

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Кафедра оптимального керування і економічної кібернетики



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО

20 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОКС «Методи оптимізації та дослідження операцій»

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерні науки

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>Очна (денна, вечірня) форма навчання</i>
Загальна кількість: кредитів – 3,5 годин – 105 змістових модулів – 5	Галузь знань 12 Інформаційні технології Спеціальність 122 Комп'ютерні науки Спеціалізації: _____ (назва) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Нормативна
		<i>Рік підготовки:</i>
		2-й
		<i>Семестр</i>
		4-й
		<i>Лекції</i>
		26 год.
		<i>Практичні, семінарські</i>
		–
		<i>Лабораторні</i>
		26 год.
		<i>Самостійна робота</i>
		53 год.
<i>Форма підсумкового контролю</i>		
іспит		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета дисципліни: є формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок формалізації задач з використанням спеціалізованих оптимізаційних методів, ознайомити студентів з основними методами побудови та дослідження моделей, з питаннями використання теорії двоїстості при проведенні постоптимального аналізу на чутливість, навчити користуватись методами дослідження впливу можливих змін параметрів вихідної моделі, ознайомити з застосуваннями математичних методів дослідження операцій для вирішення практичних завдань певних галузей науки і техніки.

Завдання: курсу є надання студентам знань щодо суті та етапів дослідження операцій, основних принципів та прийомів математичного моделювання операцій, принципів підбору математичних моделей, застосування методів оптимізації для практичної реалізації задач, їх розв'язуванні та аналізу з метою використання при дослідженні операцій.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних компетентностей:

Інтегральна компетентність:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- **ЗК1.** Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

СК1. Здатність до математичного формулювання та дослідження неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.

СК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритм чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

СК5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.

Очікувані результати навчання. Згідно з вимогами освітньо-професійної програми в результаті вивчення дисципліни студент повинен

знати: основні поняття та визначення математичних методів оптимізації, умови їх правильного використання, типи задач, що досліджуються, основні методи та алгоритми оптимізації розв'язків у виробничих, планово-економічних та інших прикладних задачах, мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у предметі навчальної дисципліни;

вміти: формалізувати реальні задачі, відбирати модель для розв'язання конкретних оптимізаційних завдань, мати навички по розв'язанню задач на екстремум, знаходити розв'язки задач лінійного програмування графічним та симплексними методами,

знаходити розв'язки транспортної задачі, обґрунтовувати й аналізувати вибір конкретного методу оптимізації при вирішенні практичних задач, проводити після оптимізаційний аналіз та розробляти практичні рекомендації з прийняття рішень, самостійно розширювати свої знання.

Вміти формувати судження, що враховують соціальні, наукові та етичні аспекти, критично осмислювати проблеми теорії, принципи, методи та поняття у сфері професійної діяльності або навчання, мати поглиблені когнітивні та практичні уміння і навички, майстерність та іноваційність на рівні, необхідному для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем у сфері професійної діяльності та навчання. Бути спроможним нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих або навчальних контекстах, бути здатним продовжувати навчання з високим ступенем автономії.

Що забезпечує наступні програмні результати навчання:

- ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
- ПР7. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.
- 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.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 105 годин, що становить 3,5 кредити ЄКТС.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методи мінімізації функції.

Тема 1. Основні поняття теорії методів оптимізації. Постановка задачі оптимізації. Сутність оптимізаційних моделей і методів математичного програмування. Класифікація задач та методів оптимізації. Мінімізація функцій однієї змінної. Необхідні і достатні умови мінімуму. Чисельні методи мінімізації функції однієї змінної: метод золотого перетину, метод Фібоначчі, поділу відрізка навпіл. Мінімізація функції на відрізку.

Тема 2. Аналітичні методи мінімізації функцій багатьох змінних. Мінімізація функцій багатьох змінних без обмежень. Необхідні і достатні умови мінімуму. Мінімізація функції з обмеженнями типу рівностей. Необхідні і достатні умови мінімуму. Мінімізація функції з обмеженням типу нерівностей. Необхідна і достатня умови мінімуму.

Тема 3. Чисельні методи мінімізації функцій багатьох змінних. Методи нульового порядку: покоординатного спуску, Нелдера-Міда. Методи першого порядку: градієнтний, спряжених градієнтів. Методи другого порядку. Метод Ньютона.

