 2015 р.

© Фесюк В.О., 2015
(Прізвище, ініціали)

Вступ

Програма навчальної дисципліни „Географічне моделювання і прогнозування”, складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра за напрямом підготовки 6.040104 „Географія”..

Предметом є закономірності взаємозв'язку між природними та техногенними явищами, які визначають гостроту екологічної ситуації, ступінь екологічної безпеки; способи і методи аналізу та дослідження такого взаємозв'язку методом моделювання та прогнозування, а також чисельної оцінки цих явищ.

Міждисциплінарні зв'язки: передбачає знання таких навчальних курсів, як „Загальне землезнавство”, „Ландшафтознавство”, та ін.

Програма навчальної дисципліни складається з таких **змістових модулів:**

1. Основи географічного моделювання.
2. Географічне прогнозування.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрямок підготовки, освітньо- кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	0401 – Природничі науки	нормативна
Модулів – 2	Напрямок підготовки 6.040104 Географія	Рік підготовки – 3
Змістових модулів – 2		Семестр – 6
ІНДЗ: є		Лекції – 34 год.
Загальна кількість годин – 144		Практичні (семінари) – 34 год.
Тижневих годин (для денної форми навчання): аудиторних – 4 самостійної роботи – 2 індивідуальної роботи – 2	Освітньо- кваліфікаційний рівень – бакалавр	Лабораторні – 0 год.
		Самостійна робота – 38 год.
		Індивідуальна робота – 38 год.
		Форма контролю: <u>екзамен</u>

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Мета – необхідність ознайомлення майбутніх фахівців з основами принципами побудови моделей структури та динаміки геосистем, їх типами та класами, формування навичок розробки конкретних модельних рішень, вироблення вміння застосовувати розроблені моделі для оцінки, аналізу та прогнозу сучасного екологічного стану.

1.2. Основними завданнями дисципліни „Географічне моделювання і прогнозування” є:

- вивчити історію формування і становлення географічного моделювання і прогнозування;

- розглянути основи вчення про географічні моделі;

- всебічно розкрити взаємозв'язок і взаємозалежність природних компонентів;

- вивчити поняття географічного прогнозу. методів та способів прогнозування в географії.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-кваліфікаційної програми студенти повинні

знати:

- поняття, концепції охорони природи, сучасного стану даної проблеми в Україні та міжнародного досвіду,
- основних методів газо-пилонловлювання, очищення газоподібних

- викидів, фізико-хімічних основ цих процесів, їх технологічного забезпечення, обладнання, установок, принципів їх роботи,
- правових основ охорони і раціонального використання атмосферного повітря,
 - зв'язків між характером атмосферних явищ та антропогенними процесами, що протікають в атмосфері та на поверхні землі;
 - методів дослідження фізико-хімічного стану атмосфери, моніторингу процесів і явищ у повітряній оболонці планети;
 - галузевої специфіки у сфері охорони і раціонального використання ресурсів атмосфери (промисловість, с/г, транспорт тощо),
 - проблем та перспектив у галузі нормування антропогенного впливу людини на атмосферу та процеси, що в ній протікають.

вміти:

- застосовувати при оцінці міграцій забруднень дані про розвиток атмосферних процесів і явищ;
- проводити обробку і аналіз метеорологічних і кліматологічних спостережень;
- розраховувати обсяги ГДВ, ТПВ, ОБРВ для об'єктів та джерел різного типу,
- готувати супровідну документацію, що оформляється в процесі отримання об'єктом дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря,
- опанувати основні прийоми аналізу документації в галузі охорони атмосферного повітря, яка складається в процесі екологічної експертизи, паспортизації територій і підприємств,
- оволодіти практичними методами розрахунків нормативних показників, базових нормативів плати за викиди в атмосферу, показників, що входять до розрахункової частини дозволу на газоподібні викиди, що отримується підприємством,
- навчитися аналізувати, обробляти і використовувати в процесі практичної діяльності статистичні, картографічні, інформаційні комп'ютерні джерела, що характеризують основні параметри атмосфери, їх зміни та вплив на екологічні процеси.

3. Програма навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 Основи географічного моделювання.

Тема 1. Вступ. Роль і значення моделювання і прогнозування в географічній науці. Форми представлення та вимоги до математичної моделі. Класифікація моделей в географії. Методи одержання та використання математичних моделей.

