

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Кафедра Залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету  
транспорту і будівництва

Кузьменко С.В.  
07 2022 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ В НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

(шифр і назва навчальної дисципліни)


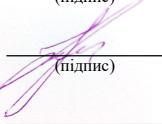
Ступінь вищої освіти

магістр

(бакалавр, магістр)

Факультет (назва)	Галузь знань (шифр і назва галузі знань)	Спеціальність (шифр і назва спеціальності)	Освітня програма (назва освітньої програми)
Транспорту і будівництва	27-Транспорт	274-Автомобільний транспорт	Автомобільний транспорт

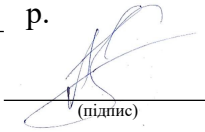
Розробники: Кічкіна Олена Іванівна, проф., к.т.н., доц.  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступень та вчене звання)  
Кічкін Олексій Вікторович ст. викл.  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступень та вчене звання)  
\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступень та вчене звання)

  
(підпис)  
  
(підпис)  
\_\_\_\_\_  
(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри (предметної комісії):  
залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин  
(назва кафедри)

Протокол № 1 від 27 07 20 22 р.

Завідувач кафедри (голова предметної комісії):

  
(підпис)

Климаш А.О.  
(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною комісією факультету:  
транспорту та будівництва  
(назва факультету)

Протокол № 1 від 29 07 20 22 р.

Голова методичної комісії:

  
(підпис)

Уваров П.Є.  
(прізвище та ініціали)

# 1 ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1.1 Профіль дисципліни (мета, предмет, завдання, знання і навички)

Курс може бути корисним студентам за спеціальністю в галузі 274 - «Автомобільний транспорт», а також майбутнім фахівцям, що планують працевлаштування на підприємствах та фірми діяльність яких пов'язана з автомобільним транспортом тощо.

**Метою** викладання дисципліни «Методи оптимізації в наукових дослідженнях» є формування у студентів поглиблених професійних знань в області оптимізації, а саме: теоретична підготовка з методів оптимізації; практична підготовка з моделювання прикладних задач, розв'язуваних оптимізаційними методами; навчання вмінню вибору тих методів оптимізації, які призводять до найбільш ефективного вирішення поставлених практичних і теоретичних завдань.

**Предметом** дисципліни «Методи оптимізації в наукових дослідженнях» є: математична формалізація та вирішення задач оптимального управління, розподілу виробничих ресурсів, планування діяльності автотранспортного підприємства та галузі в цілому.

**Завданням** вивчення дисципліни «Методи оптимізації в наукових дослідженнях» є формування у студентів належного рівня знань про існуючі математичні методи оптимізації для вирішення задач управління, експлуатації на автотранспортному підприємстві та в галузі в цілому.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

**знати:** методи оптимізації для вирішення прикладних завдань; навчити методи математичного програмування, варіаційного обчислення, теорії оптимального управління;

**вміти:** визначати системні якості досліджуваних процесів, вибирати найбільш ефективні методи оптимізації при різних варіаціях вихідних даних, будувати оптимізаційні моделі; робити висновки для подальшого використання моделей оптимізації

Знання і навички, отримані при вивченні дисципліни, будуть використовуватись у професійному контексті головного інженера (на транспорті), головного фахівця (автомобільного транспорту), директора з транспорту, інженера з транспорту, логіста.

## 1.2 Програмні компетентності

В наслідок опанування даного навчального курсу здобувач вищої освіти набуде наступних компетентностей:

ЗК11. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків

ЗК15. Здатність до виконання дослідницької роботи з елементами наукової новизни,

ФК02. Вміння застосовувати системний підхід до вирішення інженерних проблем на основі досліджень в рамках спеціалізації.

ФК05. Здатність демонструвати розуміння ширшого міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів при вирішенні наукових та виробничих проблем у сфері автомобільного транспорту.

ФК08. Здатність демонструвати широке розуміння проблем якості процесів та об'єктів автомобільного транспорту.

ФК10. Вміння досліджувати, аналізувати та вдосконалювати технологічні процеси автомобільного транспорту

ФК11. Вміння виявляти об'єкти автомобільного транспорту для вдосконалення техніки та технологій.

ФК15. Вміння вибирати та застосовувати на практиці методи дослідження, планування і проводити необхідні експерименти, інтерпретувати результати і робити висновки щодо оптимальності рішень, що приймаються у сфері виробництва, експлуатації та ремонту об'єктів автомобільного транспорту.