Змістовий модуль 2. Задача лінійного програмування (ЛП).

Тема 4. Задача лінійного програмування (ЛП). Постановка задачі ЛП. Основні теореми задачі ЛП.

Тема 5. Методи розв'язування задач ЛП. Графічний метод розв'язання задач лінійного програмування. Алгоритм пошуку оптимального рішення задачі ЛП. Приклад рішення задачі ЛП графічним методом.

Тема 6. Стандартна форма лінійних оптимізаційних моделей. Симплекс-метод розв'язання задач ЛП. Загальна ідея симплекс-методу. Алгоритм симплекс-

методу. Модифікований симплекс-метод. Ідея модифікованого симплекс-метода. Алгоритм модифікованого симплекс-метода.

Тема 7. Двоїстий симплекс-метод. Постановка двоїстої задачі, її економічна інтерпретація. Загальна ідея розв'язання задачі. Теореми двоїстості.

Змістовий модуль 3. Дослідження операцій. Постоптимальний аналіз.

Тема 8. Методика проведення дослідження операцій. Визначення цілей. Складання плану розробки проекту. Формулювання проблеми. Побудова моделі. Розробка обчислювального методу. Розробка технічного завдання на програмування. Програмування і налагоджування. Збір даних. Перевірка моделі. Реалізація результатів дослідження операцій.

Тема 9. Постоптимальний аналіз. Аналіз на чутливість розв'язку, отриманого графічним методом. Аналіз на чутливість розв'язку, отриманого симплекс-методом. Оптимальний розв'язок. Статус ресурсів. Цінність ресурсу. Максимальна зміна запаса ресурсу. Максимальна зміна коефіцієнтів питомого прибутку (вартості).

Тема 10. Аналіз моделей на чутливість за допомогою двоїстості. Зміни умов задачі, що впливають на припустимість розв'язку. Зміна правих частин обмежень. Діапазон зміни правих частин обмежень. Додавання нового обмеження. Зміна умов задачі, що впливають на оптимальність розв'язку. Зміна коефіцієнтів цільової функції. Зміна питомих витрат ресурсів. Додавання нового виду виробничої діяльності.

Змістовий модуль 4. Транспортна задача (ТЗ).

Тема 11. Математична постановка транспортної задач. Властивості опорних планів транспортної задачі. Алгоритми побудови опорних планів транспортної задачі.

Тема 12. Методи побудови початкового та оптимального розв'язків транспортної задачі. Побудова опорного плану ТЗ методом північно-західного кута. Побудова опорного плану ТЗ методом мінімального елемента.

Тема 13. Критерій оптимальності плану перевезень. Алгоритм методу потенціалів.

Змістовий модуль 5. Задачі дискретної оптимізації.

Тема 14. Задача про призначення.

Тема 15. Задача комівояжера.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Очна (денна, вечірня) форма					
	усьо го	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. МЕТОДИ МІНІМІЗАЦІЇ ФУНКЦІЇ.						
Тема1. Основні поняття теорії методів оптимізації. Постановка задачі оптимізації. Сутність оптимізаційних моделей і методів математичного програмування. Класифікація задач та методів оптимізації. Мінімізація функцій однієї змінної. Необхідні і достатні умови мінімуму. Чисельні методи мінімізації функції однієї змінної: метод золотого перетину, метод Фібоначчі, поділу відрізка навпіл. Мінімізація функції на відрізку.	10	2		2		6