Тема 2. Системний підхід до побудови математичних моделей. Системний підхід у моделюванні. Основні принципи географічного моделювання і прогнозування. Загальний алгоритм побудови моделі.

Тема 3. Особливості складних природно-господарських систем та їх

моделей. Складні природно-господарські системи та їх властивості. Особливості динаміки складних систем та їх формалізації. Моделі глобального розвитку

Тема 4. Математичний апарат географічного моделювання. Елементарні математичні функції та їх застосування в географії. Загальне поняття про елементарні математичні функції. Властивості стандартних функцій та їх застосування.

Тема 5. Аналіз структури геосистем. Основні поняття математичної статистики і теорії ймовірності. Аналіз структури та дослідження взаємозв'язків у географічних системах.

Тема 6. Аналіз динаміки геосистем. Поняття про похідну та її використання в географічних дослідженнях. Основні правила диференціювання. Первісна функції. Невизначений та визначений інтеграл. Диференціальні рівняння. Приклади їх застосування в географічних дослідженнях. Основні методи розв'язування диференціальних рівнянь. Чисельне інтегрування систем звичайних диференціальних рівнянь.

Тема 7. Аналіз просторових закономірностей. Картографічне моделювання. Принципи картографічного моделювання. Властивості карт як моделей. Поєднання карт з іншими моделями. Інформаційні властивості карт. Прикладні методики математико-картографічного моделювання.

Тема 8. Застосування комп'ютерних (інформаційних) технологій у географічному моделюванні і прогнозуванні. Геоінформаційні системи як інструмент комплексного моніторингу навколишнього середовища. Бази даних географічної інформації. Системи комп'ютерної обробки результатів моніторингових спостережень. Інформаційні технології системного аналізу інформації про стан навколишнього природного середовища. Комп'ютеризовані системи для прийняття рішень по оптимізації навколишнього середовища

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Географічне прогнозування.

Тема 9. Вступ до географічного прогнозування. Основні вихідні поняття прогнозування. Принципи географічного прогнозування. Класифікація прогнозів та методів прогнозування. Методи географічного прогнозування. Особливості довго- та короткострокових прогнозів. Приклади базових методик прогнозування

Тема 10. Географічні процеси як об'єкт регіонального прогнозування. Поняття про географічні процеси, їх класифікація. Чинники розвитку географічних процесів. Закономірності розвитку географічних процесів. Типи розвитку географічних процесів

Тема 11. Методи географічного прогнозування. Поняття про методи прогнозування, їх класифікація. Експертні методи прогнозування. Фактографічні методи прогнозування. Способи прогнозування.

Тема 12. Механізм географічного прогнозування регіонального розвитку. Етапи прогнозування. Організація прогнозування. Моделювання як сучасний засіб прогнозування.

Тема 13. Методика експертного прогнозування географічних

процесів. Умови використання методів експертних оцінок. Аналіз результатів експертного прогнозування. Метод Дельфі. Метод „мозкової атаки”. Використання СВОТ-аналізу для цілей прогнозування.

Тема 14. Методика статистичного прогнозування географічних процесів. Статистичний аналіз динамічних рядів. Однофакторні моделі. Кореляційно-регресійні моделі. Використання факторного аналізу для цілей прогнозування. Використання кластерного аналізу для цілей прогнозування.

Тема 15. Методика оптимізаційного географічного прогнозування. Гравітаційні моделі та моделі потенціалів поля. Моделі просторової регресії. Моделі лінійного програмування. Балансові моделі.

Тема 16. Методика прогнозування ресурсів регіонального розвитку. Прогнозування природних ресурсів. Прогнозування ресурсів праці. Прогнозування фінансових і технологічних ресурсів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	Усього	у тому числі					
		Лек.	Практ. (Семін.)	Лаб.	Інд.	Сам. роб.	Контр. роб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовий модуль 1. Основи географічного моделювання							
Тема 1. Вступ.	8	4	–	-	2	2	-
Тема 2. Системний підхід до побудови математичних моделей	8	2	2	-	2	2	-
Тема 3. Особливості складних природно-господарських систем та їх моделей.	8	2	2	–	2	2	-
Тема 4. Математичний апарат географічного моделювання	8	2	2	–	2	2	-
Тема 5 Аналіз структури геосистем	8	2	2	–	2	2	
Тема 6 Аналіз динаміки геосистем.	8	2	2	–	2	2	
Тема 7 Аналіз просторових закономірностей. Картографічне моделювання.	8	2	2	–	2	2	
Тема 8. Застосування комп'ютерних технологій у географічному моделюванні і прогнозуванні	12	2	2	–	4	4	
Разом за змістовим модулем 1	68	18	14	–	18	18	-
Змістовий модуль 2. Географічне прогнозування.							
Тема 9. Вступ до географічного прогнозування.	10	2	4	–	4	4	-
Тема 10. Географічні процеси	10	2	4	–	4	4	-

