

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ТА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан математичного факультету

_____ С.І. Гоменюк

« _____ » _____ 2023 р.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ
ТА МАТЕМАТИЧНА ЕКОНОМІКА**

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 126 – «Інформаційні системи та технології»,
освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології»

Укладач Леонтєва В.В., к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри прикладної математики і механіки.

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри фундаментальної та
прикладної математики

Протокол № 1 від “30” серпня 2023 р.
Завідувач кафедри _____
_____ С.М. Гребенюк
(підпис) (ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
факультету
_____ математичного _____

Протокол № 1 від “_31_” серпня 2023 р.
Голова науково-методичної ради
факультету _____
_____ О.С. Пшенична
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми
О.В.Чопорова

(підпис) (ініціали, прізвище)

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань 12 – «Інформаційні технології»	Кількість кредитів – 4	Обов'язкова	
		Цикл загальної підготовки	
Спеціальність: 126 – «Інформаційні системи та технології»	Загальна кількість годин – 120	Семестр:	
		6-й	8-й
Освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології»	Змістових модулів – 6	Лекції	
		24 год.	8 год.
		Лабораторні	
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 38	24 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		72 год.	104 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Дослідження операцій та математична економіка» є оволодіння системними знаннями з основних теоретичних положень та методів складання математичних моделей задач дослідження операцій й математичної економіки, їх аналізу, розв'язання й використання, а також вироблення навичок прийняття рішень у практичній діяльності на основі методології та методів теорії дослідження операцій та математичної економіки.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Дослідження операцій та математична економіка» є:

- оволодіння студентами базовими теоретичними знаннями з побудови математичних моделей задач дослідження операцій й математичної економіки;
- набуття вмінь та практичних навичок використання математичних методів, отримання розв'язків стосовно задачі, що розв'язується, та розробки власних рекомендацій;
- набуття вмінь та навичок щодо проведення обчислювальних експериментів, порівняння результатів експериментальних даних і отриманих розв'язків;
- оволодіння студентами знаннями щодо оцінювання внутрішніх і зовнішніх чинників впливу на остаточний та/або оптимальний розв'язок;
- оволодіння знаннями та набуття навичок з використання та розроблення програмного забезпечення аналізу та розв'язання задач дослідження операцій й математичної економіки.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
Результати навчання	
Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проєктування і використання інформаційних систем та технологій.	Методи навчання: лекція, лекція з розбором конкретної ситуації, пояснення, демонстрація, навчання на основі досвіду, керовані дискусії, виконання завдань лабораторних робіт, аналіз та синтез Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Демонструвати вміння розробляти техніко-економічне обґрунтування розроблення інформаційних систем та технологій та вміння оцінювати економічну ефективність їх впровадження.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрація, навчання на основі досвіду, керовані дискусії та дебати, виконання завдань лабораторних робіт, аналіз та синтез Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Компетентності	
Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу	Методи навчання: лекція, лекція з розбором конкретної ситуації, пояснення, демонстрація, виконання завдань лабораторних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	Методи навчання: лекція, лекція з розбором конкретної ситуації, навчання на основі досвіду, пояснення, демонстрація, виконання завдань лабораторних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрація, виконання завдань лабораторних робіт, аналіз Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.
Здатність оцінювати та враховувати економічні, соціальні, технологічні та екологічні фактори на всіх етапах життєвого циклу інфокомунікаційних систем.	Методи навчання: лекція, пояснення, демонстрація, навчання на основі досвіду, виконання завдань лабораторних робіт, аналіз та синтез Контрольні заходи: виконання та захист лабораторних робіт, опитування, тестування.

Міждисциплінарні зв'язки. Курс «Дослідження операцій та математична економіка» застосовує досвід, отриманий здобувачами вищої освіти під час вивчення дисциплін «Системний аналіз», «Теорія ймовірності та математична статистика», «Дискретна математика», «Математичний аналіз». Набуті при вивченні даного курсу знання та навички необхідні для виконання кваліфікаційної роботи та подальшої професійної діяльності.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. *Методологічні основи методів оптимізації та дослідження операцій. Формулювання задач математичного і лінійного програмування.*

Тема 1. *Основні поняття і визначення методів оптимізації та дослідження операцій. Класифікація задач оптимізації та дослідження операцій.*

Поняття про операцію, ефективність операції. Визначення предмету, об'єкту та задач теорії дослідження операцій. Відмінності між методами оптимізації та дослідженням операцій. Постановка задачі оптимізації у загальному випадку. Математична модель операції. Етапи математичного моделювання операції. Оптимальний план та розв'язок задачі оптимізації. Класифікація задач оптимізації та дослідження операцій в залежності параметрів задачі від часу, в залежності від достовірності інформації про задачу, за виглядом критерію оптимальності. Приклади економічних задач математичного програмування та їх моделей. Використання інформаційних технологій у дослідженні операцій. Приклади спеціальних пакетів прикладних програм для аналізу та розв'язання задач дослідження операцій.