Тема 2. Аналітичні методи мінімізації функцій багатьох змінних. Мінімізація функцій багатьох змінних без обмежень. Необхідні і достатня умови мінімуму. Мінімізація функції з обмеженнями типу рівностей. Необхідні і достатня умови мінімуму. Мінімізація функції з обмеженням типу нерівностей. Необхідна і достатня умови мінімуму.	10	2		2		6
Тема 3. Чисельні методи мінімізації функцій багатьох змінних. Методи нульового порядку: покоординатного спуску, Нелдера-Міда. Методи першого порядку: градієнтний, спряжених градієнтів. Методи другого порядку. Метод Ньютона.	8	2		-		6
Разом за змістовим модулем 1	28	6		4		18
Змістовий модуль 2. ЗАДАЧА ЛІНІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ (ЛП).						
Тема 4. Задача ЛП. Основні теореми задачі ЛП.	5	1		-		4
Тема 5. Геометричний метод розв'язання задач лінійного програмування. Алгоритм пошуку оптимального рішення задачі ЛП на основі її геометричної інтерпретації.	6	1		-		5
Тема 6. Симплекс-метод розв'язання задач ЛП. Алгоритм симплекс-методу.	7	1		2		4
Тема 7. Двоїстий симплекс-метод. Теореми двоїстості. Модифікований симплекс-метод. Алгоритм модифікованого симплекс-метода.	5	1		2		2
Разом за змістовим модулем 2	23	4		4		15
Змістовий модуль 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ. ПОСТОПТИМАЛЬНИЙ АНАЛІЗ.						
Тема 8. Методика проведення дослідження операцій.	3	1		-		2
Тема 9. Аналіз на чутливість розв'язку, отриманого графічним методом. Аналіз на чутливість розв'язку, отриманого симплекс-методом.	5	1		2		2
Тема 10. Аналіз моделей на чутливість за допомогою двоїстості.	4	2		-		2
Разом за змістовим модулем 3	12	4		2		6
Змістовий модуль 4. ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА.						
Тема 11. Математична постановка транспортної задачі. Властивості закритої транспортної задачі. Властивості опорних планів транспортної задачі. Алгоритми побудови опорних планів транспортної задачі.	4	2		-		2
Тема 12. Методи побудови початкового та оптимального розв'язків транспортної задачі.	6	2		2		2

Тема 13. Критерій оптимальності плану перевезень. Алгоритм методу потенціалів.	6	2		2		2
Разом за змістовим модулем 4	16	6		4		6
Змістовий модуль 5. ЗАДАЧІ ДИСКРЕТНОЇ ТА НЕЛІНІЙНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ.						
Тема 14. Цілочисельне програмування. Класифікація методів розв'язання задач цілочисельного програмування, алгоритми, що реалізують метод відсікаючих площин.	8	2		4		2
Тема 15. Метод гілок і меж. Задача комівояжера.	6	-		4		2
Тема 16. Моделі керування запасами.	6	2		2		2
Тема 17. Моделі систем масового обслуговування.	6	2		2		2
Разом за змістовим модулем 5	26	6		12		8
Усього годин	105	26		26		53

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Методи мінімізації функцій.	5
2.	Задача ЛП.	5
3.	Постоптимальний аналіз.	5
4.	Транспортна задача.	5
5.	Метод гілок і меж. Задача комівояжера.	6
	Разом	26

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми / види завдань	Кількість годин
1.	Основні поняття теорії методів оптимізації. Постановка задачі оптимізації. Сутність оптимізаційних моделей і методів математичного програмування. Класифікація задач та методів оптимізації. Мінімізація функцій однієї змінної. Необхідні і достатні умови мінімуму. Чисельні методи мінімізації функції однієї змінної: метод золотого перетину, метод Фібоначчі, поділу відрізка навпіл. Мінімізація функції на відрізку. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	3
2.	Аналітичні методи мінімізації функцій багатьох змінних. Мінімізація функцій багатьох змінних без обмежень. Необхідні і достатні умови мінімуму. Мінімізація функції з обмеженнями типу рівностей. Необхідні і достатні умови мінімуму. Мінімізація функції з обмеженнями типу нерівностей. Необхідна і достатня умови мінімуму. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу.	3

	Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	
3.	Чисельні методи мінімізації функцій багатьох змінних. Методи нульового порядку: покоординатного спуску, Нелдера-Міда. Методи першого порядку: градієнтний, спряжених градієнтів. Методи другого порядку. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	3
4.	Задача ЛП. Постановка задачі ЛП. Основні теореми задачі ЛП. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	4
5.	Методи розв'язування задач ЛП. Геометричний метод розв'язання задач лінійного програмування. Алгоритм пошуку оптимального рішення задачі ЛП на основі її геометричній інтерпретації. Приклад рішення задачі ЛП графічним методом. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	4
6.	Симплекс-метод розв'язання задач ЛП. Основна ідея симплекс-методу. Алгоритм симплекс-методу. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	4
7.	Двоїстий симплекс-метод. Постановка двоїстої задачі, її економічна інтерпретація. Загальна ідея розв'язання задачі. Теореми двоїстості. Модифікований симплекс-метод. Ідея модифікованого симплекс-методу. Алгоритм модифікованого симплекс-методу. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	3
8.	Методика проведення дослідження операцій. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	4
9.	Аналіз на чутливість розв'язку, отриманого графічним методом. Аналіз на чутливість розв'язку, отриманого симплекс-методом. Оптимальний розв'язок. Статус ресурсів. Цінність ресурсу. Максимальна зміна запаса ресурсу. Максимальна зміна коефіцієнтів питомого прибутку (вартості). / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	3
10.	Аналіз моделей на чутливість за допомогою двоїстості. Зміни умов задачі, що впливають на припустимість розв'язку. Зміна правих частин обмежень. Діапазон зміни правих частин обмежень. Додавання нового обмеження. Зміна умов задачі, що впливають на оптимальність розв'язку. Зміна коефіцієнтів цільової функції. Зміна питомих витрат ресурсів. Додавання нового виду виробничої діяльності. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	4
11.	Транспортна задача. Математичні методи розв'язку. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	3
12.	Цілочисельні задачі лінійного програмування. Класифікація методів розв'язання задач цілочисельного програмування. Алгоритми, що реалізують метод відсікаючих площин.	4
13.	Метод гілок і меж. Задача комівояжера. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	3
14.	Моделі керування запасами. Узагальнена модель керування запасами. Типи моделей. Детерміновані моделі. Модель керування	4

	запасами на складі. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	
15.	Моделі систем масового обслуговування. Показники ефективності систем масового обслуговування. Система масового обслуговування з обмеженою довжиною черги, з очікуванням, з обмеженим часом очікування, замкнені системи масового обслуговування. / Самостійне опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Написання конспекту.	4
	Разом	53

Студентам пропонується самостійно розв'язувати індивідуальні лабораторні завдання з кожного змістовного модуля. Самостійна робота оформлюється у вигляді письмового звіту та (або) у вигляді доповіді, обговорення та оцінювання якого здійснюються на поточному та підсумковому контролі.

Самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Самостійна робота студентів складається з таких видів робіт: підготовка до лекцій та лабораторних робіт, оформлення звітів про виконані лабораторні роботи, самостійне опрацювання окремих тем навчальної дисципліни.

Самостійна робота здобувачів забезпечується засобами Google Workspace for Education.

Навчально-методичне забезпечення дисципліни: робоча програма навчальної дисципліни, навчально-методичні матеріали для лекцій, конспекти лекцій, плани практичних занять, мультимедійні презентації; плани практичних занять; методичні вказівки (рекомендації) щодо самостійного вивчення дисципліни.

1. Яровий А. Т., Страхов Є. М. Методи оптимізації та варіаційне числення: навч.-метод. посіб. Одеса: Освіта України, 2017. 153 с.
2. Електронний конспект лекцій: Яровий А. Т., Сехун А.О., Хомич Ю. С. Дослідження операцій.

Критерії оцінювання виконання самостійної роботи:

- своєчасне виконання;
- добросовісність та коректність у представленні текстів, презентацій та посилань (у разі доведеного плагіату бали за роботу анулюються);
- повнота, грамотність і коректність розкриття основних положень;
- творчий підхід до постановки і реалізації завдання;
- відповідність формальним критеріям (структура, послідовність, логічність, мовна грамотність, якість оформлення, тощо);
- вміння застосовувати теоретичні знання для рішення практичних завдань.

9. Методи навчання

Метод проблемного викладення або наукового пошуку.

Пояснювально-ілюстративні методи: лекція, пояснення, інструктаж, самостійне опрацювання літературних джерел, робота з електронними конспектами лекцій та презентаціями, опрацювання наукових публікацій.

Інформаційно – повідомляючий метод.

Наочні методи: презентації, ілюстрації, презентації результатів власних досліджень.

Репродуктивні методи: закріплення вивченого на основі зразка (побудова моделей, розв'язування задач); розв'язування задач за алгоритмами конкретних методів; вправи; лабораторні роботи; практичні роботи.

Дослідницький метод.

Методи формування і стимулювання пізнавальної діяльності: пізнавальні ігри; навчальні дискусії; аналіз життєвих ситуацій.