як об'єкт регіонального прогнозування							
Тема 11. Методи географічного прогнозування.	10	2	2	–	2	2	-
Тема 12. Механізм географічного прогнозування регіонального розвитку.	8	2	2	–	2	2	-
Тема 13. Методика експертного прогнозування географічних процесів	10	2	2	–	2	2	
Тема 14. Методика статистичного прогнозування географічних процесів	8	2	2	–	2	2	
Тема 15. Методика оптимізаційного географічного прогнозування	10	2	2	–	2	4	
Тема 16. Методика прогнозування ресурсів регіонального розвитку	10	2	2	–	2	2	
Разом за змістовим модулем 2	76	16	20	–	20	20	-
Усього годин	144	34	34	–	38	38	-

5. Теми практичних занять

<u>Змістовий модуль 1.</u>		
1.	Побудова карти ізокорелят забруднення ґрунту і підземних вод. Аудиторне завдання 1. Побудувати карту ізокорелят забруднення ґрунту і підземних вод.	4 год.
2.	Балансові моделі. Аудиторне завдання 1. Побудувати камерну модель гідрохімічного балансу водойми	4 год.
3	Моделювання і оцінка залежності складників водного балансу від лісистості території Аудиторне завдання 1. Побудувати модель залежності складників водного балансу від лісистості території	4 год.
4	Моделювання забруднення підземних вод. Аудиторне завдання 1. Побудувати Модель забруднення підземних вод	2 год.
<u>Змістовий модуль 2 Класичні складові ландшафтознавства, як науки</u>		
5.	Моделювання динаміки географічних систем Аудиторне завдання 1. За даними табл. 1 виділити тренд графічним способом. 2. Побудуйте модель добового ходу температури повітря для населеного пункту за даними таблиці 3. Накресліть графік цього періодичного процесу.	8 год.
6	Методи географічного прогнозування Аудиторне завдання 1. Замалювати схему класифікації методів географічного прогнозування 2. Коротко законспектувати особливості експертних і	6 год.

	фактографічних методів 3. Зробити письмовий висновок про найбільш характерні риси найпоширеніших методів прогнозування і пріоритетні галузі їх застосування.	
7	Побудова прогнозної однофакторної регресійної моделі методом найменших квадратів. Аудиторне завдання 1. Побудувати прогнозу однофакторну регресійну модель методом найменших квадратів	6 год.
	Разом	34 год.

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Способи задання функцій	2
2	Найпоширеніші функції в географії	2
3	Алгоритм моделювання динамічних процесів з допомогою функцій	2
4	Поняття про метод математичної статистики і теорії ймовірності	2
5	Статистична сукупність і її характеристика	2
6	Варіаційний ряд та його представлення	2
7	Вибірка та її репрезентативність	2
8	Методи формування вибірових сукупностей	3
9	Попередня статистична обробка даних	3
10	Поняття про ранги та ранжування	3
11	Аналіз варіаційного ряду	3
12	Характеристики центру розподілу	3
13	Характеристики розміру варіації	3
14	Характеристики форми розподілу	3
15	Поняття про зважені та нормовані величини	3
	Разом	38

7. Індивідуальні завдання

Загальні вимоги до виконання:

- індивідуальне завдання повинно мати практичне спрямування та носити творчий, дослідницький характер;
- тип індивідуального завдання – розрахунково-графічний;
- виконується ІНДЗ з додержанням усіх технічних вимог до письмових робіт. Текст має бути надрукований на принтері через 1,5 міжрядкових інтервали на одному боці аркуша білого паперу формату А4. Шрифт Times New Roman, 14 пт. Текст розміщується на сторінці, яка обмежується полями: ліве – 25 мм, нижнє, верхнє – 20 мм, праве – 15 мм. За обсягом ІНДЗ має складати 15-20 сторінок. ІНДЗ починається з титульного аркуша, за ним розміщуються послідовно зміст ІНДЗ, основний текст (схеми, таблиці, графіки, карти, завдання з підзаголовками відповідно до змісту роботи), список використаних

джерел (не менше 15), посилання на джерело інформації – обов'язкове;

- оцінювання індивідуального навчально-дослідного завдання:

Рівень виконання ІНДЗ	К-ть балів
ІНДЗ виконано відмінно: повно висвітлена тема із сформульованими власними висновками	10
Недостатньо висвітлена тема із нечітко сформульованими власними висновками	5-9
Задовільне виконання ІНДЗ – неповно висвітлено тему без власних висновків студента	3-4
Тема висвітлена без чіткого розуміння сіті дослідження	1-2

8. Методи та засоби навчання.

