

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра економічної кібернетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан економічного факультету

_____ Діброва А.Д.
“ ____ ” _____ 2019 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри економічної кібернетики

Протокол № ____ від “ ____ ” ____ 2019р.

Завідувач кафедри
_____ (А.В.Скрипник)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОПТИМІЗАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ

**Галузь знань 07- Управління та адміністрування
Спеціальність 072-Фінанси, банківська справа та страхування**

Освітньо-професійна програма «Фінанси і кредит»

Економічний факультет

Розробники:

доцент кафедри економічної кібернетики, к.е.н., доцент Клименко Н.А.

Київ – 2019

1. Опис навчальної дисципліни «Оптимізаційні методи та моделі»

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	07- Управління та адміністрування	
Освітня програма	Фінанси і кредит	
Спеціальність	072-Фінанси, банківська справа та страхування	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Бакалавр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-	
Форма контролю	залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	3	
Семестр	6	
Лекційні заняття	15 год.	6
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30 год.	8
Самостійна робота	75 год.	106
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента –	3 год.	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Місце і роль дисципліни в системі підготовки фахівців.

Навчальна дисципліна направлена на опанування методів розв'язання задач оптимізації фінансового та аграрного менеджменту. На основі оволодіння курсом студент зможе:

- застосувати програмування як метод пізнання, аналізу;
- розв'язувати задачі лінійного програмування та деякі підкласи задач нелінійного програмування;
- будувати та реалізовувати економіко-математичні моделі агробізнесу

1.2. Задачі вивчення дисципліни.

- Опанування основними поняттями математичного програмування;
- оволодіння теоретичними основами математичного програмування;
- оволодіння основними методами розв'язання задач лінійного та нелінійного програмування.

1.3. Вимоги щодо знань і вмінь набутих внаслідок вивчення дисципліни.

Студент повинен знати:

- класи задач, які розглядає математичне програмування;
- основи теорії математичного програмування як методу наукового пізнання, визначення та понятійні категорії цього методу;
- основні поняття математичного програмування;
- основні методи розв'язання задач математичного програмування.

1.4. Дисципліни, що повинні передувати вивченню “Оптимізаційні методи та моделі”

Вивчення курсу ґрунтується на знанні студентами:

- Основ теорії ймовірностей;
- інформатики та основ комп'ютерної техніки;
- функціонального аналізу;
- векторної алгебри;
- аналітичної геометрії;
- лінійної алгебри.

1.5. Дисципліни, вивченню яких повинна передувати дисципліна “Оптимізаційні методи та моделі”:

- аналіз господарської діяльності;
- економіко-математичне моделювання;
- моделювання у менеджменті та маркетингу;
- моделювання економіки;
- дипломне проектування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:** теоретичні основи алгоритмів методів математичного програмування

вміти: використовувати набуті теоретичні знання та практичні навички при побудові та реалізації основних економіко-математичних моделей

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Оптимізаційні методи

Тема лекційного заняття 1. Задача лінійного програмування та методи її розв'язування.

Засади лінійного програмування (ЛП). Математичне програмування як наука, його місце серед інших дисциплін науки “Дослідження операцій”

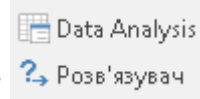
Вступ. Предмет та проблематика курсу. Його місце у формуванні сучасного спеціаліста фінансової сфери.

Тема лекційного заняття 2. Класичні методи оптимізації Геометрія ЗЛП. Графічний метод розв'язання ЗЛП. Симплексний метод розв'язання ЗЛП.

Геометрія обмежень ЗЛП на площині. Цільова функція на площині, переваги та недоліки графічного методу

Ідея та геометрія симплексного методу (СМ). Алгоритм СМ..

On-line калькулятори для розв'язку лінійних оптимізаційних задач.



Технологія розв'язку оптимізаційних задач в середовищі Excel

Тема лекційного заняття 3. Розподільчі задачі. Транспортна задача Економічний зміст розподільчих та логістичних задач. Постановка транспортної задачі та її математичні особливості. Методи побудови початкових планів. Практичні аспекти використання транспортних задач. Прикладні середовища для реалізації транспортних задач.

Тема лекційного заняття 4. Теорія двоїстості та оптимізаційний аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач

Економічна суть теорії двоїстості. Основи ресурсної теорії Математичні моделі пари двоїстих задач (ПДЗ) в економіці. Зв'язок та основні правила побудови та аналізу пари двоїстих задач Аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач. Оцінка плану виробництва та статусу ресурсів у виробничій системі на основі побудови та реалізації пари двоїстих задач.