10. Форми контролю і методи оцінювання

Методи усного контролю:

- фронтальне і індивідуальне усне опитування;
- усний іспит.

Методи письмового контролю:

- письмові самостійні і контрольні роботи;
- тести;
- письмовий іспит.

Підсумковий контроль – іспит. Підсумкова оцінка визначається як сума балів за поточний і періодичний контроль та за іспит – за 100-бальною системою, виставляється за результатами роботи здобувача вищої освіти впродовж всього семестру.

При оцінюванні в балах рівня засвоєння матеріалу використовуються загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Оцінка за національною шкалою та відсоток від максимальної кількості балів	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Відмінно (90-100% від максимальної кількості балів)	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних/ розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.
Добре (75-89% від максимальної кількості балів)	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову	правильно вирішив більшість розрахункових /тестових завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання

	літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	
Задовільно (60-74% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
Незадовільно з можливістю повторного складання (35-59% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки.	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни (0-34% від максимальної кількості балів)	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

Примітка: максимальна кількість балів за кожною темою вказана в п.12.

11. Питання для поточного, періодичного та підсумкового контролю.

Мінімізація функції однієї змінної.

1. Означення точки локального мінімуму функції.
2. Означення точки глобального мінімуму функції.
3. Необхідні умови локального мінімуму функції.
4. Достатня умова локального мінімуму.
5. Необхідна умова мінімуму функції на відрізку.
6. Алгоритм методу золотого перетину.
7. Алгоритм методу Фібоначчі.
8. Мінімізація функції багатьох змінних без обмежень.
Мінімізація функції багатьох змінних з обмеженнями типу рівностей
9. Означення екстремальної точки функції при обмеженнях типу рівностей.
10. Поняття нормальної точки і задачі.
11. Необхідні умови мінімуму функції.
12. Достатня умова мінімуму функції.
13. Необхідна і достатня умови нормальності точки і задачі.
14. Алгоритм розв'язку задачі на екстремум при обмеженнях типу рівностей.
Мінімізація функції багатьох змінних при обмеженнях типу нерівностей
15. Означення екстремальної точки функції при обмеженнях типу нерівностей.
16. Поняття звичайної припустимої точки.
17. Необхідна і достатня умови звичайної припустимої точки.
18. Необхідна умова мінімуму функції.
19. Достатня умова мінімуму функції при обмеженнях типу нерівностей.
Чисельні методи мінімізації функції багатьох змінних без обмежень
Методи нульового порядку
20. Означення методу нульового порядку.
21. Алгоритм методу Нелдера-Міда.
22. Алгоритм вибору початкових точок.
23. Геометрична інтерпретація кроків алгоритму Нелдера-Міда.
Методи першого порядку
24. Загальний алгоритм методів спуску.
25. Способи вибору кроків у методах спуску.
26. Необхідна і достатня умови вибору напрямку спуску.
27. Алгоритм методу градієнтного спуску.
28. Властивості методу градієнтного спуску.
29. Збіжність методу спуску.
30. Поняття яристої функції.
31. Алгоритм метода спряжених градієнтів.
Методи другого порядку
32. Алгоритм метода Ньютона.
33. Геометрична інтерпретація алгоритму метода Ньютона.
34. Збіжність метода Ньютона.
Задача лінійного програмування (ЛП)
35. Постановка задачі ЛП.
36. Побудова двоїстої задачі.
37. Теорема двоїстості.
38. Алгоритм симплекс-методу.
39. Алгоритм М-методу.
40. Алгоритм двоїстого симплекс-методу.
41. Алгоритм модифікованого симплекс-методу.
Аналіз моделей задач лінійного програмування на чутливість
42. Визначення статусу, цінності кожного ресурсу. Визначення ресурсу, запас якого необхідно збільшити в першу чергу.
43. Визначення максимального проміжку зміни запасу ресурсу, інтервалу зміни питомого прибутку, в межах яких розв'язок залишається припустимим, оптимальним.

