

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## 1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

<b>Повна назва навчальної дисципліни</b>	Математичні методи дослідження операцій
<b>Повна офіційна назва закладу вищої освіти</b>	Сумський державний університет
<b>Повна назва структурного підрозділу</b>	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра інформаційних технологій
<b>Розробник(и)</b>	Парфененко Юлія Вікторівна, Шендрик Віра Вікторівна, Тимчук Сергій Олександрович
<b>Рівень вищої освіти</b>	Перший рівень вищої освіти, НРК – 6 рівень, QF-LLL – 6 рівень, FQ-EHEA – перший цикл
<b>Семестр вивчення навчальної дисципліни</b>	16 тижнів протягом 4-го семестру
<b>Обсяг навчальної дисципліни</b>	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 1 кред. ЄКТС, 30 год. становить курсова робота. Для денної форми навчання 72 год. становить контактна робота з викладачем (32 год. лекцій, 40 год. лабораторних занять), 78 год. становить самостійна робота.
<b>Мова викладання</b>	Українська

## 2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

<b>Статус дисципліни</b>	Обов'язкова навчальна дисципліна для всіх освітніх програм спеціальності 122 "Комп'ютерні науки"
<b>Передумови для вивчення дисципліни</b>	Вища математика
<b>Додаткові умови</b>	Додаткові умови відсутні
<b>Обмеження</b>	Обмеження відсутні

## 3. Мета навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є отримання студентами знань математичних методів дослідження операцій, а також оволодіння практичними вміннями та навичками застосування математичних методів дослідження операцій для розв'язання практичних задач певних галузей науки і техніки.

## 4. Зміст навчальної дисципліни

<p>Тема 1 Вступ. Лінійне програмування</p> <p>Мета та завдання дисципліни, її структура та методичні рекомендації щодо вивчення. Основні поняття і визначення дослідження операцій. Методика проведення дослідження операцій. Типові класи задач дослідження операцій. Постановка задачі лінійного програмування. Приклади задач лінійного програмування. Задача оптимального використання ресурсів, задача про розкрій, транспортна задача. Форми запису задач лінійного програмування. Симплексний метод розв'язування задачі лінійного програмування. Двоїстість. Постооптимальний аналіз.</p>
<p>Тема 2 Нелінійне та динамічне програмування</p> <p>Задача нелінійного програмування в загальному вигляді. Класичні умови екстремуму. Чисельні методи в задачах нелінійного програмування. Метод прямого пошуку (Хука-Дживса). Метод деформованого багатогранника. Метод деформованого багатогранника (метод Нелдера-Міда). Розв'язання задач за наявності обмежень. Градієнтні методи розв'язання задач нелінійного програмування. Метод множників Лагранжа. Основні поняття динамічного програмування. Принцип оптимальності Белмана. Задача розподілу ресурсів.</p>
<p>Тема 3 Чисельні методи оптимізації</p> <p>Методи оптимізації функцій, що не диференціюються. Інтервальні методи. Метод дихотомії. Метод Фібоначчі. Метод «золотого» перетину. Методи оптимізації функцій, що диференціюються. Метод квадратичної інтерполяції. Метод поліноміальної інтерполяції. Метод Ньютона. Метод найшвидшого спуску.</p>
<p>Тема 4 Дискретне та стохастичне програмування</p> <p>Засади дискретного програмування. Метод відсікань розв'язання задачі цілочисельного лінійного програмування. Загальна характеристика дискретних задач. Постановка задачі стохастичного програмування. Методи розв'язання задач стохастичного програмування. Метод гілок і меж.</p>

## 5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Формалізувати задачі дослідження операцій в певній галузі, обґрунтовано вибирати відповідний метод дослідження операцій залежно від структури математичної моделі задачі
РН2	Розв'язувати поставлені завдання професійної діяльності із залученням сучасних методів дослідження операцій засобами розробленого спеціалізованого програмного забезпечення
РН3	Оцінювати та аналізувати результати розв'язання задач дослідження операцій, робити висновки щодо ефективності застосування методів для вирішення різних типів задач дослідження операцій
РН4	Використовувати методологію системного аналізу при постановці та розв'язанні задач дослідження операцій для різних предметних областей

## 6. Роль навчальної дисципліни у досягненні програмних результатів

Програмні результати навчання, досягнення яких забезпечує навчальна дисципліна. Для спеціальності 122 Комп'ютерні науки:

ПР2	Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.
ПР3	Використовувати знання закономірностей випадкових явищ, їх властивостей та операцій над ними, моделей випадкових процесів та сучасних програмних середовищ для розв'язування задач статистичної обробки даних і побудови прогнозних моделей.
ПР8	Використовувати методологію системного аналізу об'єктів, процесів і систем для задач аналізу, прогнозування, управління та проектування динамічних процесів в макроекономічних, технічних, технологічних і фінансових об'єктах.