ФК16. Вміння використовувати закони й принципи інженерії за спеціалізацією, математичний апарат високого рівня для проектування, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, явищ і процесів у сфері автомобільного транспорту

### **1.3 Програмні результати навчання**

В результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен:

РН01. Вміти ставити, досліджувати, аналізувати і розв'язувати складні інженерні завдання і проблеми у сфері автомобільного транспорту, що потребує оновлення та інтеграції знань, у тому числі в умовах неповної/недостатньої інформації та суперечливих вимог.

РН04. Демонструвати здатність критично осмислювати проблеми у галузі автомобільного транспорту, у тому числі на межі із суміжними галузями, інженерними науками, фізикою, екологією, економікою.

РН09. Вміти пропонувати нові технічні рішення і застосовувати нові технології.

РН15. Вміти знаходити оптимальні рішення при створенні продукції автомобільного транспорту з урахуванням вимог якості, надійності, енергоефективності, безпеки життєдіяльності, вартості та строків виконання.

РН17. Вміти застосовувати прогресивні методи і технології, модифікувати існуючі та розробляти нові методи та/або завдання, здійснювати заходи для ефективного виконання професійних завдань.

РН19. Вміти оцінювати значущість результатів комплексної інженерної діяльності в сфері автомобільного транспорту.

РН24. Вміти проводити техніко-економічні розрахунки, порівняння та обґрунтування процесів проектування, конструювання, виробництва, ремонту, реновації, експлуатації об'єктів автомобільного транспорту.

РН25. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми, що пов'язані з технологією проектування, конструювання, виробництва, ремонтом, реновацією, експлуатацією об'єктів автомобільного транспорту відповідно до спеціалізації.

## 1.4 Навчальна робота за дисципліною

Тип дисципліни: вибіркова  
(обов'язкова, вибіркова)

Форми та методи навчання: лекції, практичні заняття, самостійна робота  
(лекції, лабораторні заняття, практичні заняття, курсова робота, самостійна робота, тощо)

Семестри: 3  
(номери семестрів, коли вивчається дисципліна)

Обсяг дисципліни: загальна кількість годин - 90; кількість кредитів ECTS - 3

Денна форма навчання:

- 3 семестр: лекції – 20 год., лабораторні заняття - - год., практичні – 20 год., самостійна робота студентів – 50 год.; кількість кредитів ECTS – 3, вид контролю – залік  
(залік; іспит)

Заочна форма навчання:

- 3 семестр: лекції – 2 год., лабораторні заняття - - год., практичні – 2 год., самостійна робота студентів – 86 год.; кількість кредитів ECTS – 3, вид контролю – залік  
(залік; іспит)

Мова навчання: українська  
(українська, англійська, французька, німецька).

Консультативну допомогу здобувачі вищої освіти можуть отримати у науково-педагогічних працівників кафедри Залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин, які безпосередньо проводять заняття, або звернувшись з письмовим запитом на електронну пошту за адресою [kichkina@snu.edu.ua](mailto:kichkina@snu.edu.ua)

## 1.5 Передумови для вивчення

Базові знання та уявлення з вищої математики, теорії ймовірностей та математичної статистики, системного аналізу, дослідження операцій, здобуті під час вивчення цих дисциплін.