Змістовий модуль 2. Оптимізаційні математичні моделі

Тема лекційного заняття 5. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки

Вступ: предмет, метод та задачі курсу.

Основна ідея та принципи математичного моделювання. Що входить в поняття “методи математичного моделювання”. Основні цілі викладання навчальної дисципліни. Коротка історична довідка створення навчальної дисципліни.

*Теоретичні основи бізнес-проектування. Окремі класи об'єктів, процесів і явищ. Поняття відношення і операції. Поняття моделі. Етапи моделювання. Постановка задачі. Формалізація. Критерії оптимальності. Фундаментальна цінність моделі. Основи UML (**Unified Modeling Language**) — уніфікована мова моделювання*

Тема лекційного заняття 6. Математичне моделювання споживацького попиту

Поведінкові моделі. Формалізація споживацьких переваг. Формування функцій корисності споживачів. Формалізація поведінки споживача на ринку товарів. Оптимізаційні моделі формування споживацького вибору для формування добового меню споживання. Нелінійні моделі дослідження класів байдужості споживачів. Формування попиту, споживчого попиту, споживчого кошику.

Тема лекційного заняття 7. Прикладні фінансові моделі

Фінансовий менеджмент як об'єкт математичного моделювання

Сфера компетенції фінансового менеджера та можливість формалізації фінансових задач. Особливості формування фінансових ринків в Україні. Фінансова політика та фінансове планування як об'єкти математичного моделювання. Ризик у сфері фінансового менеджменту. Вимірювання ризику.

Економіко-математичні моделі оптимізації грошово-кредитної системи: модель грошового мультиплікатора, модель грошової бази, модель оцінки впливу інфляційних процесів на динаміку % ставок.

Оптимізаційні моделі інвестиційних пріоритетів

Тема лекційного заняття 8. Портфельна теорія .

Оптимізація портфеля та характеристика сучасної портфельної теорії. Постановка задач. Економіко-математична модель Марковіца. Основи вибору пріоритетних інвестиційних проектів. Суб'єктивізм Неймана-Моргенштерна в теорії ризиків. Фінансові моделі в мікро- та макроекономіці і АПК. Максимізація прибутку. Інформаційне забезпечення задач оптимізації фінансового менеджменту.

Тема лекційного заняття 9. Математичне моделювання виробничих процесів в сільському господарстві (самостійне опрацювання)

Економіко-математичні моделі оптимізації економічних процесів у тваринництві

Особливості моделювання тваринницького підкомплексу України. Особливості функціонування виробничих систем у тваринництві. Необхідність моделювання економічних процесів тваринництва. Основні класи економіко-математичних задач. Постановка задач. Економіко-математичні моделі. Змінні та обмеження.

Економіко-математичні моделі оптимізації економічних процесів у рослинництві

Особливості функціонування виробничих систем у рослинництві. Основні класи економіко-математичних задач. Постановка задач. Економіко-

математичні моделі(оптимізація структури посівних площ, оптимізація розміщення посівів по полях різної родючості, оптимізація процесу використання мінеральних добрив.) Змінні та обмеження. Оптимальна траєкторія економічного розвитку галузей рільництва підприємств АПК.

Назви змістових модулів 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
Змістовий модуль 1. Оптимізаційні методи												
Тема 1. Задача лінійного програмування та методи її розв'язування.	13	1		2		10		2				10
Тема 2 Геометрія ЗЛП. Графічний метод розв'язання ЗЛП. Симплексний метод розв'язання ЗЛП.	16	2		4		10				2		10
Тема 3. Розподільчі задачі. Транспортна задача	14	2		4		10		2		2		10
Тема 4. Теорія двоїстості та аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач	16	2		4		10						10
Разом за змістовим модулем 1	59	7		14		40						
Змістовий модуль 2. Економіко-математичні моделі												
Тема лекційного заняття 5. Концептуальні аспекти математичного моделювання економіки	14	2		2		10		2		2		10
Тема лекційного заняття 6. Математичне моделювання споживацького попиту	14	2		2		10						10
Тема лекційного заняття 7. Прикладні фінансові моделі	16	2		6		5				2		20

Тема лекційного заняття 8. Портфельна теорія .	18	2		6		10						10
Тема лекційного заняття 9. Математичне моделювання виробничих процесів в сільському господарстві												16
Разом за змістовим модулем 2	61	8		16		35						
Усього годин	120	15		30		75		6		8		106

4. Теми семінарських занять
(Відсутній вид робіт за навчальним планом)