## 7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

СН1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
СН2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
СН3	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
СН4	Здатність приймати обґрунтовані рішення

## 8. Види навчальних занять

<b>Тема 1. Вступ. Лінійне програмування</b>	
Лк1 "Вступ до математичних методів дослідження операцій" (денна)	Мета та завдання дисципліни, її структура та методичні рекомендації щодо вивчення. Основні поняття і визначення дослідження операцій. Методика проведення дослідження операцій. Етапи дослідження операцій. Типові класи задач дослідження операцій.
Лк2 "Постановка задачі дослідження операцій" (денна)	Загальна постановка задачі дослідження операцій. Цільова функція. Керовані та некеровані змінні. Обмеження. Критерії оптимальності. Математична модель операції. Приклади постановки задачі дослідження операцій
Лк3 "Лінійне програмування" (денна)	Постановка задачі лінійного програмування. Приклади задач лінійного програмування. Задача оптимального використання ресурсів, задача про розкрій, транспортна задача. Форми запису задач лінійного програмування. Графічний метод розв'язування задач лінійного програмування. Симплексний метод розв'язування задачі лінійного програмування.

<p>Лк4 "Двоїстість у лінійному програмуванні" (денна)</p> <p>Математична модель двоїстої задачі. Зв'язок між розв'язками прямої та двоїстої задач. Приклади постановки та розв'язання двоїстих задач. Двоїстий симплексний метод. Особливості двоїстого симплексного методу/</p>
<p>Лб1 "Постановка та розв'язок задачі дослідження операцій. Частина 1" (денна)</p> <p>Математична постановка задачі дослідження операцій. Формулювання задачі дослідження операцій, визначення критеріїв оптимальності, цільової функції, обмежень, побудова математичної моделі.</p>
<p>Лб2 "Постановка та розв'язок задачі дослідження операцій. Частина 2" (денна)</p> <p>Розв'язання практичних завдань дослідження операцій для задач різних типів - розподілу ресурсів, розкрою, транспортної задачі. Розв'язок задач дослідження операцій за допомогою Microsoft Excel. Внесення даних та знаходження розв'язку за допомогою сервісу Пошук рішень.</p>
<p>Лб3 "Симплексний метод розв'язування задач лінійного програмування. Частина 1" (денна)</p> <p>Розв'язання задачі лінійного програмування за допомогою симплекс-методу. Ознайомлення з алгоритмом симплекс – методу. Розгляд прикладів реалізації табличного симплекс-методу.</p>
<p>Лб4 "Симплексний метод розв'язування задач лінійного програмування. Частина 2" (денна)</p> <p>Постановка задачі знаходження екстремуму функції задачі лінійного програмування. Розв'язання задачі графічним методом. Розв'язання задачі табличним симплекс-методом. Порівняння результатів розв'язку.</p>
<p><b>Тема 2. Нелінійне та динамічне програмування</b></p>
<p>Лк5 "Нелінійне програмування. Метод Хука-Дживса" (денна)</p> <p>Постановка задачі нелінійного програмування. Графічний метод розв'язування задачі нелінійного програмування. Метод Хука-Дживса. Опис алгоритму методу Хука-Дживса. Етапи досліджувального пошуку та пошуку за зразком.</p>
<p>Лк6 "Метод Нелдера-Міда" (денна)</p> <p>Процедура симплексного пошуку. Метод деформованого багатогранника (Нелдера-Міда). Алгоритм методу Нелдера-Міда. Процедури відбиття, розтягування та стискання. Перевірка збіжності методу</p>
<p>Лк7 "Методи оптимізації при наявності обмежень. Метод множників Лагранжа" (денна)</p> <p>Обмеження у вигляді рівностей. Множники Лагранжа. Функція Лагранжа. Алгоритм визначення екстремальних точок методом множників Лагранжа. Приклад знаходження екстремуму функції за допомогою методу множників Лагранжа.</p>