У навчальному процесі застосовуються лекції з використанням мультимедіапроектора та інших ТЗН, лабораторні заняття, самостійна та індивідуальна роботи.

Серед методик та форм навчання даного курсу слід визначити такі *методики викладання*: методика проблемного навчання та евристичне навчання; *форми навчання*: аналітичні і проблемні лекції та дискусії, головна мета яких полягає розвитку у студентів логічного та самостійного осмислення додаткового матеріалу, який стосується сучасних процесів розвитку світової економіки; *методики навчання*: кейс-метод, презентації, міні-проекти, які готують студенти самостійно та презентують для присутніх.

Практичні заняття плануються для кожної теми дисципліни і включають такі напрями роботи: підготовку до практичних занять за вказаним планом; виконання контрольних завдань; виконання завдань дослідницького характеру; критичний огляд наукових публікацій за обраною проблематикою; тренінги; рольові та ділові ігри; презентація результатів дослідження на задану тематику, у т. ч. виступ на конференціях.

Мета проведення лекцій полягає у формуванні у студентів знань про форми і методи державного управління соціально-економічним розвитком регіонів, особливостями регіонального менеджменту в умовах різних форм власності. Наданні студентам знання про сучасні напрями суспільно-географічних досліджень регіонального розвитку та прогнозування.

9. Форма підсумкового контролю успішності навчання.

Форма контролю – екзамен. В білеті 3 питання, кожне з яких оцінюється у 20 балів.

Питання і завдання для контролю

1. Роль і значення моделювання і прогнозування стану довкілля в системі охорони природи.
2. Форми представлення та вимоги до математичної моделі
3. Класифікація моделей в екології
4. Методи одержання та використання математичних моделей
5. Системний підхід у моделюванні
6. Основні принципи моделювання і прогнозування стану довкілля

7. Загальний алгоритм побудови моделі
8. Складні еколого-техногенні системи та їх властивості
9. Особливості динаміки складних систем та їх формалізації
10. Моделі глобального розвитку
11. Поняття про функції та їх застосування у моделюванні і прогнозуванні стану довкілля
12. Способи задання функцій
13. Застосування в МПСД лінійної функції
14. Застосування в МПСД дробово-лінійної функції
15. Застосування в МПСД степеневої функції
16. Застосування в МПСД поліноміальної функції
17. Застосування в МПСД логарифмічної функції
18. Застосування в МПСД показникової функції
19. Застосування в МПСД тригонометричних функцій
20. Опис моделей період процесів із використанням тригонометричних функцій
21. Комбіновані функції та їх використання
22. Поняття про метод математичної статистики і теорії ймовірності
23. Статистична сукупність і її характеристика
24. Варіаційний ряд та його представлення
25. Вибірка та її репрезентативність
26. Методи формування вибірових сукупностей
27. Попередня статистична обробка даних
28. Поняття про ранги та ранжування
29. Аналіз варіаційного ряду
30. Характеристики центру розподілу
31. Характеристики розміру варіації
32. Характеристики форми розподілу
33. Поняття про зважені та нормовані величини
34. Дисперсія та її характеристики
35. Основні постулати дисперсійного аналізу
36. Поняття про статистичний розподіл
37. Характеристика основних видів розподілу (нормальний розподіл, біноміальний розподіл, розподіл Пуассона, Бета-розподіл, розподіл Коші, розподіл χ^2 -квадрат, логнормальний розподіл, розподіл Стьюдента)
38. Перевірка узгодженості теоретичного розподілу емпіричному.
39. Основні задачі кореляційного аналізу
40. Основні задачі регресійного аналізу
41. Основні задачі факторного аналізу
42. Основні задачі кластерного аналізу
43. Задачі захисту повітряного басейну від забруднення
44. Моделювання поширення домішок у повітрі
45. Моделювання процесу забруднення повітря промисловими джерелами
46. Моделювання процесу забруднення повітря автотранспортом