## 2 ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вид заняття	Короткий зміст навчальних занять, тематика індивідуальних та/або групових завдань	Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання
<u>Тема 1. Постановка і класифікація задач оптимізації.</u>		
Лекції	<u>Стислий зміст.</u> Класифікація задач оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Приклади мінімакських задач. Поняття про багатокритеріальну оптимізацію.	Участь в обговоренні на лекції
Практичні заняття	Тема. <u>Постановка і класифікація задач оптимізації.</u> <u>Стислий зміст.</u> Приклади мінімакських задач. Поняття про багатокритеріальну оптимізацію.	Індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст.</u> Класифікація задач оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління.	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання
<u>Тема 2. Методи рішення оптимізаційної ресурсної задачі.</u>		
Лекції	<u>Стислий зміст.</u> Постановка задачі, графічний метод, метод лінійної оптимізації Симплекс- метод..	Участь в обговоренні на лекції
Практичні заняття	Тема. <u>Методи рішення оптимізаційної ресурсної задачі.</u> <u>Стислий зміст.</u> Постановка задачі, Рішення задач в середовищі EXCEL.	Тести; індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст.</u> Можливості EXCEL для рішення задач лінійної оптимізації	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання
<u>Тема 3. Методи рішення оптимізаційних цілочисельних задач.</u>		
Лекції	<u>Стислий зміст.</u> Постановка задачі. Проблема знаходження цілочисельного рішення визначення ОДР. Метод меж та гілок. Метод Гоморі.	Участь в обговоренні на лекції
Практичні заняття	Тема. <u>Методи рішення оптимізаційних цілочисельних задач.</u> <u>Стислий зміст.</u> Метод меж та гілок. Метод Гоморі.	Тести; індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст.</u> Метод меж та гілок. Можливості практичного застосування застосування	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання
<u>Тема 4. Методи рішення транспортних задач.</u>		
Лекції	<u>Стислий зміст.</u> Постановка транспортної задачі. Різновиди транспортних задач. Методи рішення транспортних задач. Метод потенціалів. Мережевий метод. Метод диференціальних рент. Транспортна задача за критерієм часу. Транспортна задача з обмеженням пропускну здатності.	Участь в обговоренні на лекції
Практичні заняття	Тема. <u>Методи рішення транспортних задач.</u> <u>Стислий зміст.</u> Методи рішення транспортних задач..	Тести; індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст.</u> Постановка транспортної задачі.	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання
<u>Тема 5. Методи рішення задач оптимального розподілу робіт.</u>		
Лекції	<u>Стислий зміст.</u> Постановка задачі. Методи рішення задач оптимального розподілу робіт.	Участь в обговоренні

Вид заняття	Короткий зміст навчальних занять, тематика індивідуальних та/або групових завдань	Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання на лекції
Практичні заняття	Тема. <u>Методи рішення задач оптимального розподілу робіт..</u> <u>Стислий зміст.</u> Рішення задач оптимального розподілу в Excel.	Тести; індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст.</u> Постановка задачі оптимального розподілу.	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання
<u>Тема 6. Аналіз оптимальних рішень та визначення меж оптимальності.</u>		
Лекції	<u>Стислий зміст.</u> Двоїстість у лінійному програмуванні. Теорема двоїстості. Двоїста задача. Методи рішення двоїстої задачі	Участь в обговоренні на лекції
Практичні заняття	Тема. <u>Аналіз оптимальних рішень та визначення меж оптимальності.</u> <u>Стислий зміст.</u> Методи рішення двоїстої задачі	Тести; індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст.</u> Поняття двоїстої задачі	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання
<u>Тема 7. Параметричне програмування.</u>		
Лекції	<u>Стислий зміст.</u> Загальна постановка задачі параметричного програмування. Види задач параметричного програмування. Методи вирішення задач параметричного програмування з параметром у функції цілі. Методи вирішення задач параметричного програмування з параметром в системі обмежень	Участь в обговоренні на лекції
Практичні заняття	Тема. <u>Параметричне програмування.</u> <u>Стислий зміст.</u> Методи вирішення задач параметричного програмування з параметром у функції цілі. Методи вирішення задач параметричного програмування з параметром в системі обмежень	Тести; індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст.</u> Види задач параметричного програмування..	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання
<u>Тема 8. Чисельні методи рішення одномірних задач статичної оптимізації.</u>		
Лекції	<u>Стислий зміст.</u> Класичний метод дослідження функцій на екстремум. Чисельні методи рішення одномірних задач статичної оптимізації.	Участь в обговоренні на лекції
Практичні заняття	Тема. <u>Чисельні методи рішення одномірних задач статичної оптимізації.</u> <u>Стислий зміст.</u> Чисельні методи рішення одномірних задач статичної оптимізації.	Тести; індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст.</u> Застосування чисельних методів рішення одномірних задач статичної оптимізації.	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання
<u>Тема 9. Чисельні методи безумовної оптимізації.</u>		
Лекції	<u>Стислий зміст.</u> Класифікація методів. Чисельні методи безумовної оптимізації нульового, першого другого порядку, основні положення, особливості, розгляд основних методів (метод покоординатного спуску, метод випадкового пошуку, метод деформуемого	Участь в обговоренні на лекції