<p>Лк8 "Предмет динамічного програмування" (денна)</p> <p>Поняття динамічного програмування. Постановка задачі динамічного програмування. Принцип оптимальності Белмана. Алгоритм розв'язання задачі динамічного програмування у загальному вигляді.</p>
<p>Лк9 "Класи задач динамічного програмування" (денна)</p> <p>Задача розподілу ресурсів методом динамічного програмування. Математична постановка задачі. Приклад розв'язання. Задача пошуку найкоротшого шляху на графі методом динамічного програмування. Алгоритм Флойда - Уоршелла. Трикутний оператор Флойда.</p>
<p>Лб5 "Розв'язок задачі n-мірної оптимізації методом Хука-Дживса. Частина 1" (денна)</p> <p>Постановка задачі оптимізації методом Хука-Дживса. Вивчення основних етапів алгоритму.</p>
<p>Лб6 "Розв'язок задачі n-мірної оптимізації методом Хука-Дживса. Частина 2" (денна)</p> <p>Розв'язання задачі пошуку екстремуму нелінійної функції методом Хука-Дживса. Аналіз одержаного результату, формулювання висновку.</p>
<p>Лб7 "Розв'язок задачі n-мірної оптимізації методом Нелдера-Міда. Частина 1" (денна)</p> <p>Постановка задачі оптимізації методом Нелдера-Міда. Вивчення основних етапів алгоритму. Розв'язання задачі пошуку екстремуму нелінійної функції методом Нелдера-Міда. Побудова початкового симплексу.</p>
<p>Лб8 "Розв'язок задачі n-мірної оптимізації методом Нелдера-Міда. Частина 2" (денна)</p> <p>Розв'язання задачі пошуку екстремуму нелінійної функції методом Нелдера-Міда. Виконання операцій відбиття, розтягування, стискання. Перевірка збіжності. Виконання ітерацій методу до досягнення збіжності. Аналіз одержаного результату, формулювання висновку.</p>
<p>Лб9 "Розв'язок задачі оптимізації при наявності обмежень. Частина 1" (денна)</p> <p>Побудова функції Лагранжа, розв'язок задачі за допомогою матриці Гессе. Розв'язання задачі нелінійного програмування графічним методом і методом множників Лагранжа.</p>
<p>Лб10 "Розв'язок задачі оптимізації при наявності обмежень. Частина 2" (денна)</p> <p>Знаходження точки умовного екстремуму функції методом множників Лагранжа за допомогою табличного процесора MS Excel або комп'ютерної програми, порівняння результатів.</p>
<p><b>Тема 3. Чисельні методи оптимізації</b></p>
<p>Лк10 "Методи оптимізації функцій, що не диференціюються. Інтервальні методи. Метод дихотомічного ділення" (денна)</p> <p>Загальний підхід до розв'язання задачі оптимізації методом виключення інтервалів. Принцип унімодальності. Правило виключення інтервалів. Метод ділення інтервалу навпіл (метод дихотомічного ділення).</p>

Лк11 "Методи оптимізації функцій, що не диференціюються. Інтервальні методи. Метод Фібоначчі" (денна)

Загальна постановка задачі оптимізації. Необхідні та достатні умови існування екстремуму. Загальні поняття методу Фібоначчі. Ряд Фібоначчі. Алгоритм методу Фібоначчі. Графічна інтерпретація. Приклад розв'язання задачі оптимізації методом Фібоначчі.

Лк12 "Методи оптимізації функцій, що не диференціюються. Інтервальні методи. Метод золотого перетину." (денна)

Загальні поняття методу золотого перетину. Алгоритм методу золотого перетину. Графічна інтерпретація. Приклад розв'язання задачі оптимізації методом золотого перетину. Порівняння методів виключення інтервалів.

Лк13 "Методи оптимізації функцій, що диференціюються. Метод квадратичної інтерполяції" (денна)

Квадратична інтерполяція. Математична постановка задачі. Обчислювальна процедура. Приклад оптимізації функції методом квадратичної інтерполяції. Інтерполяція вищих порядків.