47. Ідентифікація рівнянь динаміки забруднень у річках
48. Прогнозування забруднення водою
49. Прогнозування полів забруднення водосховищ
50. Основні задачі моделювання забруднення підземних вод
51. Моделі та прогнози динаміки рівня ґрунтових та підземних вод
52. Моделювання водопониження при інтенсивному водозаборі
53. Задачі захисту ґрунтів від забруднення
54. Математичне моделювання хімічного забруднення ґрунтів
55. Математичне моделювання радіаційного забруднення ґрунтів
56. Моделювання меліоративного режиму ґрунтів
57. Стохастичні моделі врожайності сільськогосподарських культур
58. Критерії оцінки ефективності продукційних процесів
59. Моделювання взаємозв'язку екологічного стану довкілля та стану здоров'я населення
60. Моделювання розвитку епідемій та пандемій
61. Основні вихідні поняття прогнозування
62. Що таке прогноз і прогностика
63. Відмінні риси прогнозу від планів і програм.
64. Що таке тренд, глибина ретроспекції і прогнозний горизонт.
65. Що таке прогностичний фон і варіант прогнозу
66. Принципи географічного прогнозування
67. Світоглядно-філософські принципи прогнозування
68. Загальнонаукові принципи прогнозування
69. Географічні принципи прогнозування:
70. Методичні принципи прогнозування
71. Класифікація прогнозів та методів прогнозування
72. Методи географічного прогнозування
73. Особливості методу експертної оцінки
74. Особливості методу екстраполяції
75. Особливості методу математичного моделювання
76. Особливості довго- та короткострокових прогнозів
77. Приклади базових методик прогнозування стану довкілля
78. Поняття про географічні процеси, їх класифікація.
79. Чинники розвитку географічних процесів.
80. Передумови регіонального розвитку
81. Управлінські чинники регіонального розвитку
82. Чинники самоорганізації в регіональному розвитку
83. Закономірності розвитку географічних процесів.
84. Типи розвитку географічних процесів.
85. Кофіцієнти оцінки показників розвитку
86. Основні вимоги до прогнозу
87. Тренд та методи його виділення
88. Основи комп'ютерного прогнозування
89. Поняття про екологічне прогнозування
90. Поняття прогнозування динаміки екосистем

91. Послідовність успішного прогнозування
92. Графічна модель управління процесами і явищами у ПТК
93. Застосування методу екстраполяції у соціально-екологічному прогнозуванні
94. Грунтове прогнозування
95. Прогнозування водокористування та водо забезпечення
96. Гідрологічне прогнозування
97. Прогнозування геоморфологічних процесів
98. Прогнозування геологічних процесів
99. Принципи прогнозу процесів і явищ
100. Місце географічного прогнозування (на прикладі “суспільство-природа”)

10. Методи та засоби діагностики успішності навчання

У процесі вивчення дисципліни використовуються такі методи оцінювання:

- поточне тестування та опитування;
- оцінювання виконання практичних робіт;
- оцінювання виконання ІНДЗ;
- екзамен

11. Розподіл балів та критерії оцінювання

Загальна оцінка за курс складається як алгебраїчна сума оцінок за кожен з трьох модулів: поточне тестування (аудиторні заняття); контрольні роботи наприкінці кожного змістового модуля; самостійна та індивідуальна роботи впродовж семестру.

Оцінювання здійснюється за 100-бальною шкалою ECTS. На оцінку завдань модуля I відводиться 30 балів, модуля II – 10 балів, модуля III – 60 балів.

Наприкінці вивчення курсу, формою підсумкового контролю є залік, який оцінюється від 0 до 60 балів. Студент, який впродовж семестру набрав більше 60 балів має право не складати залік. При цьому йому зараховуються бали, які набрані впродовж семестру.

Модуль I передбачає перевірку якості засвоєння теоретичного курсу, виконання практичних робіт безпосередньо на заняттях. Загальна кількість тем цього модуля становить 6 (3 – I змістовий модуль, 3 – II змістовий модуль). Кожна з тем I і II змістового модулів оцінюється від 0 до 5 балів. Обчислюється накопичена сума балів різних видів робіт по кожному змістовому модулю і підбивається загальна сума балів поточного тестування, яка не може перевищувати 30 балів.