44. Вплив змін різних коефіцієнтів у початковий моделі на оптимальність або припустимість поточного розв'язку.
 45. Вплив параметричної зміни різних коефіцієнтів у початковий моделі на оптимальність або припустимість поточного розв'язку.
 46. Економічна і математична постановка класичної транспортної задачі.
 47. Необхідна і достатня умови існування розв'язку транспортної задачі.
 48. Алгоритми побудови опорних планів транспортної задачі.
 49. Алгоритм методу північно-західного кута.
 50. Алгоритм методу мінімального елемента.
 51. Алгоритм наближеного методу Фогеля.
 52. Алгоритм методу потенціалів.
 53. Класифікація методів розв'язання задач цілочисельного програмування.
 54. Особливості цілочислових задач в дослідженні операцій.
 55. Перший алгоритм Гоморі.
 56. Метод гілок і меж.
 57. Задача комівояжера.
 58. Моделі керування запасами.
 59. Моделі систем масового обслуговування.
Алгоритм методу Монте-Карло.
- Транспортна задача*
60. Алгоритми побудови опорних планів транспортної задачі.
 61. Методи побудови початкового та оптимального розв'язків транспортної задачі.
 62. Критерій оптимальності плану перевезень.
 63. Алгоритм методу потенціалів.
- Дискретна та нелінійна оптимізація.*
64. Класифікація методів розв'язання задач цілочисельного програмування, алгоритми, що реалізують метод відсікаючих площин.
 65. Метод гілок і меж. Задача комівояжера.
 66. Моделі керування запасами.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль																	Мо- дуль- ний кон- троль	Сума балів
Змістовний модуль №1			Змістовний модуль №2				Змістовний модуль №3			Зм. модуль №4			Змістовний модуль №5				Іспит	
Т е м а 1	Т е м а 2	Т е м а 3	Т е м а 4	Т е м а 5	Т е м а 6	Т е м а 7	Т е м а 8	Т е м а 9	Т е м а 10	Т е м а 11	Т е м а 12	Т е м а 13	Т е м а 14	Т е м а 15	Т е м а 16	Т е м а 17		
3	4	4	4	8	6	6	6	8	4	8	8	4	4	4	2	2	15	100

Примітка. Студент отримує підсумкову оцінку за накопичувальну системою.

Розподіл балів за видами навчальної роботи

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Поточний, періодичний контроль на лекціях	1	1	1
Виконання лабораторної роботи	5	2	10
Усього за змістовним модулем 1			0-11
Змістовний модуль 2			
Поточний, періодичний контроль на лекціях	1	4	4
Виконання лабораторної роботи	5	4	20
Усього за змістовним модулем 2			0-24
Змістовний модуль 3			
Виконання лабораторної роботи	6	3	18
Усього за змістовним модулем 3			0-18
Змістовний модуль 4			
Поточний, періодичний контроль на лекціях	1	5	5
Виконання лабораторної роботи	5	3	15
Усього за змістовним модулем 4			0-20
Змістовний модуль 5			
Поточний, періодичний контроль на лекціях	1	2	2
Виконання лабораторної роботи	5	2	10
Усього за змістовним модулем 5			0-12
Іспит			0-15
Підсумкова сума балів			0-100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види	Оцінка	Оцінка за національною шкалою
------------------------	--------	-------------------------------

навчальної діяльності	ECTS	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
85–89	B	добре	
75–84	C		
70–74	D	задовільно	
60–69	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

13. Навчально-методичне забезпечення

Робоча програма навчальної дисципліни; силабус; навчально-методичні матеріали для лекцій, конспекти лекцій; мультимедійні презентації; плани лабораторних занять.

1. Яровий А. Т., Страхов Є. М. Методи оптимізації та варіаційне числення : навч.-метод. посіб. Одеса: Освіта України, 2017. 153 с.
2. Електронний конспект лекцій: Яровий А. Т., Сехун А.О., Хомич Ю. С. Дослідження операцій.