Вид заняття	Короткий зміст навчальних занять, тематика індивідуальних та/або групових завдань	Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання
	багатогранника, метод градієнтів)..	
Практичні заняття	Тема. <u>Чисельні методи безумовної оптимізації</u> . <u>Стислий зміст</u> . Чисельні методи безумовної оптимізації нульового, першого другого порядку, основні положення, особливості, розгляд основних методів (метод покоординатного спуску, метод випадкового пошуку, метод деформуємого багатогранника, метод градієнтів)...	Тести; індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст</u> . Класифікація методів..	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання
Тема 10. <u>Необхідні та достатні умови локального екстремуму функції</u> .		
Лекції	<u>Стислий зміст</u> . Збіг точок локального екстремуму з точками абсолютного екстремума для випуклих і увігнутих функцій. Умовний екстремум. Правило множників Лагранжа. Умови Куна- Таккера.	Участь в обговоренні на лекції
Практичні заняття	Тема. <u>Необхідні та достатні умови локального екстремуму функції</u> . <u>Стислий зміст</u> . Збіг точок локального екстремуму з точками абсолютного екстремума для випуклих і увігнутих функцій. Правило множників Лагранжа. Умови Куна- Таккера	Тести; індивідуальні завдання
Самостійна робота	<u>Стислий зміст</u> . Умовний екстремум	Опитування під час практичних занять; індивідуальні завдання



### 3 РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

Номер теми	Кількість годин												
	денна форма						заочна форма						
	всього	у тому числі					всього	у тому числі					
		лк	пз	лб	завд	с.р.		лк	пз	лб	завд	с.р.	
1-й семестр													
1	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
2	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
3	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
4	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
5	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
6	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
7	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
8	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
9	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
10	9	2	2	-	-	5	9	0,2	0,2	-	-	8,6	
Всього годин	90	20	20	-	-	50	90	2	2	-	-	86	

### 4 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Шкала ЄКТС	Вимоги
90 – 100	A	<p><u>Знати:</u> Класифікація задач оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Приклади мінімакських задач. Поняття про багатокритеріальну оптимізацію. Графічний метод, метод лінійної оптимізації Симплекс- метод. Постановку задачі. Проблема знаходження цілочисельного рішення визначення ОДР. Метод меж та гілок. Метод Гоморі. Постановку транспортної задачі. Різновиди транспортних задач. Методи рішення транспортних задач. Метод потенціалів. Мережевий метод. Метод диференціальних рент. Транспортна задача за критерієм часу. Транспортну задачу з обмеженням пропускної здатності. Методи рішення задач оптимального розподілу робіт. Двоїстість у лінійному програмуванні. Теореми двоїстості. Двоїсту задачу. Методи рішення двоїстої задачі. Загальну постановку задачі параметричного програмування. Види задач параметричного програмування. Методи вирішення задачі параметричного програмування з параметром у функції цілі. Методи вирішення задачі параметричного програмування з параметром в системі обмежень. Класичний метод дослідження функцій на екстремум. Чисельні методи рішення одновимірних задач статичної оптимізації. Чисельні методи безумовної оптимізації нульового, першого другого порядку, основні положення, особливості, розгляд основних методів (метод покоординатного спуску, метод випадкового пошуку, метод деформуємого багатогранника, метод градієнтів). Збіг точок локального екстремуму з точками абсолютного екстремуму для випуклих і увігнутих функцій. Умовний екстремум. Правило множників Лагранжа. Умови Куна-Таккера</p>

		<p><u>Вміти:</u> Класифікувати задачі оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Наводити приклади мінімакських задач. Вирішувати ресурсну задачу в середовищі EXCEL. Застосовувати Метод меж та гілок. Метод Гоморі Вирішувати транспортні задачі. Вирішувати задачі оптимального розподілу в Excel. Вирішувати двоїсті задачі. Вирішувати задачі параметричного програмування. Застосовувати чисельні методи рішення одномірних задач статичної оптимізації. Застосовувати чисельні методи безумовної оптимізації. Правило множників Лагранжа. Умови Куна- Таккера</p>
82 – 89	В	<p><u>Знати:</u> Класифікація задач оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Приклади мінімакських задач. Поняття про багатокритеріальну оптимізацію. Графічний метод, метод лінійної оптимізації Симплекс- метод. Постановку задачі. Проблема знаходження цілочисельного рішення визначення ОДР. Метод меж та гілок. Метод Гоморі. Постановку транспортної задачі. Різновиди транспортних задач. Методи рішення транспортних задач. Метод потенціалів. Мережевий метод. Метод диференціальних рент. Транспортна задача за критерієм часу. Транспортну задачу з обмеженням пропускної здатності. Методи рішення задач оптимального розподілу робіт. Двоїстість у лінійному програмуванні. Теорема двоїстості. Двоїсту задачу. Методи рішення двоїстої задачі. Загальну постановку задачі параметричного програмування. Види задач параметричного програмування. Методи вирішення задачі параметричного програмування з параметром у функції цілі. Методи вирішення задачі параметричного програмування з параметром в системі обмежень.</p> <p><u>Вміти:</u> Класифікувати задачі оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Наводити приклади мінімакських задач. Вирішувати ресурсну задачу в середовищі EXCEL. Застосовувати Метод меж та гілок. Метод Гоморі Вирішувати транспортні задачі. Вирішувати задачі оптимального розподілу в Excel. Вирішувати двоїсті задачі. Вирішувати задачі параметричного програмування..</p>
74 – 81	С	<p><u>Знати:</u> Класифікація задач оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Приклади мінімакських задач. Поняття про багатокритеріальну оптимізацію. Графічний метод, метод лінійної оптимізації Симплекс- метод. Постановку задачі. Проблема знаходження цілочисельного рішення визначення ОДР. Метод меж та гілок. Метод Гоморі. Постановку транспортної задачі. Різновиди транспортних задач. Методи рішення транспортних задач. Метод потенціалів. Мережевий метод. Метод диференціальних рент. Транспортна задача за критерієм часу. Транспортну задачу з обмеженням пропускної здатності.</p> <p><u>Вміти:</u> Класифікувати задачі оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Наводити приклади мінімакських задач. Вирішувати ресурсну задачу в середовищі EXCEL. Застосовувати Метод меж та гілок. Метод Гоморі Вирішувати транспортні задачі.</p>