Лк14 "Методи оптимізації функції, що диференціюються. Метод Ньютона" (денна)

Умови застосування методу Ньютона (методу дотичних). Алгоритм розв'язання задачі оптимізації функції за допомогою методу Ньютона. Графічна інтерпретація методу Ньютона. Приклад розв'язання задачі оптимізації функції за допомогою методу Ньютона.

Лб11 "Розв'язок задачі одновимірної оптимізації методом Фібоначчі. Частина 1" (денна)

Розв'язання задачі пошуку екстремуму функції на відрізку методом Фібоначчі аналітично. Визначення впливу кількості чисел Фібоначчі на точність методу. Аналіз одержаних результатів, формулювання висновку.

Лб12 "Розв'язок задачі одновимірної оптимізації методом Фібоначчі. Частина 2" (денна)

Розв'язання задачі пошуку екстремуму функції на відрізку методом Фібоначчі програмними засобами. Написання комп'ютерної програми. Аналіз одержаних результатів, формулювання висновку.

Лб13 "Розв'язок задачі одновимірної оптимізації методом золотого перетину. Частина 1" (денна)

Розв'язання задачі пошуку екстремуму функції на відрізку методом золотого перетину аналітично. Аналіз одержаних результатів, порівняння з методом Фібоначчі, формулювання висновку.

Лб14 "Розв'язок задачі одновимірної оптимізації методом золотого перетину. Частина 2" (денна)

Розв'язання задачі пошуку екстремуму функції на відрізку методом золотого перетину програмно. Написання комп'ютерної програми, тестування програми, аналіз одержаних результатів, формулювання висновку.

<p>Лб15 "Розв'язок задачі одновимірної оптимізації методом квадратичної інтерполяції. Частина 1" (денна)</p> <p>Вирішення задачі пошуку екстремуму функції на відрізку методом квадратичної інтерполяції аналітично. Розгляд критеріїв досяжності знаходження екстремуму функції. Побудова поліному для пошуку оптимального значення функції з однією змінною. Аналіз результатів пошуку екстремуму функції та формулювання висновку.</p>
<p>Лб16 "Розв'язок задачі одновимірної оптимізації методом квадратичної інтерполяції. Частина 2" (денна)</p> <p>Вирішення задачі пошуку екстремуму функції на відрізку методом квадратичної інтерполяції програмно. Написання комп'ютерної програми та тестування для різних відних параметрів. Аналіз результатів пошуку екстремуму функції та формулювання висновку.</p>
<p>Лб17 "Розв'язок задачі одновимірної оптимізації методом Ньютона. Частина 1" (денна)</p> <p>Розв'язання задачі пошуку екстремуму функції на відрізку методом Ньютона. Вивчення алгоритму методу Ньютона.</p>
<p>Лб18 "Розв'язок задачі одновимірної оптимізації методом Ньютона. Частина 2" (денна)</p> <p>Написання комп'ютерної програми для реалізації методу Ньютона. Аналіз одержаних результатів та формулювання висновків.</p>
<p><b>Тема 4. Дискретне та стохастичне програмування</b></p>
<p>Лк15 "Дискретне програмування. Метод Гоморі" (денна)</p> <p>Постановка задачі дискретного програмування. Алгоритм методу Гоморі. Аналіз розв'язків. Приклад розв'язання задачі дискретного програмування методом Гоморі.</p>
<p>Лк16 "Дискретне програмування. Метод гілок і меж. Стохастичне програмування" (денна)</p> <p>Алгоритм методу гілок і меж у загальному вигляді. Реалізація методу гілок і меж для загальної цілочислової задачі лінійного програмування. Алгоритм методу гілок і меж для задачі лінійного програмування. Постановка задачі стохастичного програмування. Методи розв'язування стохастичних задач.</p>
<p>Лб19 "Розв'язок задачі дослідження операцій методом гілок і меж. Частина 1" (денна)</p> <p>Виконання ітерацій алгоритму методу гілок і меж для розв'язання задачі комівояжера. Аналіз одержаних результатів та формулювання висновку.</p>
<p>Лб20 "Розв'язок задачі дослідження операцій методом гілок і меж. Частина 2" (денна)</p> <p>Розв'язання задачі комівояжера методом гілок і меж. Вивчення алгоритму методу гілок і меж. Математична постановка задачі комівояжера.</p>

## 9. Стратегія викладання та навчання

### 9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Навчання на основі досліджень (RBL)
-----	-------------------------------------