Тема 2. *Математичне та лінійне програмування: загальне поняття та постановка задач. Побудова моделей задач лінійного програмування.*

Поняття лінійного та математичного програмування. Поняття задачі лінійного програмування (ЗЛП). Загальний вигляд ЗЛП. Ознайомлення з прикладами задач лінійного програмування та їх математичними моделями. Задача визначення оптимального плану виробництва. Задача про «дієту» (або про суміш). Задача оптимального розподілу виробничих потужностей. Задача про розкрій матеріалу. Транспортна задача. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу побудови, дослідження та розв'язання моделей міжгалузевого балансу та їх модифікацій. Використання інформаційних технологій у лінійному програмуванні. Приклади спеціальних пакетів прикладних програм для аналізу та розв'язання задач лінійного програмування.

Змістовий модуль 2. *Основні форми представлення та запису моделей задач лінійного програмування. Геометрична інтерпретація та графічне розв'язання задачі лінійного програмування.*

Тема 3. *Основні форми представлення моделей задач лінійного програмування.*

Форми представлення моделей ЗЛП, їх еквівалентність та способі перетворення. Загальний вигляд ЗЛП. Зведення ЗЛП до канонічної та стандартної форм. Розгорнута, векторна та матрична форми запису моделей ЗЛП, способи їх перетворення. Застосування інформаційних технологій до алгоритмізації та автоматизації процесу переходу від загальної (та/або стандартної) форми моделі задачі лінійного програмування до канонічної форми та навпаки – від загальної (та/або канонічної) форми моделі задачі лінійного програмування до стандартної форми.

Тема 4. *Графічне розв'язання найпростіших задач лінійного програмування.*

Геометрична інтерпретація ЗЛП для випадку двох змінних. Графічне розв'язання ЗЛП. Побудова множини допустимих планів. Види множини допустимих планів. Побудова вектору-градієнту (напрямку зростання цільової функції). Лінії рівня. Геометрична інтерпретація ЗЛП для випадку n змінних. Графічний метод розв'язання ЗЛП із n змінними. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу розв'язання задач лінійного програмування графічним методом для випадку n змінних.

Змістовий модуль 3. Розв'язання ЗЛП методом перебору базисних розв'язків та симплекс-методом. Двоїстість задач лінійного програмування.

Тема 5. Базисні та опорні розв'язки задачі лінійного програмування. Розв'язання ЗЛП методом перебору базисних розв'язків. Симплекс-метод розв'язання задач лінійного програмування.

Поняття загального, часткового, базисного та опорного розв'язків ЗЛП. Визначення базисних та вільних змінних ЗЛП. Теорема про відповідність опорного плану вершині багатогранника допустимих планів. Поняття про переважний вигляд (форму) моделі ЗЛП, правило переходу від канонічної до переважної форми моделі задачі. Сутність, особливості та умови застосування методу перебору базисних розв'язків до розв'язання ЗЛП. Визначення оптимального розв'язку ЗЛП. Загальна ідея симплекс-методу. Основна схема симплекс-методу. Побудова початкового опорного плану. Ознака оптимальності опорного плану. Побудова симплекс-таблиць. Алгоритм переходу до негіршого опорного плану. Ознаки нескінченності множини оптимальних планів. Ознака нескінченності цільової функції. Запис розв'язку ЗЛП за симплекс-таблицею. M -задача та особливості її розв'язання. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу розв'язування ЗЛП методом перебору базисних розв'язків та симплекс-методом з природним та штучним базисом (M -задача).

Тема 6. Двоїстість задач лінійного програмування. Аналіз стійкості двоїстих оцінок.

Поняття двоїстості. Побудова двоїстих задач та їх властивості. Симетричні двоїсті задачі та їх економічна інтерпретація. Основні теореми та леми двоїстості та їх економічний зміст. Теорема про одночасне існування розв'язків прямої та двоїстої задач. Теорема про доповнюючу нежорсткість. Теорема про оцінки. Аналіз стійкості двоїстих оцінок. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу побудови та розв'язування двоїстих ЗЛП, а також проведення дослідження стійкості двоїстих оцінок.