5. Теми практичних занять
(Відсутній вид робіт за навчальним планом)

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Постановка задачі лінійного програмування (ЗЛП). Симетрична та канонічна постаті задачі. Перетворення однієї постаті до іншої.	2
2.	Геометрія обмежень ЗЛП на площині. Цільова функція на площині, переваги та недоліки графічного методу	2
3.	Симплексний метод в середовищі <i>On-line калькуляторів</i>	2
4.	Постановка транспортної задачі та її математичні особливості. Метод потенціалів (МП) розв'язання ТЗЛП та його зв'язок з теорією двоїстості. Розподільчий метод	4
5.	Математичні моделі пари двоїстих задач (ПДЗ) в економіці.	2
6.	Аналіз лінійних моделей оптимізаційних. Ресурсна	2

	теорія	
7.	Методи формалізації економічних процесів та явищ.	2
8.	Оптимізаційна модель формування споживацьких переваг	2
9.	Ризик у сфері фінансового менеджменту. Вимірювання ризику.	2
10.	Економіко-математичні моделі оптимізації грошово-кредитної системи: теперішня, майбутня вартість грошей, процентні ставки	4
11.	Оптимізаційна модель формування інвестиційних пріоритетів	2
12.	Оптимізація портфеля та характеристика сучасної портфельної теорії. Постановка задач. Економіко-математична модель Марковіца.	2
13.	Ділова гра «Сформууй інвестиційну стратегію»	2
	Разом	30

Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Математичне програмування як наука, його місце серед інших дисциплін науки “Дослідження операцій”</i>	10
2	<i>Метод штучного базису (МШБ) розв’язання задачі – один із версій симплексного методу. Теоретичне обґрунтування МШБ</i>	5
3	<i>Розподільчі задачі</i>	10
4	<i>Аналіз лінійних моделей оптимізаційних задач</i>	10
5	<i>Гомоморфізм та ізоморфізм. Алгоритми. Основні поняття математичного моделювання: динамічне оптимізаційне, імітаційне, системне та стохастичне.</i>	5
6	<i>Основні особливості ЗНПП.</i>	10
7	<i>Фінансові моделі в мікро- та макроекономіці і АПК. Максимізація прибутку. Інформаційне забезпечення задач оптимізації фінансового менеджменту.</i>	10
8	<i>Економетричні моделі динаміки.</i>	5
9	<i>Оптимальна траєкторія економічного розвитку галузей рільництва підприємств АПК.</i>	10
	Разом	75

7. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

1. Історія розвитку МП як науки
2. Класифікація задач математичного програмування .
3. Напрямки математичного програмування та їх характеристика.
4. Застосування задач МП у галузях народного господарства.
5. Загальна задача лінійного програмування. Її елементи.
6. Канонічні постаті задач лінійного програмування.
7. Перехід від загальної задачі ЛП до стандартної.
8. Геометрична інтерпретація задач ЛП у просторі n змінних ($n > 3$).
9. Геометрична інтерпретація задач ЛП у просторі 2-х змінних.
10. Геометрична інтерпретація задач ЛП у просторі 3-х змінних.
11. Властивість областей означення задач ЛП(опукла множина та її властивості).
12. Основні аналітичні властивості задач ЛП. (Теорема про існування розв'язку ЗЛП. Теорема про кутову точку. Поняття базисного розв'язку, опорного та оптимального планів.)
13. Ідея симплексного методу.
14. Геометрична інтерпретація симплексного методу.
15. Симплексний метод. Відшукування опорного плану (І етап) з використанням виключень Жордана-Гауса (модиф. викл.).
16. Симплексний метод. Відшукування оптимального плану (ІІ етап). Виключення Жордана-Гауса (мод. викл.).
17. Правила перетворень у симплексних таблицях. Виключення Жордана-Гауса (мод. викл.).
18. Симплексний метод. Відшукування опорного плану (І етап) з використанням звичайних жорданових виключень.
19. Відшукування оптимального плану (ІІ етап) з використанням виключень Жордана-Гауса (модиф. викл.).
20. Правила перетворень у симплексних таблицях. Звичайні жорданові виключення.
21. Ідея та архітектоніка симплексного методу.
22. Метод штучного базису. Його переваги та недоліки.
23. Алгоритм методу штучного базису.
24. Розподільчі задачі та їх застосування у народному господарстві.
25. Постановка задачі оптимізації транспортних перевезень.
26. Транспортні задачі та методи їх розв'язання.
27. Відкриті та закриті ТЗ. Теорема про існування розв'язку ТЗ.
28. ТЗ з правильним та неправильним балансом. Теорема про існування розв'язку ТЗ.
29. Основні властивості матриці транспортної задачі. Теорема про ранг основної системи обмежень ТЗ.
30. Властивості опорних планів ТЗ(поняття ланцюга, циклу тощо).
31. Методи знаходження опорних планів ТЗ. Теорема про ациклічність плану ТЗ.
32. Умови потенціальності у світлі теорії двоїстості.
33. Алгоритм методу потенціалів.
34. Ідея та архітектоніка методу Канторовича (метод потенціалів).
35. Розподільчий метод знаходження оптимального плану ТЗ.
36. Задачі математичного програмування з параметрами. Їх застосування. Основний принцип методів їх розв'язання..
37. Ідея та архітектоніка методів розв'язання задач з параметрами
38. Особливості методів розв'язання задач з параметрами.
39. Двоїстість у ЛП. Економічна інтерпретація пари спряжених задач, записаних у другій канонічній постаті.
40. Характерні риси (властивості) пари спряжених задач, записаних у загальній формі.