МН2	Лекційне навчання
МН3	Практикоорієнтоване навчання
МН4	Проектне навчання
МН5	Самостійне навчання

Лекції надають студентам теоретичні матеріали з математичних методів дослідження операцій у поєднанні з прикладами застосування методів (РН1, РН3, РН4). Лекції доповнюються лабораторними роботами, що надають студентам можливість закріпити теоретичні знання на практиці та набути розв'язання задач дослідження операцій, у тому числі із застосуванням табличного процесора Excel та мов програмування (РН2). Проектне навчання передбачає виконання індивідуального домашнього завдання (РН1-РН4). Самостійна робота передбачає опрацювання студентами матеріалів лекцій та додаткових навчальних матеріалів курсу, рекомендованих викладачем літературних джерел, у тому числі матеріалів курсу, розміщеного на платформі МІХ.СумДУ, а також рекомендованої літератури (РН1).

Опанування дисципліни сприяє розвитку у студентів аналітичного, логічного мислення, навичок тайм-менеджменту.

## 9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка курсової роботи
НД2	Інтерактивні лекції за темами 1-4
НД3	Підготовка до лабораторних робіт за темами 1-4
НД4	Виконання лабораторних робіт за темами 1-4

## 10. Методи та критерії оцінювання

### 10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

### 10.2 Методи поточного формативного оцінювання



	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Настанови викладача в процесі виконання лабораторних завдань	Перевірка виконаних лабораторних завдань на аудиторному занятті.	1 тиждень	Коментарі під час заняття від викладача
МФО2 Обговорення та самокорекція виконаної роботи студентами	Обговорення виконаних лабораторних робіт та завдань курсової роботи студентами, вказівки на типові помилки, надання рекомендацій щодо їх усунення	2 тижні	Групові та індивідуальні консультації
МФО3 Тести (автоматизовані тести) для самоконтролю	Тестування для самоперевірки засвоєння теоретичного матеріалу	1 доба після відкриття тесту	Платформа електронного навчання
МФО4 Обговорення прикладів протягом лекційних занять	Вирішення ілюстративних прикладів по темі лекції в режимі бесіди зі студентами	Протягом лекційного заняття	Google Meet за умови проведення онлайн

### 10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Підсумковий контроль: екзамен	Виконання здобувачами екзаменаційних завдань письмово	Екзаменаційний тиждень	Платформа електронного навчання
МСО2 Написання та захист курсової роботи	Вирішення практичних задач із застосування математичних методів дослідження операцій для різних предметних областей. Вивчення питання за тематикою застосування методу дослідження операцій, літературний пошук та огляд прикладів. Постановка задачі, вивчення алгоритму розв'язання, написання комп'ютерної програми, аналіз одержаних результатів, формулювання висновків, оформлення звіту.	7 тиждень другого модуля	Платформа електронного навчання

МСО3 Звіт за результатами виконання лабораторних робіт	Виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту	1 тиждень	Платформа електронного навчання
МСО4 Проміжний модульний контроль у формі тестування	Тестування на платформі електронного навчання за теоретичним матеріалом, який вивчається протягом модуля	атестаційний тиждень 1,2 модуля	Платформа електронного навчання

#### Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
<b>3 семестр</b>		<b>100 балів</b>		
МСО1. Підсумковий контроль: екзамен		<b>40</b>		
		40	Не передбачено	Ні
МСО3. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		<b>40</b>		
	10x4	40	24	Ні
МСО4. Проміжний модульний контроль у формі тестування		<b>20</b>		
	2x10	20	12	Ні

#### Курсова робота:

		Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
<b>3 семестр</b>		<b>100 балів</b>		
МСО2. Написання та захист курсової роботи		<b>100</b>		
	Написання курсової роботи	85	60	Ні
	Захист курсової роботи	15	Не передбачено	Ні

Оцінювання протягом семестру проводиться у формі виконання лабораторних робіт. Проміжний контроль знань проводиться наприкінці кожного модуля у формі тестування, при підготовці до якого використовуються матеріали лекцій та рекомендована література. Студенту може бути виставлена задовільна оцінка з дисципліни, якщо він виконав 60% від обсягу усіх завдань з дисципліни, написав модульні контролі не менше, ніж на 60% балів, та

у підсумку набрав не менше, ніж 60 балів. Частина кредитів дисципліни може бути перезарахована за умови успішного проходження масового відкритого онлайн курсу з підтвердженням персоніфікованим сертифікатом освітньої платформи. Перелік масових відкритих онлайн курсів та обсяг кредитів для перезарахування визначається лектором курсу після детального аналізу структури та наповнення масового відкритого онлайн курсу.