Змістовий модуль 4. Математичне моделювання мікроекономічних процесів на рівні споживача.

Тема 7. Функція корисності. Задача споживчого вибору. Модель Стоуна.

Поняття корисності і її функції корисності. Основні властивості функції корисності. Поняття кривих байдужості та наводяться їх приклади. Умови, за яких функція корисності існує. Приклади функції корисності. Задача споживчого вибору (ЗСВ) для двох та n благ. Геометрична інтерпретація ЗСВ. Поняття бюджетного обмеження та бюджетної лінії. Хід розв'язання ЗСВ методом множників Лагранжа. Поняття функцій попиту та пропозиції. Модель Стоуна та її відмінність від ЗСВ. Описується метод розв'язання моделі Стоуна. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу побудови та розв'язування задачі споживчого вибору та моделі Стоуна для двох та n благ, а також проведення дослідження задач.

Тема 8. Взаємозамінність благ. Ефекти компенсації. Рівняння Слуцького.

Поняття компенсації, змістовна сутність та геометрична інтерпретація взаємозамінності благ. Метод розв'язання задачі компенсації. Поняття ефектів доходу та заміни та методи їх визначення. Рівняння Слуцького та основні його складові. Метод розв'язання рівняння Слуцького та особливості його застосування при моделюванні поведінки споживача. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу побудови та розв'язування задачі споживчого вибору із компенсацією для двох та n благ, а також процесу складання та розв'язування рівняння Слуцького; автоматизації процесу проведення дослідження задач.

Змістовий модуль 5. Математичне моделювання мікроекономічних процесів на рівні організації.

Тема 9. Виробничі функції та їх техніко-економічний аналіз.

Поняття виробничої множини та виробничої функції. Правила побудови кривих виробничих можливостей. Види виробничих функцій. Властивості виробничих функцій. Лінійна виробнича функція та виробнича функція Кобба-Дугласа, основні їх складові та застосування при моделюванні поведінки виробника. Поняття ізокванти та ізоклинали, особливості їх побудови. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу побудови та дослідження кривих виробничих можливостей та виробничих функцій.

Тема 10. Задачі оптимізації виробництва.

Основні поняття теорії фірми. Основні задачі оптимізації виробництва. Функція попиту на фактори виробництва у випадку довготривалого та короткострокового проміжку часу. Визначення комбінації ресурсів, що максимізують, об'єм випуску та визначення комбінації ресурсів, що мінімізують, затрати. Методи розв'язання задач оптимізації виробництва. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу побудови, дослідження та розв'язання задач оптимізації виробництва.

Змістовий модуль 6. Математичне моделювання макроекономічних процесів

Тема 11. Побудова та аналіз економічних моделей. Моделі міжгалузевого балансу. Моделі В.В. Леонт'єва. Теорія вартості К. Маркса у моделі В.В. Леонт'єва. Узагальнена модель В.В. Леонт'єва.

Вихідні поняття, сутність, предмет, задачі та основні принципи та функції моделювання. Основні етапи побудови моделей. Класифікації моделей. Постанова економічної задачі. Міжгалузевий баланс. Статична модель В.В. Леонт'єва, її припущення та методи обчислення основних показників. Поняття продуктивної матриці. Необхідні й достатні умови продуктивності та методи їх перевірки. Аналіз рівнянь моделі Леонт'єва. Основні постулати трудової теорії вартості К. Маркса та її зв'язок з моделлю міжгалузевого балансу. Узагальнена модель В.В. Леонт'єва з багатьма виробничими способами. Методи обчислення основних макроекономічних показників за цією моделлю. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу побудови, дослідження та розв'язання моделей міжгалузевого балансу та їх модифікацій.

Тема 12. Динамічні міжгалузеві моделі. Модель Неймана. Неокласична модель економічного росту Солоу.