41. Задача, двоїста до загальної задачі ЛП.
42. Основна теорема двоїстості.
43. Друга теорема двоїстості (Умови доповнюючої не жорсткості).
44. Двоїсті симплексні таблиці. Їх побудова та застосування.
45. Задачі дробово-лінійного програмування. Застосування симплексного методу для їх розв'язання.
46. Особливості відшукування екстремальних точок в нелінійних задачах.
47. Особливості розв'язання задач з параметрами.
48. Дайте економічну інтерпретацію прямої та двоїстої задач лінійного програмування.
49. Як визначити, що ресурс є дефіцитним (недефіцитним)?
50. Як визначити, що виробництво продукції є рентабельним (не рентабельним) ?

8. Методи навчання.

Пояснювально-ілюстративний, метод демонстраційних прикладів, методи парної та групової роботи (Табл. 1)

Таблиця 1 - Класифікація методів навчання

	Групи методів	
Засади	Найменування	характеристики
1. Джерело знань: слово образ досвід	Словесні Наочні Практичні	
2. Етапи навчання	Підготовка до вивчення нового матеріалу Вивчення нового матеріалу Закріплення вправ Контроль і оцінка	
3. Спосіб педагогічного керівництва	Пояснення педагога Самостійна робота	Керівництво: безпосереднє; опосередковане
4. Логіка навчання	Індуктивні Дедуктивні Аналітичні Синтетичні	
5. Дидактичні цілі	Організація навчальної діяльності Стимулювання і релаксація Контроль і оцінка	
6. Характер пізнавальної діяльності	Пояснювально ілюстративні ("готові знання) Репродуктивні Проблемного викладу Частково-пошукові Дослідниць	Репродуктивні Продуктивні

9. Форми контролю

Кожна з форм контролю має особливості й залежить від мети, змісту та характеру навчання. У процесі навчання дисципліни використовуються наступні форми контролю:

- Поточний контроль: усне опитування (індивідуальне, фронтальне, групове), комп'ютерне тестування, виконання лабораторних завдань на комп'ютері згідно програми;
- Підсумковий контроль: тестування

10. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 20.02.2015 р. протокол № 6 з табл. 1.

Оцінка національна	Оцінка ЄКТС	Визначення оцінки ЄКТС	Рейтинг студента, бали
Відмінно	A	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100
Добре	B	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89
	C	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81
Задовільно	D	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64 – 73
	E	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 63
Незадовільно	FX	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	35 – 59
	F	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01 – 34

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

10. Методичне забезпечення

1. Н.А.Клименко. Математичне програмування. Методичні вказівки до виконання практичних робіт – НАУ, 2004. – 35 с.

[Навчальний матеріал] <http://elibrary.nubip.edu.ua/16952/>

2. Клименко, Наталія Анатоліївна (2011) Практикум з дисципліни «Оптимізаційні методи та моделі». [Навчальний матеріал]

<http://elibrary.nubip.edu.ua/16953/>

3. Електронний навчальний курс «Математичне програмування»

<http://business.nauu.kiev.ua/course/view.php?id=113>

4. Електронний навчальний курс «Оптимізаційні методи та моделі»

<http://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=250>

11. Рекомендована література

– основна;