Модуль II передбачає перевірку виконання студентами індивідуальних завдань (індивідуальна – від 0 до 10), перевірку підсумкових знань і вмій

студентів шляхом написання контрольних робіт (контрольні роботи оцінюються за 30-бальною шкалою).

Поточний контроль (мах = 30 балів)						Модульний контроль (мах = 60 балів)			Загальна кількість балів
Модуль 1						Модуль 2			
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			ІНДЗ	МКР 1	МКР 2	
T1	T2	T3	T4	T5	T6				
5	5	5	5	5	5	10	30	30	100

М - модуль, ЗМ - змістовий модуль, Т - тема, ІНДЗ - індивідуальна науково-дослідна робота

Шкала оцінювання (національна та ECTS)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсової роботи (проекту), практики	для заліку
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82 – 89	B	Добре	
75 - 81	C		
67 -74	D	Задовільно	
60 - 66	E		
1 – 59	Fx	Незадовільно	Незараховано (з можливістю повторного складання)

12. Методичне забезпечення

1. Географічне моделювання і прогнозування [Текст]: конспект лекцій. / В.О. Фесюк. Луцьк: ЛНТУ, 2013. – 120 с.
2. Фесюк В.О. Географічне моделювання і прогнозування: методичні рекомендації / В.О. Фесюк. – Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2013. – 112 с.

13. Список джерел

1. Блатнер П. Использование Microsoft Excel 2000. Специальное издание.: Пер. с англ. / Патрик Блатнер. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2002. – 864 с.
2. Богобоящий В.В. Принципи моделювання та прогнозування в екології.: Підручник. / Богобоящий В.В., Куррбанов К.Р., Палій П.Б – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 216 с.

3. Боровиков В.П. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. / Боровиков В.П., Боровиков И.П. – М.: Филинь, 1997. – 320 с.
4. Боровиков В.П. Прогнозирование в системе Statistica в среде Windows. / Боровиков В.П., Ивченко Г.И. – М.: Изд-во “Финансы и статистика”, 2000. – 204 с.
5. Дьяконов В.П.. MathCAD в математике, физике и в Internet. / В.П. Дьяконов, И.В. Абраменкова – М.: Нолидж, 1998. – 352 с.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
7. Герасимов И.П. Географический прогноз: теория, методы, региональный аспект. / И.П. Герасимов – М.: Наука, 1986. – 96 с.
8. Голиков А.П. Математические методы в географии. / Голиков А.П., Черванёв И.Г., Трофимов А.М. – Харьков: Вища школа, 1986. – 144 с.
9. Горев Л.М. Основы моделирования в гидроэкологии. Пособие. / Горев Л.М. – К.: Либідь, 1996. – 336 с.
10. Жуков В.Т. Математико-картографическое моделирование в географии. / Жуков В.Т., Сербенюк С.Н., Тикунов В.С. – М.: Мысль, 1980. – 224 с.
11. Ковальчук П.И. Моделирование и прогнозирование stanu навколишнього середовища: Навчальний посібник. / П.И. Ковальчук – К.: Либідь, 2003. – 208 с.
12. Царенко О.М. Комп’ютерні методи в сільському господарстві та біології / О.М. Царенко, Ю.А. Злобін, В.Г. Скляр та ін. – Суми: Видавництво “Університетська книга”, 2000. – 203 с.
13. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. / В.І. Лаврик. – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 132 с.
14. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології: Навчальний посібник. / В.І. Лаврик. – К.: Видавничий дім “КМ Академія”, 2002. – 203 с.
15. М. Херхагер. MathCAD 2000: Полное руководство: Пер. с нем. / М. Херхагер, Х. Партолль. – К.: Издательская группа ВНУ, 2000. – 416 с.
16. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. / Г.И. Марчук – М.: Наука, 1982. – 320 с.
17. Архипов Ю.Р. Математические методы в географии. Учебное пособие / Ю.Р. Архипов, Н.И. Блажко, С.В. Григорьев. – Казань: Изд. Казанского унив., 1976. – 352 с.
18. Егоров В.А. Математические модели глобального развития / В.А. Егоров. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1980. – 192 с.
19. Р.Дж. Чорли . Модели в географии / Р.Дж. Чорли, П.Хаггет. – М.: Прогрес, 1971. – 383 с.
20. Данилина Е.В. Модели и методы оценки антропогенных изменений геосистем / Е.В. Данилина, А.К. Румянцев, А.В. Панарин. – Новосибирск: Наука, 1986. – 152 с