Модель Неймана: змістовна постановка задачі, математична формалізація моделі. Процедура знаходження стаціонарних траєкторій та динамічної рівноваги у моделі Неймана. Правило нульового доходу та його обґрунтування. Модель Солоу: змістовна постановка задачі, математична формалізація моделі. Особливості моделювання запізнення при вводі фондів у моделі Солоу. Стаціонарні траєкторії у моделі Солоу, методи обчислення основних показників за моделлю Солоу. Застосування інформаційних технологій до автоматизації процесу побудови, дослідження та розв'язання математичних макроекономічних моделей Неймана та Солоу.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Лабораторні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Практ. зав-ня, к-ть балів	Усього балів
		о/д ф.	з/дист. ф.	о/д ф.	з/дист. ф.	о/д ф.	з/дист. ф.	8	9			
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
		о/дф.	з/дист. ф.									
1	15	8	2	4	1	4	1	7	12	4	4	8
2	15	8	2	4	1	4	1	7	12	4	4	8
3	15	8	2	4	1	4	1	7	12	7	7	14
4	15	8	2	4	1	4	1	7	12	4	4	8
5	15	8	4	4	2	4	2	7	12	4	4	8
6	15	8	4	4	2	4	2	7	14	7	7	14
Усього за змістові модулі	90	48	16	24	8	24	8	42	74	30	30	60
Підсумковий семестровий контроль <i>екзамен</i>	30							30	30	20	20	40
Загалом		120						100				

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист. ф.
1	1. Основні поняття і визначення методів оптимізації та дослідження операцій. Класифікація задач оптимізації та дослідження операцій.	2	0,5
	2. Математичне та лінійне програмування: загальне поняття та постановка задач. Побудова моделей задач лінійного програмування.	2	0,5
2	3. Основні форми представлення моделей задач лінійного програмування.	2	0,5
	4. Графічне розв'язання найпростіших задач лінійного програмування.	2	0,5
3	5. Базисні та опорні розв'язки задачі лінійного програмування. Розв'язання ЗЛП методом перебору базисних розв'язків. Симплекс-метод розв'язання задач лінійного програмування.	2	0,5
	6. Двоїстість задач лінійного програмування. Аналіз стійкості двоїстих оцінок.	2	0,5
4	7. Функція корисності. Задача споживчого вибору. Модель Стоуна.	2	0,5
	8. Взаємозамінність благ. Ефекти компенсації. Рівняння Слуцького.	2	0,5
5	9. Виробничі функції та їх техніко-економічний аналіз.	2	1
	10. Задачі оптимізації виробництва.	2	1
6	11. Побудова та аналіз економічних моделей. Моделі міжгалузевого балансу. Моделі В.В. Леонтьєва. Теорія вартості К. Маркса у моделі В.В. Леонтьєва. Узагальнена модель В.В. Леонтьєва.	2	1
	12. Динамічні міжгалузеві моделі. Модель Неймана. Неокласична модель економічного росту Солоу.	2	1
	Всього	24	8

6. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	1. Основні поняття і визначення методів оптимізації та дослідження операцій. Класифікація задач оптимізації та дослідження операцій.	2	0,5
	2. Математичне та лінійне програмування: загальне поняття та постановка задач. Побудова моделей задач лінійного програмування.	2	0,5
2	3. Основні форми представлення моделей задач лінійного програмування.	2	0,5
	4. Графічне розв'язання найпростіших задач лінійного програмування.	2	0,5
3	5. Базисні та опорні розв'язки задачі лінійного програмування. Розв'язання ЗЛП методом перебору базисних розв'язків. Симплекс-метод розв'язання задач лінійного програмування.	2	0,5
	6. Двоїстість задач лінійного програмування. Аналіз стійкості двоїстих оцінок.	2	0,5
4	7. Функція корисності. Задача споживчого вибору. Модель Стоуна.	2	0,5
	8. Взаємозамінність благ. Ефекти компенсації. Рівняння Слуцького.	2	0,5
5	9. Виробничі функції та їх техніко-економічний аналіз.	2	1
	10. Задачі оптимізації виробництва.	2	1
6	11. Побудова та аналіз економічних моделей. Моделі міжгалузевого балансу. Моделі В.В. Леонтьєва. Теорія вартості К. Маркса у моделі В.В. Леонтьєва. Узагальнена модель В.В. Леонтьєва.	2	1
	12. Динамічні міжгалузеві моделі. Модель Неймана. Неокласична модель економічного росту Солоу.	2	1
Всього		24	8