14. Рекомендована література

Основна

1. Григорків В.С., Григорків М.В., Ярошенко О.І. Оптимізаційні методи та моделі : підручник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2022. 440 с.
2. Жалдак М.І., Триус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації: навчальний посібник. Черкаси: Брама-Україна, 2005. 608 с.
3. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. Київ : ЗАТ «Віпол», 2000. 688 с.
4. Катренко А. В. Дослідження операцій : підручник. Львів : Магнолія Плюс, 2004. 549 с.
5. Кучеренко А.Г. Дослідження операцій : навч. посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 1996. 146 с.
6. Мартинюк П.М., Мічута О.Р. Методи оптимізації та дослідження операцій. Рівне: НУВГП, 2011. 283 с.
7. Мовчан А.П., Степанець О.В. Навчальний посібник: Методи статичної оптимізації : навч. посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2012. 138 с.
8. Охріменко М.Г., Дзюбан І. Ю. та ін. Методи дослідження операцій. Київ: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2005. 108 с.
9. Сікора Я. Б. Методи оптимізації. Навчально-методичний посібник для студентів напрямку 6.040302 Інформатика. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2012. 82 с.
10. Сікора Я. Б., Щехорський А.Й., Якимчук Б.Л. Методи оптимізації та дослідження операцій : навч. посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. 148 с.
11. Яровий А. Т., Страхов Є. М. Методи оптимізації та варіаційне числення: навч.-метод. посіб. Одеса: Освіта України, 2017. 153 с.
12. Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman. Introduction to Operations Research, McGrawHill: Boston MA; 10th Edition, 2014. – 1050 pages.

13. Hamdy A. Taha. Operations Research An Introduction, 10th edition. Pearson Education, 2017. – 848 pages.

Додаткова

1. Дзюбан І. Ю., Жиров О. Л., Охріменко О.Г. Методи дослідження операцій. Київ : ІВЦ «Видавництво «Політехніка », 2005. 108 с.
2. Ларіонов Ю.І., Левикін В.М., Хажмурадов М.А. Дослідження операцій в інформаційних системах. Харків.: Компанія СМІТ, 2005. 364 с.
3. Моклячук М. П. Збірник задач із варіаційного числення та методів оптимізації: навч. посіб. Київ: ВПЦ Київський університет, 2014. 256 с.
4. Нефьодов Ю. М., Балицька Т. Ю. Методи оптимізації в прикладах і задачах : навчальний посібник. – Київ : Кондор, 2011. – 324 с.
5. Перестюк М.О. та ін. Варіаційне числення та методи оптимізації: навч. посіб. Київ: ВПЦ Київський університет, 2010. 121 с.
6. Попов Ю.Д., Тюття В.І., Шевченко В.І. Методи оптимізації : навчальний електронний посібник для студентів спеціальностей Прикладна математика, Інформатика, Соціальна інформатика. Київ: Електронне видання. Ел. бібліотека факультету кібернетики Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2003. 215 с.
7. Попов Ю.Д., Тюття В.І., Шевченко В.І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з методів оптимізації. Київ, 1995, 1998, 2000.
19. Синєглазов В. М., Зеленков О.А., Аскеров Ш.І. Математичні методи оптимізації : навч. посібник. Нац. Авіаційний ун-т. Київ : Освіта України, 2018. Ч. 1. 329 с.
20. Snyman, J. A.; Wilke, D. N. (2018). Practical Mathematical Optimization: Basic Optimization Theory and Gradient-Based Algorithms (2nd ed.). Berlin: Springer. ISBN 978-3-319-77585-2.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. Сайт Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <https://dnpb.gov.ua/>
3. Сайт бібліотеки ОНУ імені І.І. Мечникова / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <http://lib.onu.edu.ua/>
4. Сайт Одеської національної наукової бібліотеки / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <http://odnb.odessa.ua/>
5. Сайт Харківської державної наукової бібліотеки імені Короленко / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <https://korolenko.kharkov.com/>
6. Сайт Інституту математики НАН України / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <https://www.imath.kiev.ua/>
7. Інтерактивне середовище для наукових обчислень та оформлення документації за допомогою популярних пакетів та мов програмування (Python, R, SageMath, Octave, LaTeX) / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <https://cocals.com/>
8. Інтерактивне середовище для роботи з Jupyter notebook / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <https://cocab.research.google.com/>
9. Дистрибутив математичних пакетів Python / R, а також пакетів для аналізу та візуалізації даних / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <https://anaconda.com/>
10. Безкоштовний онлайн-курс з основи мови R / [Електронний ресурс]
Режим доступу: <https://app.datacamp.com/learn/courses/free-introduction-to-r/>

11. Mathematical Programming Glossary. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://glossary.computing.society.informs.org/>
12. Optimization Methods and Software. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.tandfonline.com/toc/goms20/current/>