64 – 73	D	<p><u>Знати:</u> Класифікація задач оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Приклади мінімаксних задач. Поняття про багатокритеріальну оптимізацію. Графічний метод, метод лінійної оптимізації Симплекс- метод. Постановку задачі. Проблема знаходження цілочисельного рішення визначення ОДР. Метод меж та гілок. Метод Гоморі.</p> <p><u>Вміти:</u> Класифікувати задачі оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Наводити приклади мінімаксних задач.. Застосовувати Метод меж та гілок. Метод Гоморі</p>
60 – 63	E	<p><u>Знати:</u> Класифікація задач оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Приклади мінімаксних задач. Поняття про багатокритеріальну оптимізацію. Графічний метод, метод лінійної оптимізації</p> <p><u>Вміти:</u> Класифікувати задачі оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Наводити приклади мінімаксних задач..</p>
35 – 59	Fx	<p><u>Знати:</u> Класифікація задач оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління. Приклади мінімаксних задач. Поняття про багатокритеріальну оптимізацію.</p> <p><u>Вміти:</u> Класифікувати задачі оптимізації: задачі програмування, варіаційного обчислення і оптимального управління.</p>
0 – 34	F	<p><u>Знати:</u> Класифікацію задач оптимізації</p> <p><u>Вміти:</u> Класифікувати задачі оптимізації</p>

## 5 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### 5.1 Документи і форми навчально-методичного забезпечення дисципліни

1. Конспект лекцій з дисципліни
2. Методичні вказівки до практичних занять
- 3.

### 5.2 Джерела інформації

1. Дослідження операцій в транспортних системах (Учбовий посібник). Частина 1. Методи лінійного програмування та їх застосування./ Четверухін Б.М. –К.: УТУ, 2000.
2. Нечаєв Г.І., Кічка О.І. Дослідження операцій в транспортних системах. – Електронний навч. Посібник. –Л. СНУ ім.. В. Даля, 2013 р.
3. Гончаров А. Excel 97 в примерах -СПб.: Питер, 1997. – 336с.
4. Деордица Ю.С., Савченко В.Т. Компьютерные технологии в экономике и менеджменте.- Луганск: ВУГУ, 1999. – с.8-18.
5. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах: Учеб. пособие для студентов вузов. –М.: Высш. шк., 1986. – С.16-26.
6. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации Текст учебник для вузов по естеств.-науч. направлениям и специальностям А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М.: Юрайт, 2015. - 367 с. ил. 22 см.

7. . Галеев, Э. М. Оптимизация : Теория. Примеры. Задачи Текст учеб. пособие для ун-тов Э. М.

Галеев. - 4-е изд. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2012. - 335 с. ил.

**Допоміжна:**

1. Аттетков, А. В. Методы оптимизации Текст учеб. пособие для техн., экон. и др. вузов А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. - М.: РИОР : ИНФРА-М, 2012. - 269 с. ил.

2. Каханер, Д. Численные методы и программное обеспечение Д. Каханер, К. Моулер, С. Нэш;

Пер. с англ. под ред. Х. Д. Икрамова. - 2-е изд., стер. - М.: Мир, 2001. - 575 с. ил.

3. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах Учеб. пособие для втузов А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2005. - 544 с.