7. Самостійна робота

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	1. Основні поняття і визначення методів оптимізації та дослідження операцій. Класифікація задач оптимізації та дослідження операцій.	3	6
	2. Математичне та лінійне програмування: загальне поняття та постановка задач. Побудова моделей задач лінійного програмування.	4	6
2	3. Основні форми представлення моделей задач лінійного програмування.	3	6
	4. Графічне розв'язання найпростіших задач лінійного програмування.	4	6
3	5. Базисні та опорні розв'язки задачі лінійного програмування. Розв'язання ЗЛП методом перебору базисних розв'язків. Симплекс-метод розв'язання задач лінійного програмування.	3	6
	6. Двоїстість задач лінійного програмування. Аналіз стійкості двоїстих оцінок.	4	6
4	7. Функція корисності. Задача споживчого вибору. Модель Стоуна.	3	6
	8. Взаємозамінність благ. Ефекти компенсації. Рівняння Слуцького.	4	6
5	9. Виробничі функції та їх техніко-економічний аналіз.	3	6
	10. Задачі оптимізації виробництва.	4	6
6	11. Побудова та аналіз економічних моделей. Моделі міжгалузевого балансу. Моделі В.В. Леонтьєва. Теорія вартості К. Маркса у моделі В.В. Леонтьєва. Узагальнена модель В.В. Леонтьєва.	3	7
	12. Динамічні міжгалузеві моделі. Модель Неймана. Неокласична модель економічного росту Солоу.	4	7
Всього		42	74

8. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Вид поточного контрольного заходу	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт №1 та №2	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання лабораторних робіт №1 та №2	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання самостійних робіт №1 та №2	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	4
Усього за ЗМ 1 контр. заходів	6			8
2	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт №3 та №4	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання лабораторних робіт №3 та №4	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання самостійних робіт №3 та №4	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	4
Усього за ЗМ 2 контр. заходів	6			8
3	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт №5 та №6	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання лабораторних робіт №5 та №6	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання самостійних робіт №5 та №6	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	4

1	2	3	4	5
	Контрольна робота №1	Контрольна робота у формі тестування проводиться на платформі MoodleZNU. Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни за 3 змістовних модуля. Максимальна кількість балів за тест становить 6 балів.	Тестове завдання	6
Усього за ЗМ 3 контр. заходів	7			14
4	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт №7 та №8	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання лабораторних робіт №7 та №8	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання самостійних робіт №7 та №8	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	4
Усього за ЗМ 4 контр. заходів	6			8
5	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт №9 та №10	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання лабораторних робіт №9 та №10	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання самостійних робіт №9 та №10	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	4
Усього за ЗМ 5 контр. заходів	6			8
6	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт №11 та №12	Питання для підготовки викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Теоретичне опитування при захисті лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання лабораторних робіт №11 та №12	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання лабораторних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання лабораторних робіт	2
	Звіт про виконання самостійних робіт №11 та №12	Завдання для виконання викладено у методичних рекомендаціях до виконання самостійних робіт у нульовій секції курсу у системі MoodleZNU	Звіт про виконання самостійної роботи	4

1	2	3	4	5
	Контрольна робота №2	Контрольна робота у формі тестування проводиться на платформі MoodleZNU. Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни за 3 змістовних модуля. Максимальна кількість балів за тест становить 6 балів.	Тестове завдання	6
Усього за ЗМ 6 контр. заходів	7			14
Усього за змістові модулі контр. заходів	38			60

Примітка: До кожної лабораторної роботи потрібно скласти **звіт про її виконання**, який пояснює всі етапи виконання роботи. Звіт складається в електронному вигляді за вимогами, які висуваються до оформлення курсових і кваліфікаційних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра та магістра математичного факультету і розміщуються на платформі MoodleZNU. Якість оформлення звіту враховується при оцінюванні роботи. У випадку, коли завдання включає розробку алгоритму та написання програмного коду, у звіт додаються алгоритм, програмний код для кожного завдання та вихідні файли розробленої програми.

Захист кожної лабораторної роботи є обов'язковим і потребує пояснення всіх етапів розв'язання завдання.

9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Екзамен	Теоретичне завдання в MoodleZNU	Тестові завдання з тем курсу. Питання для підготовки викладено секції курсу «Підсумковий контроль» у системі MoodleZNU.	Підсумкове теоретичне завдання у формі тестування проводиться на платформі Moodle. Разом усі питання охоплюють увесь матеріал дисципліни. Максимальна кількість балів за підсумковий тест становить 20 балів.	20
	Практичне завдання в MoodleZNU	Змістовна форма практичного завдання відповідає завданням у лабораторних роботах, розв'язуваних протягом семестру.	Підсумкове практичне завдання у формі Завдання (розв'язання задач з наданням повної відповіді) проводиться на платформі Moodle. Максимальна кількість балів за підсумкове практичне завдання становить 20 балів.	20
Усього за підсумковий семестровий контроль				40

10. Рекомендована література

Основна:

1. Бесккровний О. І., Павленко В. І., Тимошенко А. Г. Дослідження операцій і методи прийняття технічних рішень. Київ : Університет «Україна», 2019. 420 с.
2. Григорків В. С. Моделювання економіки : підручник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2019. 360 с.
3. Дмитрієв І. А. та ін. Математичні методи в економічних дослідженнях. Харків : ХНАДУ, 2021. 180 с.
4. Кузьмичов А. І. Оптимізаційні методи і моделі. Моделювання засобами MS Excel : навч. посібник. Київ : Видавництво Ліра-К, 2017. 215 с.
5. Лисенко О. І., Алексєєва І. В. Дослідження операцій : конспект лекцій. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 196 с.