Для отримання загальної позитивної оцінки за курсову роботу щонайменше 60 балів студент повинен здати у встановлений викладачем термін пояснювальну записку про виконання курсової роботи, оформлену у відповідності до вимог, наведених у методичних вказівках. Відмінна оцінка за виконання курсової роботи 77-85 балів може бути одержана за умови програмної реалізації поставленої задачі будь-якою мовою програмування, якою володіє здобувач.

## 11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

### 11.1 Засоби навчання

ЗН1	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН2	Прикладне програмне забезпечення (табличний процесор Microsoft Excel, Visual Studio або інше IDE)
ЗН3	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи

### 11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

<b>Основна література</b>	
1	Методи оптимізації та дослідження операцій : навч. посіб. / уклад.: Я. Б. Сікора, А. Й. Щехорський, Б. Л. Якимчук. — Житомир : Житомирський держ. ун-т ім. І. Франка, 2019. — 148 с.
2	Яровий, А. А. Математичні методи дослідження операцій : навч. посіб. Ч.1 : Лінійне програмування / А. А. Яровий, Л. М. Ваховська, Л. В. Крилик. — Вінниця : ВНТУ, 2020. — 86 с.
<b>Допоміжна література</b>	
3	Математичні методи дослідження операцій [Текст] : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. — Суми : СумДУ, 2017. — 212 с.
4	4972 Методичні вказівки до лабораторної роботи на тему "Розв'язання задач оптимізації за допомогою табличного процесора Microsoft Excel" з дисципліни "Математичні методи дослідження операцій" [Текст] / В. В. Шендрик, Ю. В. Парфененко, О. А. Шовкопляс, С. О. Шендрик. — Суми : СумДУ, 2020. — 40 с.
5	Шендрик, В.В. 4069 Методичні вказівки до практичних занять III-го модульного циклу з дисципліни "Математичні методи дослідження операцій" [Текст] : для студ. напряму підготовки "Комп'ютерні науки" денної форми навчання / В. В. Шендрик, Ю. В. Парфененко. — Суми : СумДУ, 2016. — 26 с.

6	Шендрик, В.В. 4219 Методичні вказівки до виконання обов'язкового домашнього завдання з дисципліни "Математичні методи дослідження операцій" [Текст] : для студ. напряму підготовки "Комп'ютерні науки" денної та заочної форм навчання / В. В. Шендрик, Ю. В. Парфененко. — Суми : СумДУ, 2017. — 36 с.
<b>Інформаційні ресурси в Інтернеті</b>	
7	Дослідження операцій [Електронний ресурс] : конспект лекцій / уклад. : О. В. Шибаніна, В. П. Клочан, І. В. Клочан та ін. . — Миколаїв : МНАУ, 2021. — 150 с. Режим доступу: <a href="https://dSPACE.mnau.edu.ua/jsrui/handle/123456789/9962">https://dSPACE.mnau.edu.ua/jsrui/handle/123456789/9962</a>
8	Михайловський, М. В. Дослідження операцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. / М. В. Михайловський, О. П. Єгоров. — Дніпро : Укр. держ. ун-т науки і технол., 2022. — 80 с. Режим доступу: <a href="https://crust.ust.edu.ua/items/91efd3cb-bbe4-4380-a120-9bf3664acca3">https://crust.ust.edu.ua/items/91efd3cb-bbe4-4380-a120-9bf3664acca3</a>
9	Яровий, А. А. Математичні методи дослідження операцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. Ч.1 : Лінійне програмування / А. А. Яровий, Л. М. Ваховська, Л. В. Крилик. — Вінниця : ВНТУ, 2020. — 86 с. Режим доступу: <a href="https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/30859">https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/30859</a>
10	Шендрик В.В., Парфененко Ю.В., Шовкопляс О.А., Тимчук С.О. Онлайн-курс дисципліни "Математичні методи дослідження операцій" на платформі Lectur.ED [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <a href="https://elearning.sumdu.edu.ua/s/d4-1gvb">https://elearning.sumdu.edu.ua/s/d4-1gvb</a>