1. Забуранна Л.В., Клименко Н.А., Попрозман Н.В., Попрозман О.І. Оптимізаційні методи та моделі: /Підручник, 2-е видання, доповнене-К.: Компрін, 2018, 419 с.
2. Попрозман Н.В., Клименко Н.А., Забуранна Л.В., Попрозман О.І. Математичні методи і моделі в аграрній та природоохоронній галузях. Навчальний посібник-К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп»-2014, 292 с.
3. Н.В.Попрозман, Н.А.Клименко. Математичне програмування. Методичні вказівки до виконання практичних робіт – НАУ, 2004. – 35 с.
4. [Навчальний матеріал] <http://elibrary.nubip.edu.ua/16952/>
5. Забуранна Л.В., Попрозман Н.В., Клименко Н.А., Попрозман О.І. Моделювання та управління інноваційними процесами Підручник- Київ: ДП «Компринт», 2014 – 379 с. – 23,7 у.д.а Попрозман Н.В., Клименко Н.А., Забуранна Л.В., Попрозман О.І. Оптимізаційні методи та моделі Підручник, К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп»-2014, 408 с.
6. Основи математичних методів дослідження операцій/ Лавров Є.А., Клименко Н.А., Перхун Л.П., Попрозман Н.А., Сергієнко В.А./ За ред Н.А. Клименко.-К.: ЦК "Компринт, 2015-452с.
<http://dspace.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/593>

12. Рекомендована література

Базова

1. Математичні методи і моделі в аграрній та природоохоронній галузях/Навчальний посібник Попрозман.Н.В., Клименко Н.А., Забуранна Л.В. Попрозман О.І. –К.: ТОВ «Агрармедіа Груп»-2013. – 292с <http://dspace.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/3061>
2. Вітлінський В.В. Моделювання економіки Нав. посібник. – К.: КНЕУ, 2003. – 408 с.
3. Вітлінський В.В. та ін. Економічний ризик: ігрові моделі. Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 2002. – 446с.

4. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе: Учеб. Пособие/ А.М. Дубров, Б.А. Лагоша – М.: Финансы и статистика, 2001. – 224с.
5. Гатаулин А.М., Харитонов Л.А., Гаврилов Г.В. Экономико-математические методы в планировании сельскохозяйственного производства. – М.: Колос, 1996. – 395 с.
6. Вітлінський В.В. Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику. – К., 1996. – 199 с.
7. Барвінський А.Ф, Олексін І.Я, Крупка З.І. та ін. Математичне програмування. – Львів: “Інтелект – Захід”, 2004. – 446 с.
8. Вітлінський В.В., Наконечний С.І., Терещенко Т.О. Математичне програмування. – К.: КНЕУ, 2001. – 248 с.
9. Глухов В.В., Медников М.Д., Коробко С.Б. Математические методы и модели для менеджмента. – СПб.: 200. – 480 с.
10. Гольштейн Е.Г., Юдин Д.Б. Задачи линейного программирования транспортного типа. – М.: Наука, 1969. – 382 с.
11. Гуревич Т.Ф. и др. Сборник задач по математическому программированию. М.: Колос, 1977. - 160с.
12. Данциг Дж. Линейное программирование, его применения и обобщения /Пер. с англ. Г.Н. Андрианова и др. Общ. Ред. И предисл. Н.Н. Воробьева. – М.: Прогресс, 1966. –600 с.
13. Зуховицький С.І. и др. Линейное и выпуклое программирование. М.: Наука, 1967. – 460 с.

– допоміжна.

1. Кадієвський В.А., Жадлун З.О. Математичне програмування та моделювання економічних процесів. – К.: НАУ, 1995.
2. Калихман И.Л. Сборник задач по математическому программированию. М.: Высшая школа, 1975. – 270 с.
3. Калихман И.Л. Линейная алгебра и программирование. М.: Высшая школа, 1967. - 424 с.
4. Степанюк В.В. Методи математичного програмування. - К.: Вища школа, 1984, - 272 с.
5. Хэдли Дж. Нелинейное и динамическое программирование /Перевод с англ. Ю.И. Волкова и др. Под редакцией Г.П. Акимова. – М.: Мир, 1967. – 506 с.
6. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Линейное программирование. Теория, методы и приложения. – М.: Наука, 1969. – 424 с.

13. Інформаційні ресурси

1.Єріна А.М. **Статистичне моделювання:** Навч.посібник.— К.:КНЕУ, 2001.— 170с <http://www.gmdh.net/articles/theory/StatModeling.pdf>

2/ http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/EP/index.html

3./Бизнес-моделирование

Джон Э. Ханк, Дин У. Уичерн, Артур Дж. Райтс

<http://www.williamspublishing.com/Books/5-8459-0436-6.html>

4/ Електронний навчальний курс «Оптимізаційні методи та моделі »

<http://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=250>