Додаткова:

6. Березовський В. Є. та ін. Дослідження операцій. Практичний курс : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2012. 160 с.
7. Вовк В. М., Зомчак Л. М. Оптимізаційні методи і моделі : навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 360 с.
8. Вовк В. М., Зомчак Л. М. Оптимізаційні моделі економіки : навч. посіб. Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 318 с.
9. Галаєва Л. В., Рогоза Ш. А., Шульга Н. Г. Дослідження операцій : навч. посіб. Київ : Компринт, 2015. 352 с.
10. Григорків В. С., Григорків М. В. Оптимізаційні методи та моделі : підручник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. 400 с.
11. Інформаційні технології : навч. посіб. / під заг. ред. А. В. Нелепова. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 200 с.
12. Кузьмичов А. І. Візуальна аналітика мережевої оптимізації. Моделювання засобами MS Excel та уEd Graph Editor : практикум. Київ : Видавництво Ліра-К, 2019. 180 с.
13. Кундрат А. М., Кундрат М. М. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2014. 252 с.
14. Нікітенко О. М. Maple. Розв'язання інженерних та наукових задач : навч. посіб. Харків : ХНУРЕ, 2014. 289 с.
15. Сізова Н. Д. Конспект лекцій з дисципліни «Математичні методи дослідження операцій» для студентів спеціальностей 122 «Комп'ютерні науки» та 126 «Інформаційні системи та технології». Харків : ХНУБА, 2019. 88 с.
16. Томашевський О. М., Цегелик Г. Г., Вітер М. Б., Дудук В. І. Інформаційні технології та моделювання бізнес-процесів : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 296 с.
17. Шепеленко О. В. Дослідження операцій : навч. посіб. Донецьк : ДонНУЕТ, 2012. 312 с.
18. Dennis A., Wixom B. H., Roth R. M. Systems analysis and design. New York : John Wiley & Sons. 2019. 594 p.
19. Dowling E. T. (2001). Introduction to mathematical economics. New York : McGraw-Hill. 523 p.
20. Sampson M. Introduction to Mathematical Economics. Part 1. Montreal, Canada : Loglinear Publishing, 2015. 274 p.
21. Sampson M. Introduction to Mathematical Economics. Part 2. Montreal, Canada : Loglinear Publishing, 2017. 284 p.
22. Zgurovsky M. Z., Pankratova N. D. System analysis : Theory and Applications. Berlin : Springer. 2007. 475 p.

Інформаційні ресурси

1. Електронні ресурси з математики. *Бібліотека TWIRPX*. URL : https://www.twirpx.com/files/#files_mathematics.
2. Електронні ресурси з інформатики та обчислювальної техніки. *Бібліотека TWIRPX*. URL : https://www.twirpx.com/files/#files_informatics.
3. Наукові ресурси. *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського*. URL : <http://www.nbuv.gov.ua/node/1539>.
4. Mathematics. *UMass Boston Open Courseware*. URL : <http://ocw.umb.edu/mathematics.html>.
5. Science, Maths & Technology. *Learning Space. The Open University*. URL : <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology>.
6. Online Text and Notes in Mathematical Economics. *The Economics Network*. URL : <https://www.economicsnetwork.ac.uk/teaching/Online%20Text%20and%20Notes/Mathematical%20Economics>.
7. Maths Resources Index. *The Economics Network*. URL : <https://www.economicsnetwork.ac.uk/subjects/mathsforscientists>.
8. Mathematical tools for intermediate economics classes. *Western University*. URL : <https://economics.uwo.ca/math/resources/content/index.html>.
9. Maplesoft Media Releases. *Mathematics-based software & services for education, engineering, and research*. URL : <https://www.maplesoft.com/company/news/releases/2021/2021-03-10-maple-2021-provides-even-more-tools-to-help-students-learn-math.aspx>